



# DESCARBONIZACIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO POR MEDIO DEL HIDRÓGENO VERDE PROCEDENTE DE AGUA SALADA/MARINA

## ANEJOS

### **Autores:**

**Daniel David Donoso Morillo**

**Álvaro González Alonso**

**Sergio Hernández Chanclon**

**Irati Lizarraga Ferro**

**Marcos Martín Pérez**

**Francisco Vigara Peregrín**

### **Tutor:**

**Ricardo Dorda Laforet**

## Indice de anejos

<b>ANEJO 1. INFORMACIÓN CATASTRAL DE LA PARCELA .....</b>	<b>5</b>
<b>ANEJO 2. LÍNEAS DE AUTOBUSES DE ALMERÍA .....</b>	<b>6</b>
<b>ANEJO 3. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA .....</b>	<b>14</b>
1. INTRODUCCIÓN .....	14
2. RECOPIACIÓN DE DATOS: .....	14
3. Marco Geológico regional y local.....	14
4. Geomorfología y clima .....	17
5. Estratigrafía .....	17
6. Carácter geotécnico de los materiales.....	18
<b>ANEJO 4. JUSTIFICACIÓN NORMATIVA DEL ESTUDIO PAISAJÍSTICO .</b>	<b>20</b>
1. Antecedentes:.....	20
2. Objeto del estudio: .....	20
3. Normativa ambiental: .....	21
<b>ANEJO 5. CÁLCULOS DISEÑO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO .....</b>	<b>40</b>
<b>ANEJO 6. CÁLCULOS DISEÑO DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA</b>	<b>42</b>
1. Inclinación Óptima de los Módulos.....	42
2. Distancia entre Módulos.....	43
3. Cálculo de Potencia. ....	44
4. Strings y Cableado .....	46
5. <i>Dimensionado de Protecciones.</i> .....	53
6. Dimensionado Puesta a Tierra. ....	55
7. HelioScope .....	56
<b>ANEJO 7. JUSTIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR LA ACCIÓN DEL RAYO .....</b>	<b>59</b>

1. Necesidad de la instalación.....	61
2. Tipo de instalación exigido .....	62
3. Diseño de la instalación de dispositivos captadores .....	62
4. Derivadores o conductores de bajada.....	67
5. Sistema interno .....	67
<b>ANEJO 8. NORMATIVA APLICABLE AL DESARROLLO DEL PROYECTO</b>	<b>69</b>

## Índice de ilustraciones

Figura 1. ....	5
Figura 2. ....	6
Figura 3. ....	6
Figura 4. ....	7
Figura 5. ....	7
Figura 6. ....	8
Figura 7. ....	8
Figura 8. ....	9
Figura 9. ....	9
Figura 10. ....	10
Figura 11. ....	10
Figura 12. ....	11
Figura 13. ....	11
Figura 14. ....	12
Figura 15. ....	12
Figura 16. ....	13
Figura 17. ....	13
Figura 18. ....	16
Figura 19. ....	43
Figura 20. ....	44
Figura 21. ....	57
Figura 22. ....	59
Figura 23. ....	63
Figura 24. ....	64

## Índice de Tablas

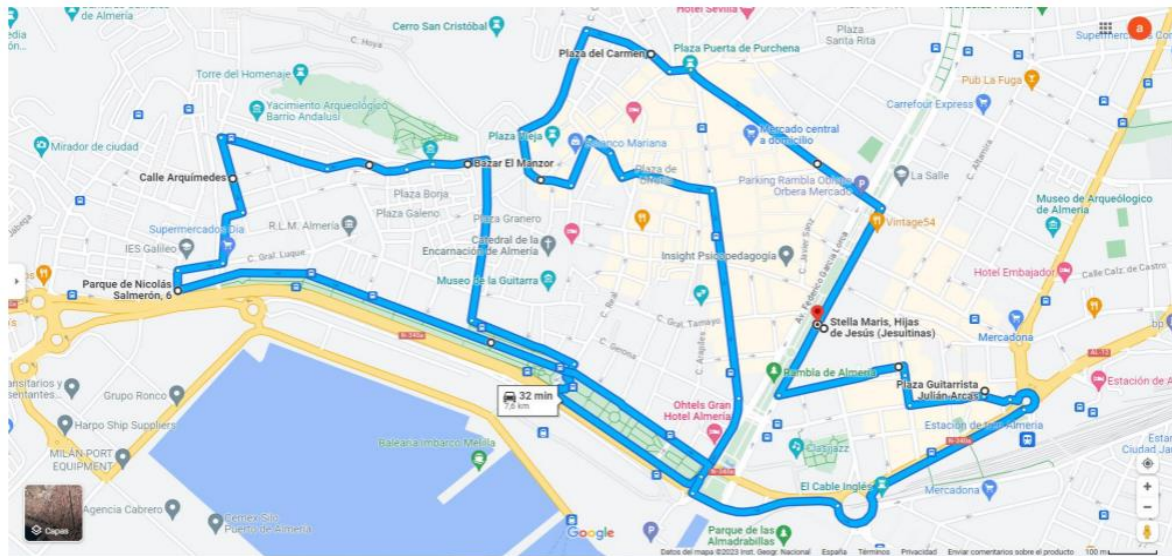
<b>Tabla 1.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 2.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 3.....</b>	<b>45</b>
<b>Tabla 4.....</b>	<b>47</b>
<b>Tabla 5.....</b>	<b>47</b>
<b>Tabla 6.....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 7.....</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 8.....</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 9.....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 10.....</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 11.....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 12.....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 13.....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 14.....</b>	<b>61</b>
<b>Tabla 15.....</b>	<b>61</b>
<b>Tabla 16.....</b>	<b>62</b>
<b>Tabla 17.....</b>	<b>63</b>
<b>Tabla 18.....</b>	<b>64</b>
<b>Tabla 19.....</b>	<b>65</b>
<b>Tabla 20.....</b>	<b>66</b>
<b>Tabla 21.....</b>	<b>67</b>



## ANEJO 2. LÍNEAS DE AUTOBUSES DE ALMERÍA

Figura 2.

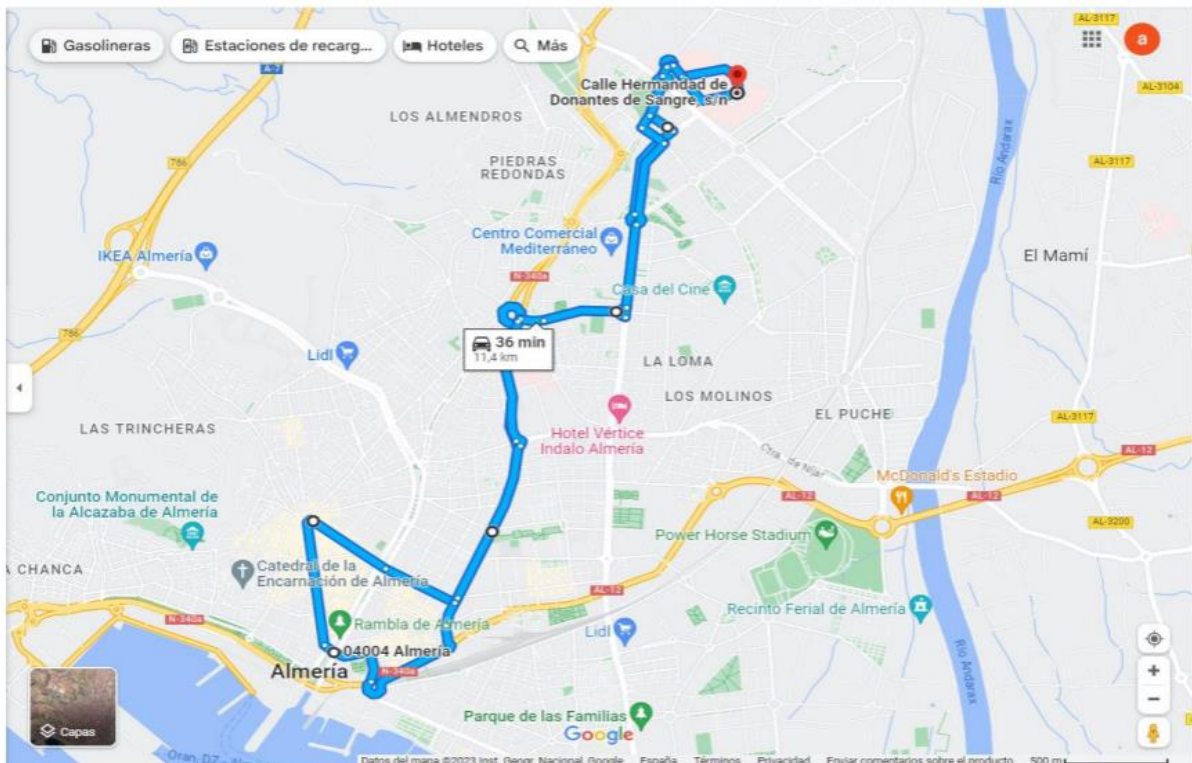
Línea 1. Casco Histórico



Fuente: (Google, 2023) (Surbus, 2023)

Figura 3

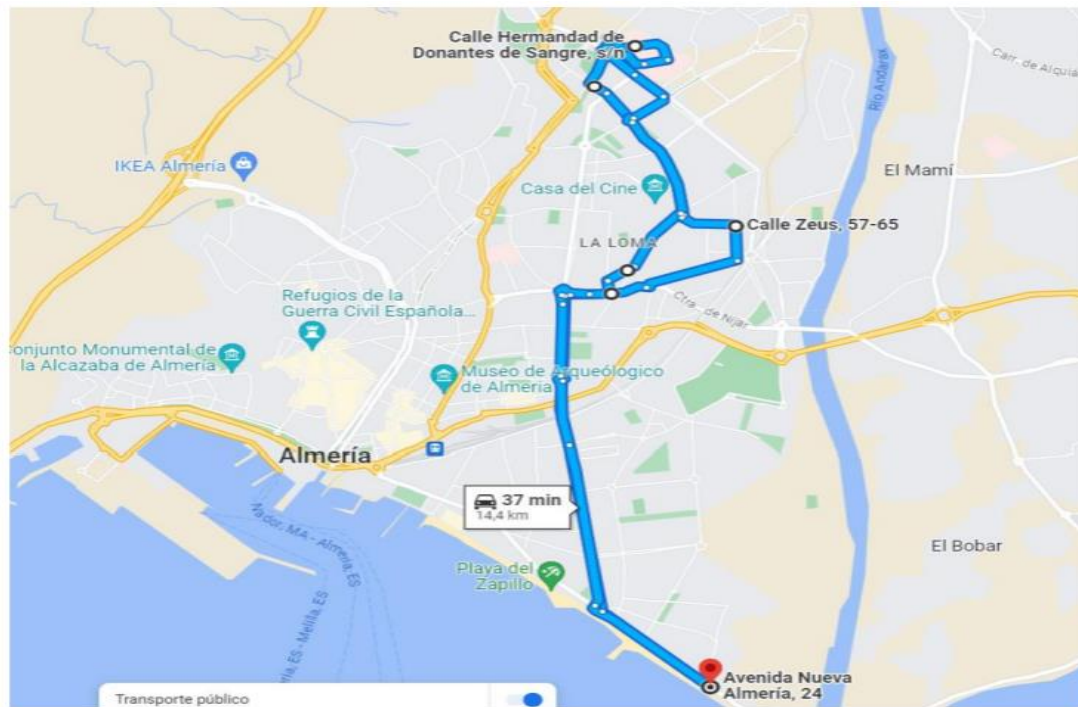
Línea 2 Centro - Hospital Torrecárdenas



Fuente: (Google, 2023) (Surbus, 2023)

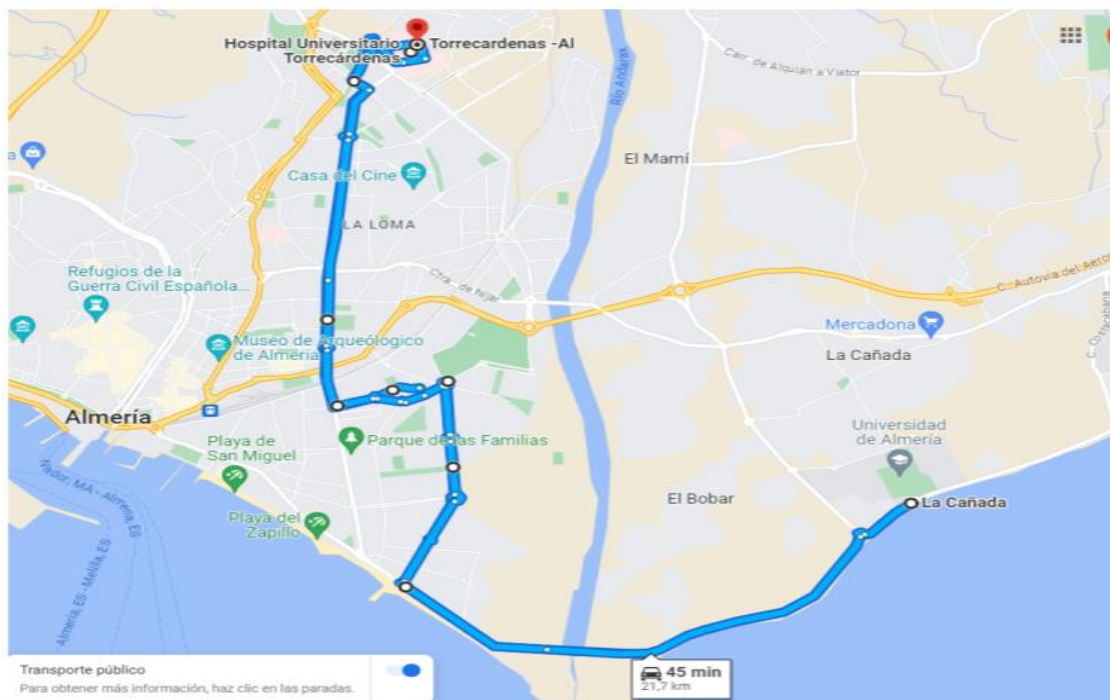


**Figura 4.**  
**Línea 3 Torrecárdenas - Nueva Almería**



Fuente: (Google, 2023) (Surbus, 2023)

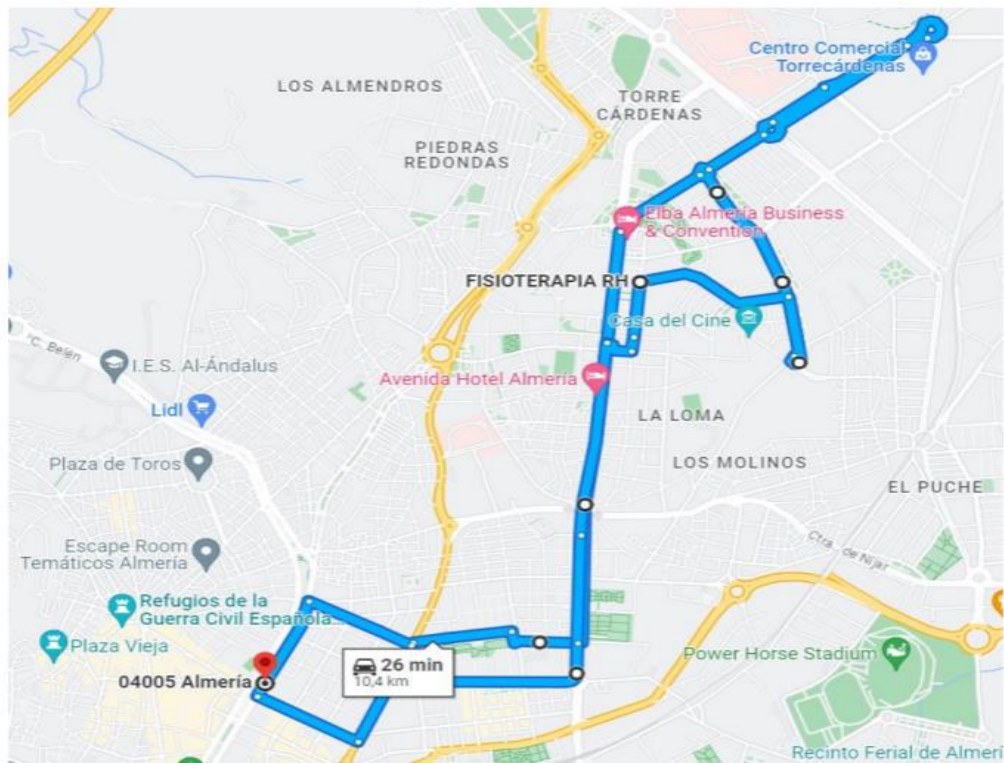
**Figura 5.**  
**Línea 4 Torrecárdenas – La Goleta – Universidad**



Fuente: (Google, 2023) (Surbus, 2023)

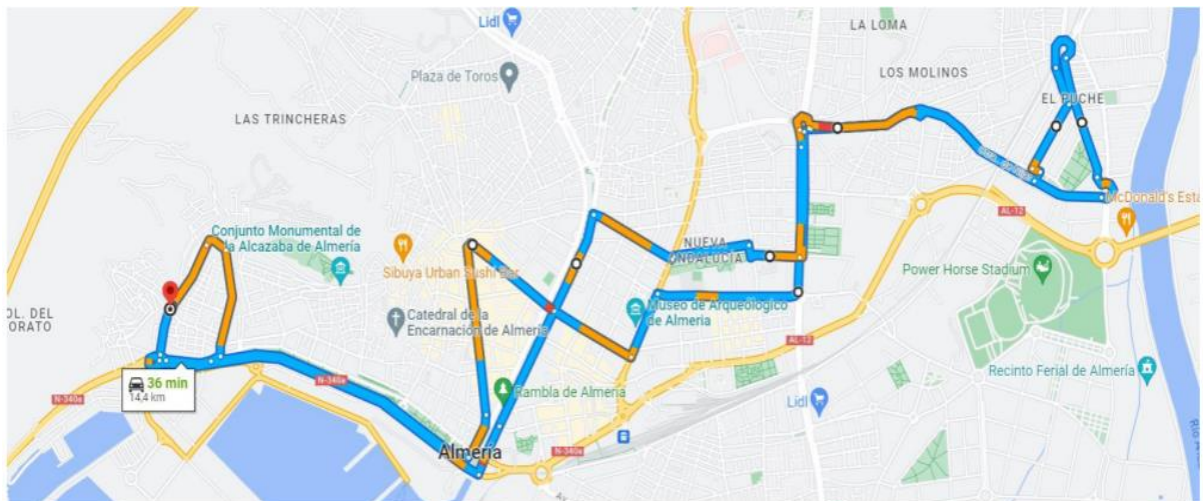


**Figura 6.**  
*Línea 5 Centro - Villa Blanca - CC Torrecárdenas*



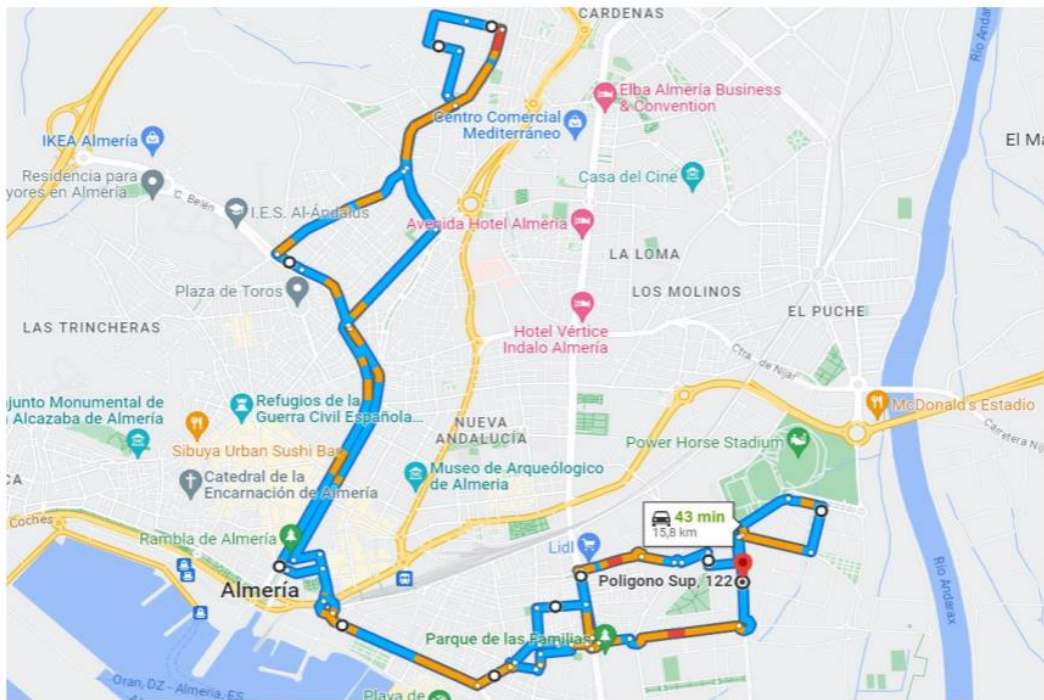
Fuente: (Google, 2023) (Surbus, 2023)

**Figura 7.**  
*Línea 6 El Puche – Pescadería*



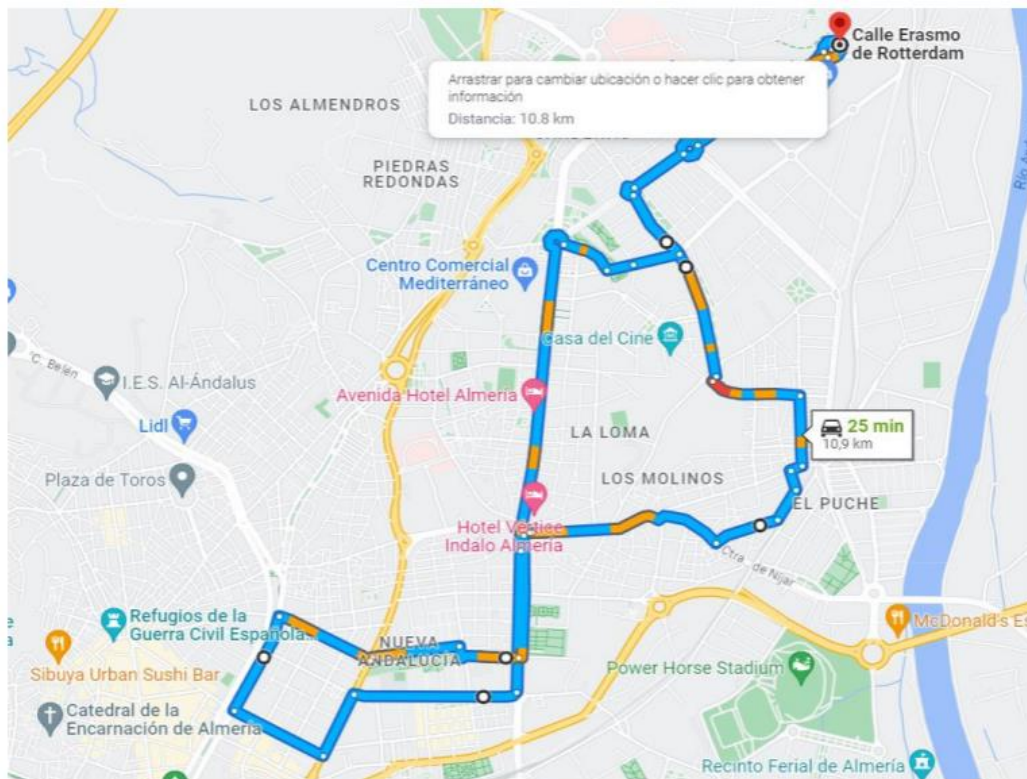
Fuente: (Google, 2023) (Surbus, 2023)

**Figura 8.**  
*Línea 7 Piedras Redondas - Árbol de la Seda*



Fuente: (Google, 2023) (Surbus, 2023)

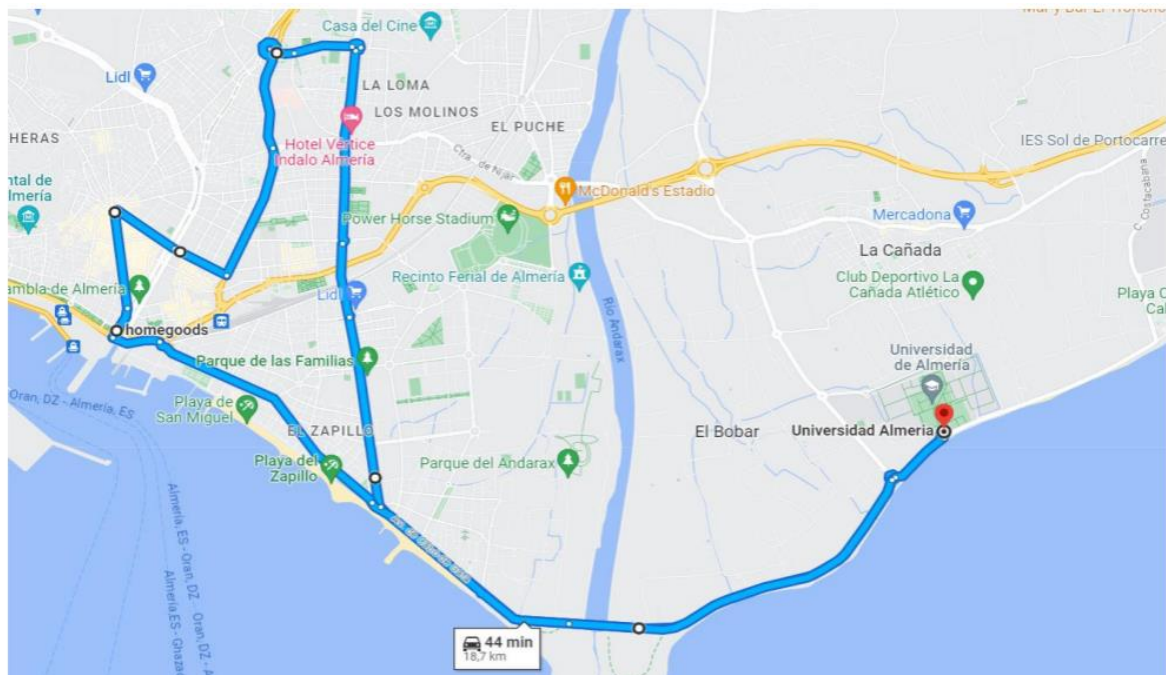
**Figura 9.**  
*Línea 8 Los Molinos - CC Torrecárdenas*



Fuente: (Google, 2023) (Surbus, 2023)

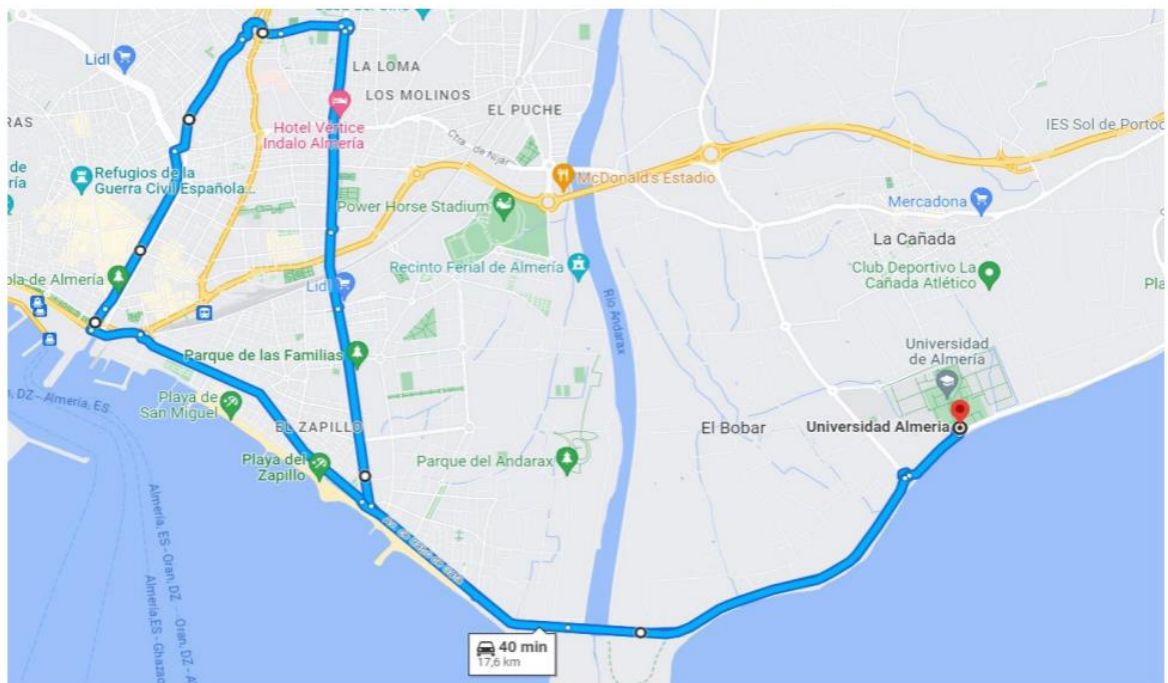


**Figura 10.**  
*Línea 11 Zapillo - Universidad - Nueva Andalucía*



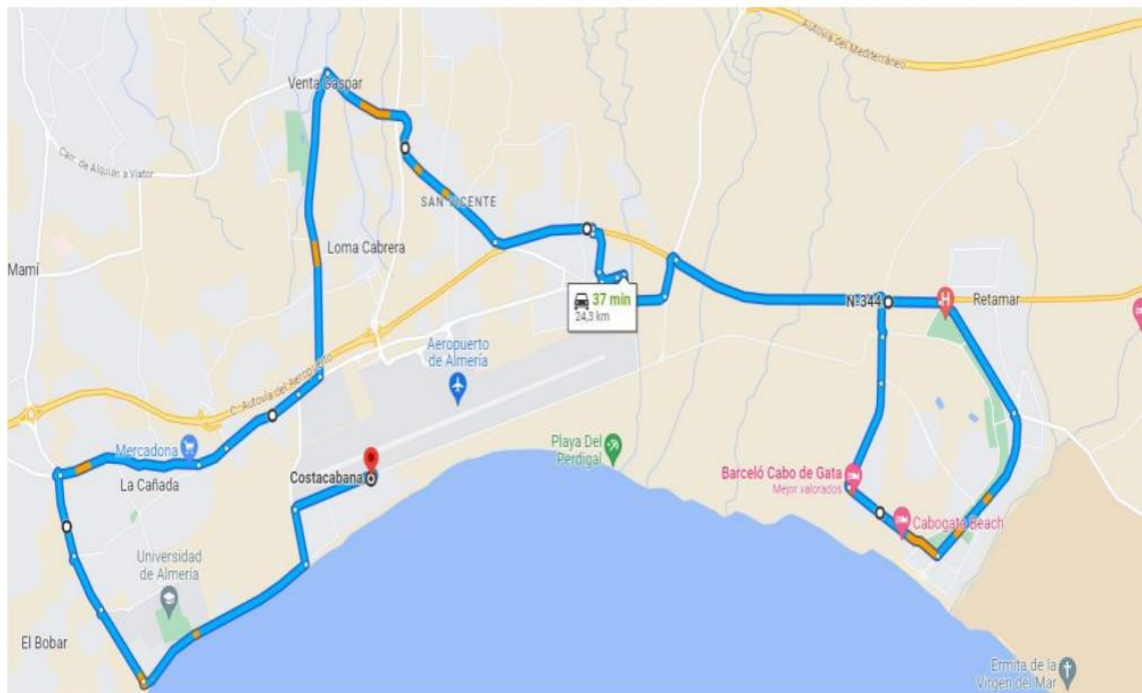
Fuente: (Google, 2023) (Surbus, 2023)

**Figura 11.**  
*Línea 12 Nueva Andalucía - Universidad - Zapillo*



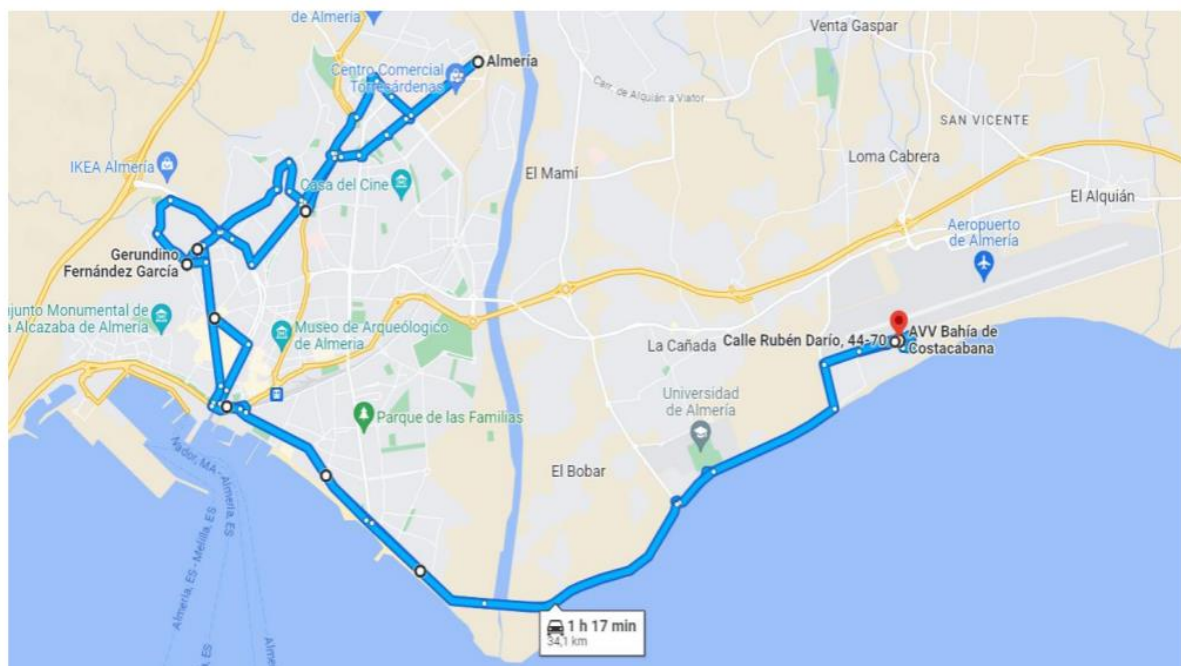
Fuente: (Google, 2023) (Surbus, 2023)

**Figura 12.**  
**Línea 15 Circular Levante**



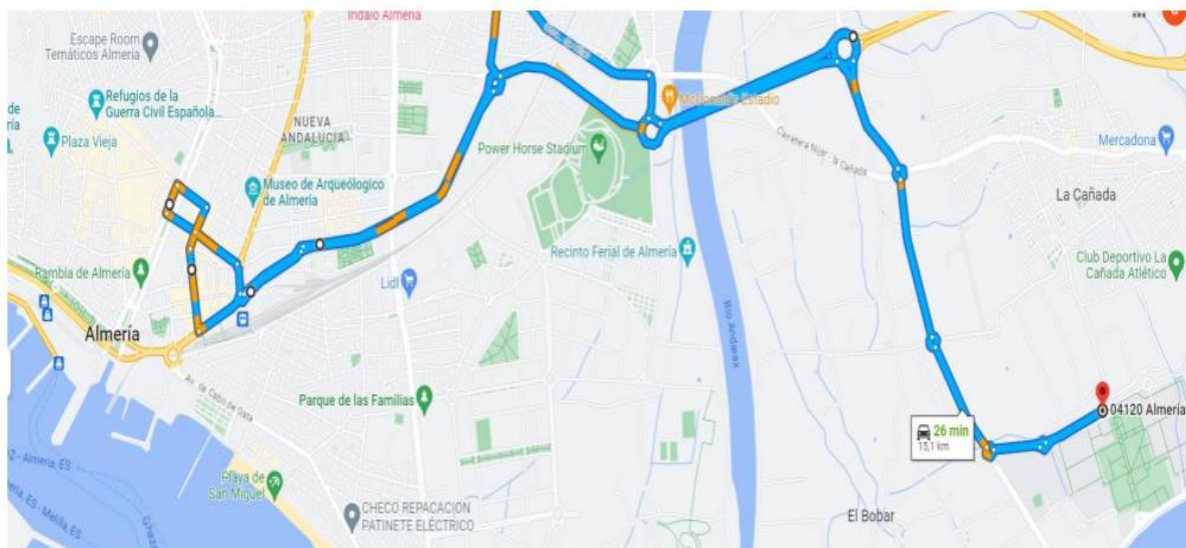
Fuente: (Google, 2023) (Surbus, 2023)

**Figura 13.**  
**Línea 18 Torrecárdenas Costacabana**



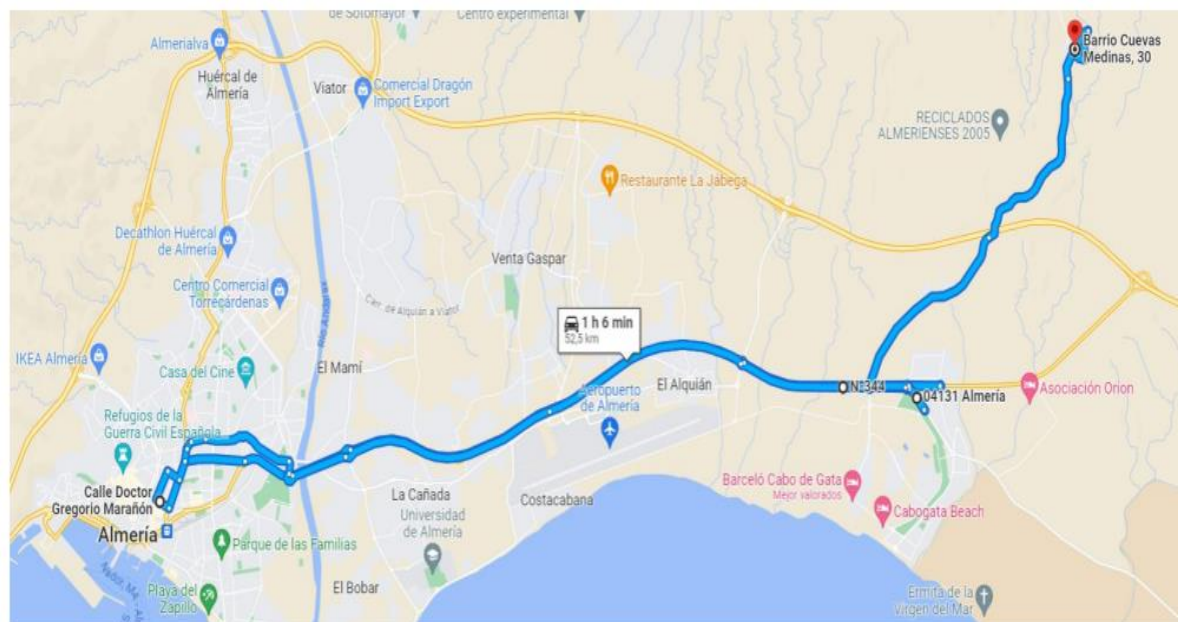
Fuente: (Google, 2023) (Surbus, 2023)

**Figura 14.**  
**Línea 19 Gregorio Marañón – Universidad**



Fuente: (Google, 2023) (Surbus, 2023)

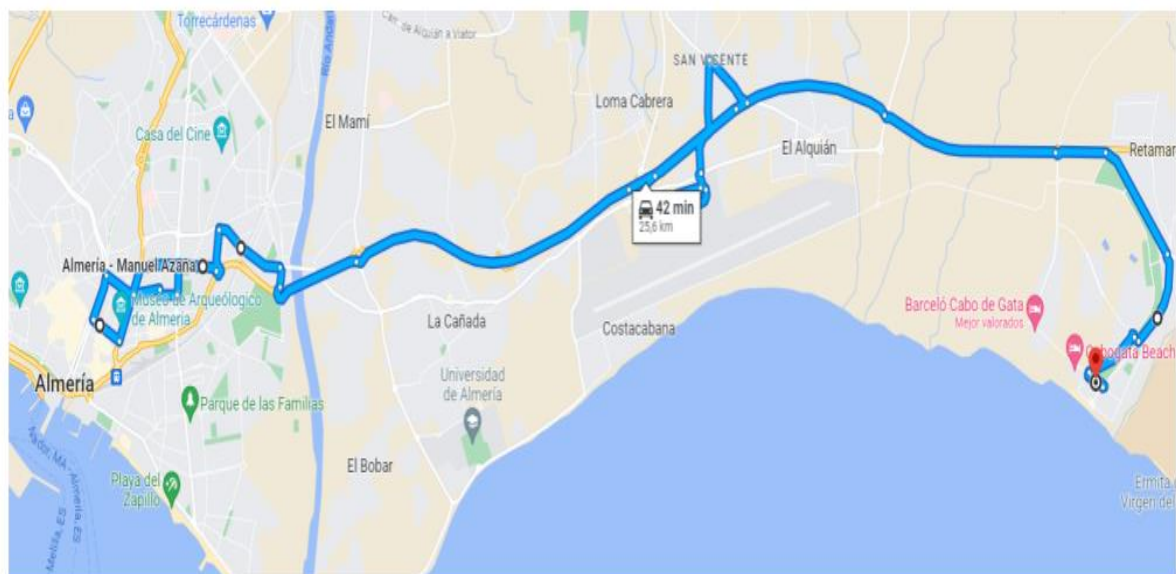
**Figura 15.**  
**Línea 20 Centro - Hospital el Toyo**



Fuente: (Google, 2023) (Surbus, 2023)

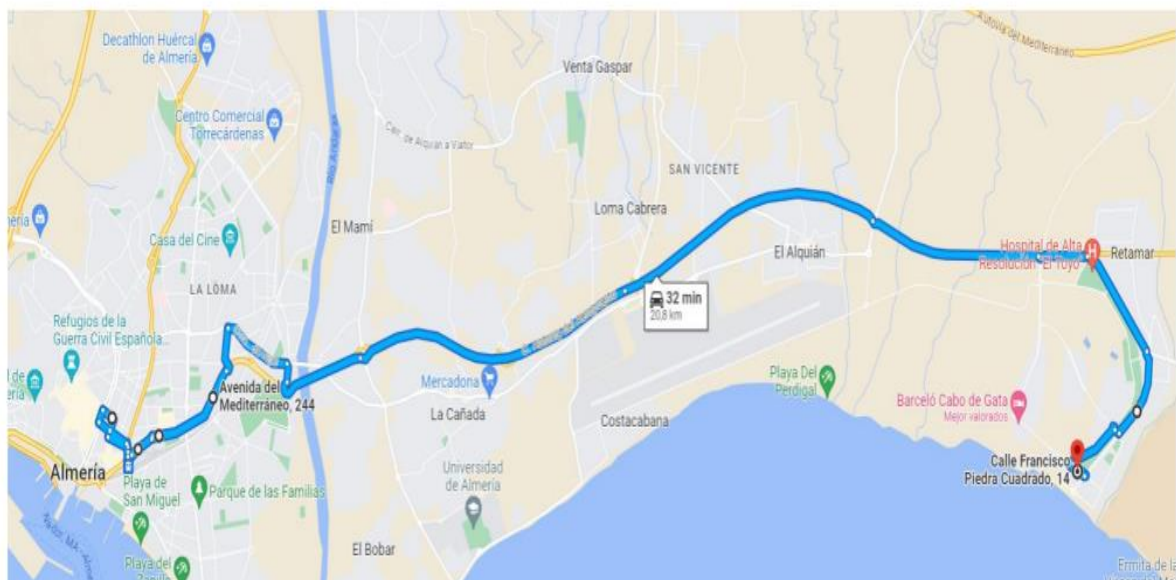


**Figura 16.**  
*Línea 30 Almería - Aeropuerto – Retamar*



Fuente: (Google, 2023) (Surbus, 2023)

**Figura 17.**  
*Línea 31 Retamar - Directo*



Fuente: (Google, 2023) (Surbus, 2023)

## ANEJO 3. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

### 1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se presenta un estudio geológico/geotécnico para el proyecto de descarbonización del transporte público por medio del Hidrógeno verde. En dicho proyecto se tienen que construir una planta fotovoltaica y una planta de producción de hidrógeno.

Vamos a esclarecer las características geológicas y geotécnicas del terreno para asegurar la realización de dichas instalaciones.

### 2. RECOPIACIÓN DE DATOS:

Hemos recopilado la información de las siguientes fuentes:

- Instituto Geológico y minero de España
- Ortografías de la Junta De Andalucía, provincia de Almería.
- Mapa provincial de Almería, a través del centro nacional de información geográfica, perteneciente al Ministerio de fomento.

### 3. Marco Geológico regional y local

#### *3.1. Marco geológico regional*

La zona de estudio se enmarca geológicamente en el sector meridional de las Cordilleras Béticas. Las cordilleras Béticas constituyen el extremo más occidental del conjunto de cadenas alpinas europeas y ocupan más de la mitad de la superficie de Andalucía. Su formación tuvo lugar durante la orogenia Alpina y estuvieron sometidas durante el Mesozoico y gran parte del Terciario a grandes esfuerzos tectónicos que provocaron movimientos de gran magnitud. Dentro de las cordilleras Béticas se distinguen dos grandes conjuntos: las Zonas Externas, compuestas por materiales de edad Mesozoica y las Zonas Internas, compuestas en su mayor parte por materiales de edad Paleozoico y Mesozoico Inferior. Los materiales de las Zonas Internas de las Cordilleras Béticas pueden subdividirse en tres grandes unidades:



- Complejo Nevado-Filábride: compuestos principalmente por micaesquistos grafitosos y feldespáticos y mármoles, de edad Paleozoica, sin descartar la presencia de materiales de edad Triásica y Precámbrica.
- Complejo Alpujárride: compuesto por un conjunto de mantos de corrimiento superpuestos, constituidos por micaesquistos, filitas, cuarcitas y calizas y dolomías de edad Paleozoica y Triásica. Estos materiales presentan un metamorfismo alpino heterogéneo, siendo más acusado en los términos inferiores (micaesquistos y filitas) y menos incipiente en los términos superiores (calizas y dolomías).
- Complejo Maláguide: compuesto por fundamentalmente por filitas y cuarcitas de edad Paleozoico y calizas y dolomías de edad Triásica. Estos materiales están escasamente afectados por el metamorfismo regional alpino

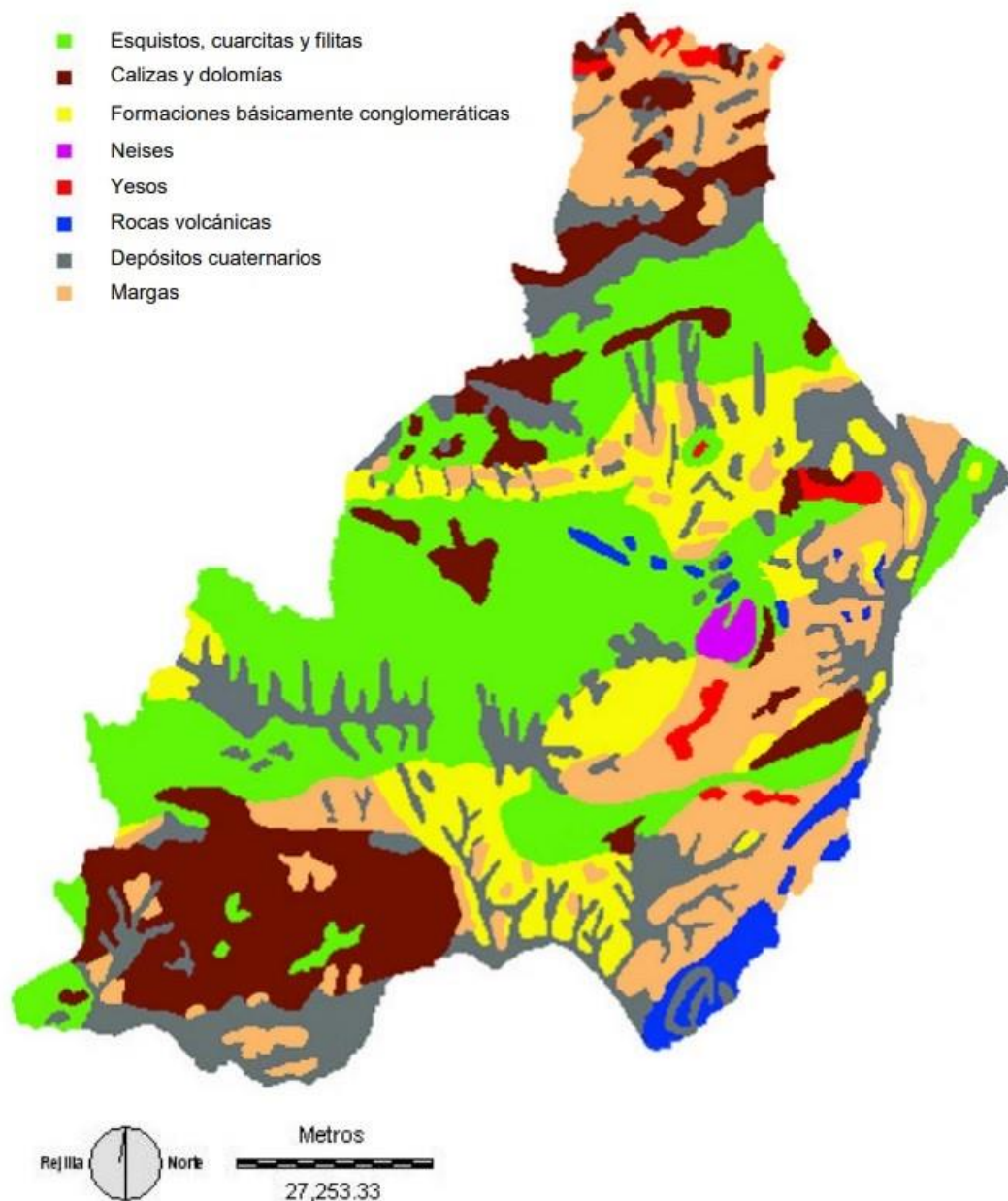
Por encima de los materiales anteriores, rellenando las depresiones y cuencas existentes entre las diferentes cadenas montañosas generadas durante la orogenia Alpina, se depositaron materiales de edades Terciario y Cuaternario. Dichos materiales presentan de forma general una escasa deformación y suelen mostrar disposiciones subhorizontales, dando lugar a relieves característicos. Dichas cuencas se depositaron en ambiente marino de carácter endorreico, con frecuentes aportes continentales. Finalmente, y durante el Pleistoceno se produjo un levantamiento generalizado que produjo el encajamiento de la red fluvial, bastante similar a la actual, predominando los procesos erosivos sobre los sedimentarios. (Consejería de transformación Económica, industria, conocimiento y Universidades., 2023)

### *3.2. Marco geológico local*

En concreto la zona de estudio se encuentra ubicada dentro de la depresión Neógena de HuércalOvera. Se trata de una cubeta sedimentaria formada por materiales de edad Pliocuarternaria cuyo zócalo está formado por materiales de edad Terciaria. En la zona se identifican diversas formas elevadas, formadas por sedimentos terciarios de carácter continental, y pequeñas cuencas, colmatadas por sedimentos aluviales cuaternarios, así como por materiales terciarios

margosos. Es frecuente la presencia de niveles cementados (“encontrados”) a techo de los materiales cuaternarios aflorantes, consecuencia de la exudación de carbonatos en clima semiárido, aunque lo hacen de forma errática y con un espesor variable. (Peinado & Sierra Aragón, 2004)

**Figura 18.**  
*Mapa litológico de Almería*



Fuente: (Peinado & Sierra Aragón, 2004)

#### 4. Geomorfología y clima

El área de estudio tiene un relieve llano y aterrazado, que comparte con zonas de montículos de relieve suavizado.

En las obras que se han levantado a su alrededor, no se observan zonas con formas erosivas de carácter relevante en los últimos años.

No hay ninguna apreciación de desprendimientos o inestabilidades que puedan afectar a la construcción de ambas plantas.

El clima es de tipo mediterráneo, cálido y seco. La temperatura media anual es de 23°C y la precipitación media anual es de 250 mm. (Peinado & Sierra Aragón, 2004)

#### 5. Estratigrafía

La estratigrafía de los materiales que afectan a las instalaciones, son las siguientes:

##### Arenas y gravas en matriz rocosas:

Son arenas arcillosas de colores rojizos con intercalaciones, sobretodo a techo, de gravas en matriz limo-arcillosa, presentando un grado de cementación variable. Son depósitos muy compactos en los que la principal estructura sedimentaria que se ha podido apreciar es la estratificación cruzada a media escala. Es frecuente que a base presente la presencia basal de un nivel de conglomerado fuertemente cementado que acostumbra a producir relieves positivos, con una base erosiva sobre los materiales margosos del terciario. Los niveles de gravas presentan clastos heterométricos y polimícticos, aunque dominan los clastos de naturaleza metamórfica, presentándose bastante redondeados. La distribución de estos niveles es errática, de poco espesor y extensión lateral. Dan lugar a relieves positivos en forma de pequeños montículos elevados topográficamente sobre las llanuras circundantes, cuya superficie aparece ocupada por materiales cuaternarios o terciarios de menor competencia. Se estima una potencia de estos materiales en la zona de estudio entre 2 a 10 m, aunque la unidad puede presentar potencias entre los 40-60 m. (Consejería de transformación Económica, industria, conocimiento y Universidades., 2023)

#### Arcillas limosas con arena:

Arcillas limosas con un contenido variable de arena y gravas, de colores grises a marrones claros, correspondiendo las diferentes fracciones granulométricas a las diferentes facies sedimentarias existentes, predominando las fracciones gruesas en las zonas correspondientes a los cauces de las ramblas actuales. Estos materiales se encuentran frecuentemente encostrados a techo en la parte intermedia del trazado, con costras de espesor variable entre 0,3 a 0,7 m, presentando una distribución errática. Dan lugar a relieves llanos y aterrizados, frecuentemente utilizados como campos de cultivo. La potencia de estos materiales es muy heterogénea, pudiendo ser entre 2,0 y 5,0 m aunque coincidiendo con los cauces de las ramblas y con las zonas de llanura de inundación pueden llegar a presentar mayor espesor. (Consejería de transformación Económica, industria, conocimiento y Universidades., 2023)

#### 6. Carácter geotécnico de los materiales

Los materiales afectados por el trazado pueden agruparse con carácter genérico en el grupo:

Formaciones aluviales del Cuaternario, Qal: Arenas limo-arcillosas con gravas. Esta unidad está constituida por arenas, en matriz limo-arcillosa, con un porcentaje de gravas variable. Presenta frecuentes intercalaciones de lentejones limo-arcillosos de poca potencia (por lo general de orden decimétrico a métrico y distribución heterogénea, correspondientes a diferentes facies sedimentarias existentes, lo que hace que esta unidad sea heterogénea. Estos materiales pueden llegar a presentar espesores de más de 30 m. Estos materiales suelen presentar a techo, sobre todo hacia la parte intermedia de la zona de estudio, la presencia de una costra carbonatada de poco espesor y distribución errática. Como características identificativas de este material, se establece su clasificación (USCS) como SM, CL, CLML, SMSC, SC, SPSM y puntualmente ml, swsm, swsc, spsm, gwgm, gpvc, con plasticidad media a nula ( $LL=46,3-NP$ ;

LLmed=19,9 y IP=23,7-NP; IPmed=5,8). Su contenido en Materia Orgánica es bajo (0,0-0,78) y el de sales solubles es bajo (0,0-0,28). (Consejería de transformación Económica, industria, conocimiento y Universidades., 2023)

## ANEJO 4. JUSTIFICACIÓN NORMATIVA DEL ESTUDIO PAISAJÍSTICO

### 1. Antecedentes:

En este anejo realizamos bajo el cumplimiento de la Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental y del Decreto 356/2010, de 3 de agosto, por el que se regula la autorización ambiental unificada, se establece el régimen de organización y funcionamiento del registro de autorizaciones de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental, de las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y de las instalaciones que emiten compuestos orgánicos volátiles, y se modifica el contenido del Anexo I de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.

Por ello, como sabemos que esta actividad tiene que ser sometida a prevención y control ambiental, nos centraremos principalmente en el ANEXO III Categorías de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental del Decreto-Ley 5/2014, de 22 de abril de medidas normativas para reducir las trabas administrativas para las empresas, en donde se relacionan, de forma pormenorizada y vigente, las actuaciones que deben someterse a algún tipo de procedimiento de prevención ambiental.

La actuación prevista está incluida en el epígrafe 2.6 BIS de dicho Anexo III y del Anexo I “Categorías de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental” de la Ley 7/2007, en donde se recoge que están sometidas a Autorización Ambiental Unificada por procedimiento abreviado (AAU\*):

“Instalaciones para producción de energía eléctrica a partir de la energía solar, destinada a su venta a la red, no incluidas en el apartado anterior ni instaladas sobre cubiertas o tejados de edificios o en suelos urbanos y que, ocupen una superficie mayor de 10 ha.”.

### 2. Objeto del estudio:

El objetivo de este estudio es el de permitir una ejecución equilibrada de la obra proyectada, valorando con anterioridad los posibles inconvenientes medioambientales del presente proyecto y comprobando el cumplimiento

detallado de los aspectos legales y vigentes, a fin de determinar su grado de seguimiento.

El objeto final del proyecto de la instalación solar fotovoltaica, de la cual, con sus excedentes, realizaremos Hidrógeno en la planta de Hidrógeno colindante, para disminuir el consumo de energías no renovables en los autobuses urbanos de la localidad de Almería.

En la zona donde está el emplazamiento de dicha instalación, hay un grado de insolación bastante bueno para poder instalar allí la presente planta solar fotovoltaica.

Tenemos una serie de hechos favorables que añadir a dicho estudio, los cuales son la existencia de accesos a la finca y puntos de conexiones próximos. Con ello disminuiríamos el impacto y los costes para la realización del punto de conexión y, de evacuación.

- Nuestro proyecto consta de los siguientes elementos:
- Accesos y red de viales interiores
- Paneles solares y red de cableado interior
- Subestación de transformación
- Línea eléctrica de evacuación
- Planta de Hidrógeno

### 3. Normativa ambiental:

Tanto la Unión Europea, el Estado Español, la Comunidad Autónoma Andaluza, las Diputaciones como los Municipios, en cumplimiento de las Directivas Europeas en materia de Medio Ambiente, de la Constitución Española, del Estatuto de Autonomía de Andalucía (aprobado por la Ley Orgánica 6/1981 de 30 de diciembre de 1981), de la Ley 7/1985, de 2 de Abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local y del Real Decreto Legislativo 781/1998, se distribuyen sus competencias - tanto de control como de ejecución - en relación a las materias con incidencia ambiental (aguas, montes, costas, etc.).

En consecuencia, y en cumplimiento de lo establecido en la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, se procede a reseñar la normativa ambiental que tenga incidencia en la actuación que nos compete.



### 3.1. Prevención ambiental

#### 3.1.1. Legislación internacional:

- Convenio sobre Evaluación del Impacto en el Medio Ambiente en un contexto transfronterizo. Espoo (Finlandia) 25 de febrero de 1991 (B.O.E. nº 261, 31/10/1997).

#### 3.1.2. Legislación de la unión europea

- Directiva 85/337/CEE, de 27 de junio (DOCE nº L175, 05/07/1985) relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Directiva 97/11/CE, de 3 de marzo, por la que se modifica la Directiva 85/337/CEE relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente. (DOCE nº L073, 14/03/1997).
- Directiva 2001/42/CE, de 27 de junio, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el Medio Ambiente (DOCE nº 197/30 de 21/07/2001).
- Directiva 2003/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de mayo de 2003, que establece la participación del público en la elaboración de ciertos planes y programas relativos al medio ambiente y que modifica en lo referente a participación ciudadana y acceso a la justicia las Directivas 85/337/CEE y 96/61/CE del Consejo (DOCE nº L156/17 de 25/06/2003).
- Directiva 2004/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de abril de 2004 sobre responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daños medioambientales (DOCE nº L143/56 de 30/04/2004).

#### 1.3.1.3.- Legislación Estatal

- Ley 26/2007 de 23 de octubre, de responsabilidad medioambiental (BOE nº 255 de 24/10/2007).
- Real Decreto 2090/2008 de 22 de diciembre, por el que se aprueba el reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007 de 23 de octubre de Responsabilidad Medioambiental (BOE nº 308 de 23/12/2008).

- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero (BOE nº 73 de 25/03/2010).
- Ley 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. (BOE nº 140 de 12/06/2013).
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental (BOE nº 296 de 11/12/2013)
- Ley 3/2015, de 29 de diciembre, de medidas en materia de gestión integrada de calidad ambiental, de aguas, tributaria y de sanidad animal. (BOE nº 28 de 02/02/2016).
- Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación (BOE nº 316 de 31/12/2016).

#### 3.1.4.- Legislación Autonómica:

- Decreto 12/1999, de 26 de enero, por el que se regulan las Entidades Colaboradoras de la Consejería de Medio Ambiente en materia de Protección Ambiental (BOJA nº 25 de 27/02/1999).
- Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental. (BOJA nº 143 de 20/07/2007).
- Decreto 356/2010, de 3 de agosto, por el que se regula la autorización ambiental unificada, se establece el régimen de organización y funcionamiento del registro de autorizaciones de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental, de las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y de las instalaciones que emiten compuestos orgánicos volátiles, y se modifica el contenido del Anexo I de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental. (BOJA nº 157 de 11/08/2010).
- Decreto-ley 3/2015, de 3 de marzo, por el que se modifican las Leyes 7/2007, de 9 de julio, de gestión integrada de la calidad ambiental de Andalucía, 9/2010, de 30 de julio, de aguas de Andalucía, 8/1997, de 23 de diciembre, por la que se aprueban medidas en materia tributaria,

presupuestaria, de empresas de la Junta de Andalucía y otras entidades, de recaudación, de contratación, de función pública y de fianzas de arrendamientos y suministros y se adoptan medidas excepcionales en materia de sanidad animal (BOJA nº 48 de 11/03/2015).

### *3.2.- Atmósfera y calidad del aire:*

#### 3.2.1. Legislación europea e internacional

- Directiva 96/91/CE del Consejo, de 24 de septiembre de 1996, relativa a la prevención y al control integrado de la contaminación (IPPC).
- Directiva 96/62/CE del Consejo, de 27 de septiembre de 1996, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente.
- Directiva 1999/102/CE de la Comisión, de 15 de diciembre de 1999, relativa a las medidas contra la contaminación atmosférica causada por las emisiones de los vehículos de motor.

#### 3.2.2. Legislación Estatal

- Decreto 833/1975, de 6 de febrero, que desarrolla la Ley 38/1972, de 22 de diciembre de Protección del ambiente atmosférico (BOE nº 96 de 22/04/1975).
- Real Decreto 1154/1986, de 11 de abril, sobre declaración por el Gobierno de zonas de atmósfera contaminada, modificando parcialmente el Real Decreto 1613/1985 de 1 de agosto (BOE nº 146 de 19/06/1986).
- Ley 16/2002, de 1 de julio de Prevención y Control Integrados de la Contaminación. (BOE nº 157 de 02/07/02).
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, que deroga la Ley 38/1972, de 22 de diciembre de Protección del ambiente atmosférico (BOE nº 275 16/11/2007).

#### 3.2.3.- Legislación Autonómica

- Decreto 74/1996, de 20 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de la Calidad del Aire (BOJA nº 30, 7/3/1996).
- Decreto 151/2006, de 25 de julio, por el que se establecen los valores límite y la metodología a aplicar en el control de las emisiones no

canalizadas de partículas por las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera.

- Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental. (BOJA nº 143 de 20/07/2007).

### 3.3.- Ruidos y vibraciones

#### 3.3.1.- Legislación Europea e Internacional

- Directiva 2000/14/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, 8 de mayo de 2000, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre emisiones sonoras en el entorno debidas al uso de máquinas al aire libre.
- Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados del ruido.
- Directiva 2005/88/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de diciembre de 2005, por la que se modifica la Directiva 2000/14/CE relativa a aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre emisiones sonoras en el entorno debidas a las máquinas de uso al aire libre.

#### 3.3.2.- Legislación Estatal

- Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre. Deroga el Real Decreto 245/1989, de 27 de Febrero, sobre determinación y limitación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra (BOE nº 52 de 01/03/2002).
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido (BOE nº 276, 18/11/2003).
- Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental (BOE nº 301 de 17/12/2005).
- Real Decreto 524/2006, de 28 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones

sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre (BOE nº 106, 04/05/2006).

- Real Decreto 286/2006 de 10 de marzo, sobre protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido (BOE nº 60 11/03/2006).
- Real Decreto 1367/2007 de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003 de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas (BOE nº 254 23/10/2007).

### 3.3.3.- Legislación autonómica

- Decreto 74/1996, de 20 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de la Calidad del Aire (BOJA nº 30, 7/3/1996). Derogado en lo referente al ruido por Decreto 326/2003 de 25 de noviembre.
- Decreto 326/2003 de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía (BOJA nº 243 de 18/12/03).
- Orden de 29/6/2004, sobre técnicos acreditados y actuación subsidiaria de la Consejería de Medio Ambiente en materia de Contaminación acústica (BOJA nº 133, 08/07/2004).
- Orden de 26 de julio de 2005, por la que se aprueba el modelo tipo de ordenanza municipal de protección contra la contaminación acústica (BOJA nº 158, 16/08/2005).
- Orden 18 de enero de 2006, de Contaminación Acústica (BOJA nº 24 de 06/02/2006).
- Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental. (BOJA nº 143 de 20/07/2007).

### 3.4.- Aguas Continentales

#### 3.4.1.- Legislación de la Unión Europea

- Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. (DOCE nº L327, 22/12/2000).

### 3.4.2.- Legislación Estatal

- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, que aprueba el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, modificado por R.D. 606/2003 de 23 de mayo (BOE nº 103 30/04/1986).
- Real Decreto 927/1988, de 29 de julio, que aprueba el Reglamento de Administración Pública del Agua y de Planificación Hidrológica (BOE nº 209 31/08/1988).
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas (BOE nº 176 de 24/07/2001).
- Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional (BOE nº 161 de 06/07/2001).
- Real Decreto 606/2003, de 23 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminares, I, IV, V, VI y VIII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas (BOE nº 135 06/06/2003).
- Real Decreto Ley 2/2004, de 18 de junio, por el que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional (BOE nº 148 de 19/06/2004).
- Real Decreto 2129/2004, de 29 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 650/1987, de 8 de mayo, por el que se definen los ámbitos territoriales de los organismos de cuenca y de los planes hidrológicos (BOE nº 268 de 06/11/2004).
- Real Decreto 2130/2004, de 29 de octubre, sobre traspaso de funciones y servicios de la Administración del Estado a la Comunidad Autónoma de Andalucía en materia de recursos y aprovechamientos hidráulicos (Confederación Hidrográfica del Sur) (BOE nº 276 de 16/11/2004).
- Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica (BOE nº 229 de 22/09/2008).

### 3.4.3.- Legislación Autonómica

- Decreto 55/2005, de 22 de febrero, por el que se aprueban los Estatutos del organismo autónomo Agencia Andaluza del Agua. (BOJA 51/2005, de 14/03/2005).

- Modificado por el Decreto 75/2006, de 28 de marzo, por el que se modifican los estatutos de la Agencia Andaluza del Agua, aprobados por Decreto 55/2005, de 22 de febrero (BOJA nº 64 de 04/04/2006).
- Ley 9/2010, de 30 de julio, de Aguas para Andalucía. (BOJA nº 155 de 09/08/2010 y BOE nº 208 de 27/08/2010).

### 3.5.- Residuos

#### 3.5.1.- Legislación Europea e Internacional

- Directiva 1994/31/CE de 27 de junio de 1994, que modifica la Directiva 1991/689/CEE de 12 de diciembre (DOCE nº L168 de 02/07/1994).
- Directiva 1999/31/CE del Consejo, de 26 de abril, relativa al vertido de residuos (DOCE nº L182 de 16/07/1999).

#### 3.5.2.- Legislación Estatal

- Ley 11/1997 de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases (BOE nº 99 de 24/04/97).
- Real Decreto 782/1998 de 30 de abril, que desarrolla la Ley 11/1997 (BOE nº 104 de 1/05/98).
- Real Decreto 1481/2001 de 27 de diciembre, por el que se regula la Eliminación de Residuos mediante Depósito en Vertedero (BOE nº 25 de 29/01/2002).
- Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos (BOE nº 43 de 19/02/02). Corrección de errores en BOE nº 61 de 12/03/2002.
- Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados (BOE nº 15 de 18/01/05).
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE nº 38 de 13/02/08).



- Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero de 2008, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos. (BOE nº 37 de 12/02/2008).
- Resolución del 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015. (BOE nº 49 de 26/02/2009).
- Real Decreto 1304/2009 de 31 de Julio, por el que se modifica el Real Decreto 1481/2001 de 27 de diciembre, por el que se regula la Eliminación de Residuos mediante Depósito en Vertedero (BOE nº 25 de 29/01/2002).
- Resolución de 16 de noviembre de 2015, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 2015, por el que se aprueba el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022.

### 3.5.3.- Legislación Autonómica

- Decreto 218/1999, de 26 de octubre, por el que se aprueba el Plan Territorial de Gestión de Residuos Urbanos de Andalucía (BOJA nº 134 de 18/11/99).
- Decreto 99/2004 de 9 de marzo por el que se aprueba el Plan de Residuos de la Comunidad Autónoma de Andalucía (BOJA nº 99 de 01/04/04).
- Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental. (BOJA nº 143 de 20/07/2007).
- Decreto 7/2012 de 17 de enero, por el que se aprueba el Plan de Prevención y Gestión de Residuos Peligrosos de Andalucía 2012-2020 (BOJA nº 28 de 10/02/2012).
- Decreto 73/2012 de 20 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía (BOJA nº 81 de 26/04/2012).

### 3.6.- Vertidos

#### 3.6.1.- Legislación de la Unión Europea

- Directiva 91/271/CEE, del Consejo, de 21 de mayo, sobre tratamiento de aguas residuales urbanas (DOCE nº L01 de 03/01/1994).

- Directiva 99/31/CE, del Consejo, de 26/04/99, relativa al vertido de residuos (DOCE nº L182 de 16/07/1999).

### 3.6.2.- Legislación Estatal

- Orden de 12 de noviembre de 1987 sobre vertidos de aguas residuales (BOE nº 280 de 23/11/1987).
- Real Decreto 258/89, de 10 de marzo, por el que se establece la normativa general sobre vertidos de sustancias peligrosas desde tierra al mar (BOE nº 64 de 16/03/89).
- Real Decreto Ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas (BOE nº 312 de 30/12/95).
- Real Decreto 509/1996, de 15 de Marzo, de desarrollo del Real Decreto-Ley 11/1995, de 28 de Diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas (BOE nº 77 de 29/03/1996).

### 3.6.3.- Legislación Autonómica

- Decreto 109/2015, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Vertidos al Dominio Público Hidráulico y al Dominio Público Marítimo-Terrestre de Andalucía (BOJA nº 89 de 12/05/2015).

## 3.7.- Flora y Fauna

### 3.7.1.- Legislación Europea e Internacional

- Convenio RAMSAR, de 2 de febrero de 1971, ratificado por Instrumento de 18 de marzo de 1982, relativo a Humedales de importancia internacional, especialmente como hábitats de aves acuáticas.
- Convenio sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) hecho en Washington el 3 de marzo de 1973.
- Convenio de Bonn, de 23 de junio de 1979, sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (DOCE nº 210 18/07/1982 y BOE nº 259 29/10/1985).

- Convenio de Berna de 19 de septiembre de 1979, relativo a la Conservación de la vida silvestre y del medio natural de Europa (DOCE nº 38 de 10/02/1982 y BOE nº 235 de 1/10/86).
- Directiva 92/43/CEE, del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (DOCE nº L206 22/07/1992).
- Directiva 97/62/CE del Consejo de 27 de octubre de 1997 por la que se adapta al progreso científico y técnico la Directiva 92/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres (DOCE nº L305 08/11/1997).
- Decisión 98/746/CE del Consejo relativa a la aprobación, en nombre de la Comunidad, de la modificación de los anexos II y III del Convenio de Berna relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural de Europa, adoptada durante la decimoséptima reunión del comité permanente del Convenio (DOCE nº L358/114, 31/12/1998).
- Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre, relativa a la conservación de aves silvestres (DOUE nº 20 de 26/01/2010).

### 3.7.2.- Legislación Estatal

- Instrumento de Adhesión de España al Convenio de RAMSAR de 18 de marzo de 1982, (BOE nº 199 de 20/08/1982).
- Real Decreto 1095/1989, de 8 de septiembre, sobre especies objeto de caza y pesca y su se establecen normas para su protección (BOE nº 218 12/09/1989).
- Real Decreto 1118/1989, de 15 de septiembre, sobre especies objeto de caza y pesca comercializables (BOE nº 224 de 19/09/1989).
- Real Decreto 873/90, de 6 de Julio, sobre Régimen de ayudas para actividades privadas en materia de conservación de la Naturaleza (BOE nº 164 de 10/06/1990).
- Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por la que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (BOE nº 310 28/12/1995).

- Real Decreto 1739/1997, de 20 de noviembre, sobre medidas de aplicación del Convenio sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) realizado en Washington el 3 de marzo de 1973 y del Reglamento (CE) 338/1997, (BOE nº 285 de 28/11/1997).
- Real Decreto 1193/1998, de 12 de junio, por el que se modifica el RD 1997/1995, de 7 de diciembre, que establece medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (BOE nº 151 de 25/07/1998).
- Real Decreto 1421/2006, de 1 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres (BOE nº 288 de 02/12/2006).
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. (B.O.E. nº 299 de 14/12/07).
- Real Decreto 1424/2008, de 14 de agosto, por el que se determinan la composición y las funciones de la Comisión Estatal para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad, se dictan las normas que regulan su funcionamiento y se establecen los comités especializados adscritos a la misma (BOE nº 221 de 12/09/2008).
- Real Decreto 1432/2008 de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y electrocución en líneas de alta tensión (BOE nº 222 de 13/09/2008).
- Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas (BOE nº46 de 23/02/2011).
- Real Decreto 1015/2013, de 20 de diciembre, por el que se modifican los anexos I, II y V de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (BOE nº 305 de 21/12/2013).

### 3.7.3.- Legislación Autonómica

- Ley 8/2003, de 28 de octubre de la flora y fauna silvestres (BOJA nº 218 de 12/11/03).

- Decreto 178/2006, de 10 de octubre, por el que se establecen normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión. (BOJA nº 209 de 26/10/2006).
- Orden 4 de junio de 2009, por la que se delimitan las áreas prioritarias de reproducción, alimentación, dispersión y concentración de especies de aves incluidas en el Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas y se dispone la publicación de las zonas de protección existentes en la Comunidad Autónoma de Andalucía en las que serán de aplicación las medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en las líneas eléctricas aéreas de alta tensión (BOJA nº 139 de 20/07/09).
- Decreto 23/2012, de 14 de febrero, por el que se regula la conservación y el uso sostenible de la flora y la fauna silvestres y sus hábitats (BOJA nº60 de 27/03/2012).

### 3.8.- *Patrimonio Histórico*

#### 3.8.1.- *Legislación Estatal*

- Ley 23/1982, de 16 de junio, reguladora del Patrimonio Nacional (BOE nº 148, 22/06/82).
- Ley 16/1985, de 25 de junio, de Patrimonio Histórico Español (BOE nº 155 de 29/06/1985).
- Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985 de 25 de junio, modificado por RD 64/94, de 21 de enero (BOE nº 24 de 28/01/1986).
- Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 23/1982, reguladora del Patrimonio Nacional.
- Real Decreto 64/1994 de 21 de enero por el que se modifica el Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio del Patrimonio Histórico Español (BOE nº 52 de 02/03/1994).
- Real Decreto 162/2002, de 8 de febrero, por el que se modifica el artículo 58 del Real Decreto 111/1986 de 10 de enero de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español (BOE nº 35 de 09/02/2002).

- Ley 33/2003 de 3 de noviembre del Patrimonio de las Administraciones Públicas (BOE nº264 04/11/2003).

### 3.8.2.- Legislación Autonómica

- Decreto 4/1993, de 26 de enero, Reglamento de Organización Administrativa del Patrimonio Histórico Andaluz (BOJA nº 18 de 18/02/1993).
- Decreto 19/1995, de 7 de febrero, sobre Protección y Fomento del Patrimonio Histórico Andaluz (BOJA nº 43 de 17/03/1995).
- Decreto 168/2003 de 17 de junio, Reglamento de Actividades Arqueológicas (BOJA nº 134 de 15/07/2003)
- Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía (BOJA nº 248 de 19/12/07).
- Decreto 379/2009 de 1 de diciembre por el que se modifica el Decreto 168/2003 de 17 de junio, Reglamento de Actividades Arqueológicas (BOJA nº 244 de 16/12/2009).

### 3.9.- Ordenación Urbanística y Territorial

#### 3.9.1.- Legislación Estatal

- Reglamentos de desarrollo de la Ley del Suelo de 1976.
- Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la ley de Suelo (BOE nº 66 de 18/03/1993).

#### 3.9.2.- Legislación Autonómica

- Resolución de aprobación definitiva del Plan especial de Protección del Medio Físico y Catálogo de espacios y bienes protegidos de la Provincia de Almería.
- Ley 1/1994, de 11 de enero, de Ordenación del Territorio de la C.A. de Andalucía (BOJA nº 8 de 22/01/1994).
- Decreto 77/1994, de 5 de abril, de Ordenación del Territorio y Urbanismo.
- Decreto 102/1999, de 27 de abril, por el que se modifica el 77/1994, de 5 de abril, por el que se regula el ejercicio de las competencias de la Junta de Andalucía en materia de Ordenación del Territorio y Urbanismo, determinándose los órganos a los que se atribuyen (BOJA nº 63 de 01/06/1999).

- Ley 1/2006, de 16 de mayo, modificación de la Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía, de la Ley 1/1996, de 10 de enero, de Comercio Interior de Andalucía y de la Ley 13/2005, de 11 de noviembre, de Medidas para la Vivienda Protegida y el Suelo (BOJA nº 98 de 24/05/06).
- Decreto 129/2006, de 27 de junio, por el que se aprueba el Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (BOJA nº 126 de 17/07/2006).
- Resolución de la Dirección General de Urbanismo, por la que se dispone la publicación del Plan Especial de Protección del Medio Físico y Catálogo de Espacios y Bienes Protegidos de la provincia de Almería.
- Ley 2/2012, de 30 de enero, de modificación de la Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía (BOJA nº 26 de 08/02/2012 y BOE nº 46 de 23/02/2012).

### 3.9.2.- Normas municipales

- PGOU de Almería.

## 3.10.- Referencias Normativas Básicas

### 3.10.1 General

Son de afección principalmente tres Leyes de la comunidad autónoma de Andalucía en lo referente al trámite, y un Decreto principal en cuanto a la regulación del aspecto administrativo:

- La Ley 2/2007, de 27 de marzo, de Fomento de las energías Renovables Andalucía (consolidada octubre 2014)
- Ley GICA: Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental; TEXTO CONSOLIDADO: Última modificación de 12 de enero de 2016
- La Ley de Ordenación Urbanística de Andalucía, Ley 7/2002 (revisión de 2013)
- Ley 3/2014, de 1 de octubre, de medidas normativas para reducir las trabas administrativas para las empresas



### 3.10.2 En referencia a la ley GICA

Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, en su texto consolidado de 12 de enero de 2016, nos sería de aplicación el punto 2.6 del ANEXO I es decir trámite de Autorización Ambiental Unificada.

### 3.10.3 En referencia a la Ley de fomento de las EERR de Andalucía

Texto Consolidado (Última modificación, de 9 de octubre de 2014) de la LEY 2/2007, de 27 de marzo, de Fomento de las energías Renovables Andalucía, destacamos:

Artículo 1. Objeto, finalidad y ámbito de aplicación

4. Las disposiciones de esta Ley están también dirigidas, en el marco de la planificación energética de la Junta de Andalucía, al cumplimiento de los planes, programas y normativa de la Unión Europea y de España en materia de ahorro y eficiencia energética y de fomento de las energías renovables, así como a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en territorio andaluz en consonancia con los compromisos adquiridos por el Estado Español con su adhesión al Protocolo de Kioto. [...]

Artículo 3. Principios generales. Son principios inspiradores de la presente Ley:

- La primacía en la producción y en la utilización de las energías renovables sobre el resto de las energías primarias.
- El impulso de las prácticas más viables que hagan posible el ahorro y la eficiencia energética, incluyendo el uso de sistemas que garanticen la transformación eficiente de las energías primarias en energía final.
- La solidaridad colectiva en el uso de la energía.

Artículo 4. Primacía de las energías renovables.

[...]

2. Las energías renovables tendrán primacía sobre las energías convencionales. Este hecho quedará reflejado en la planificación energética y tendrá incidencia en la ordenación del territorio conforme al artículo 11 de la presente Ley.

3. Al objeto de garantizar el uso de las energías renovables para la obtención de energía final, se declara de utilidad pública o de interés social, a

efectos de expropiación forzosa y de imposición y ejercicio de servidumbres, el aprovechamiento de los bienes y derechos necesarios para su generación, transporte, distribución y aprovechamiento.

Artículo 12. La implantación de las actuaciones de producción de energía eléctrica mediante fuentes energéticas renovables y el procedimiento urbanístico.

1. Las actuaciones de construcción o instalación de infraestructuras, servicios, dotaciones o equipamientos vinculados a la generación mediante fuentes energéticas renovables, incluidos su transporte y distribución, que se ubiquen en Andalucía, sean de promoción pública o privada, serán consideradas como Actuaciones de Interés Público a los efectos del Capítulo V del Título I de la Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía.

Artículo 15. Deber de promoción de las energías renovables.

En el ámbito territorial de Andalucía, los poderes públicos pondrán en marcha los instrumentos necesarios para impulsar, promover y, en su caso, incentivar las conductas y acciones de fomento de las energías renovables en las que se manifiesten la solidaridad colectiva y la colaboración social.

[...]

#### [3.10.4.- Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de ordenación urbanística de Andalucía](#)

Destacamos,

Disposición Adicional Séptima.

[...]

2. En las autorizaciones de dichas actuaciones a otorgar por la Consejería competente en materia de energía, se incluirán las condiciones para el cumplimiento de lo dispuesto en el apartado 6 del artículo 52, entre ellas la necesaria prestación de garantía por una cuantía igual al importe de los gastos de restitución de los terrenos a su estado original, para lo que se deberá presentar proyecto de desmantelamiento y restitución.

3. Las actuaciones indicadas en el párrafo primero requerirán, además de las autorizaciones que procedan de acuerdo con el resto de las normas de aplicación, el otorgamiento de la correspondiente licencia urbanística municipal, previo informe de la Consejería competente en materia de urbanismo.

4. A los expedientes de otorgamiento de licencia urbanística municipal en tramitación, les será de aplicación lo establecido en esta disposición, para lo cual los titulares de las construcciones o instalaciones deberán presentar ante la Consejería con competencias en materia de energía un proyecto de desmantelamiento y restitución de los terrenos, a fin de dictar resolución sobre el importe de la garantía mencionada en el párrafo segundo, antes de dicho otorgamiento.

#### 3.10.5 En referencia a la Ley 3/2014

En función de la aplicación del artículo 6 de, el punto 5 del artículo 12 de la Ley 2/2007, quedo redactado así:

"5. Para las actuaciones de interés público vinculadas a la generación y evacuación de energía eléctrica mediante energía renovable (que son todas las renovables, independientemente de la potencia, según art.1 ley 2/2007), la aprobación del proyecto de actuación o el plan especial, en su caso, previstos en el apartado 3 del artículo 42 de la Ley 7/2002, de 17 de diciembre, será sustituida por la emisión de informe favorable por parte de la Consejería competente en materia de urbanismo. Para ello, previamente a la obtención de la licencia urbanística y una vez obtenidas las autorizaciones correspondientes, el promotor deberá solicitar dicho informe presentando la documentación correspondiente".

#### 3.10.6.- En referencia al DECRETO-LEY 2/2018, DE JUNIO, DE SIMPLIFICACIÓN DE NORMAS Y FOMENTO DE EERR

El artículo 3 del Decreto-ley establece una medida consistente en la declaración de proyectos estratégicos, que responde a la necesidad perentoria de impulsar el aprovechamiento de recursos renovables en Andalucía y recuperar la posición de liderazgo.

Los proyectos para instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovable no acogidas a los regímenes retributivos específicos, como es este caso, tendrán en sus distintos trámites administrativos un impulso preferente y urgente ante cualquier administración pública andaluza.

Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas

Artículo 33. Tramitación de urgencia.

1. Cuando razones de interés público lo aconsejen, se podrá acordar, de oficio o a petición del interesado, la aplicación al procedimiento de la tramitación de urgencia, por la cual se reducirán a la mitad los plazos establecidos para el procedimiento ordinario, salvo los relativos a la presentación de solicitudes y recursos.

2. No cabrá recurso alguno contra el acuerdo que declare la aplicación de la tramitación de urgencia al procedimiento, sin perjuicio del procedente contra la resolución que ponga fin al procedimiento.

## ANEJO 5. CÁLCULOS DISEÑO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO

Teniendo en cuenta la estequiometría de la reacción de electrólisis del agua, en la producción de 1 mol de  $H_2$  se requerirá 1 mol de  $H_2O$  que, producirá 1/2mol de  $O_2$  del hidrógeno.

Primero calcularemos cuantos moles de hidrógeno son los 878kg de hidrógeno/diarios que se necesitan, calculados en el punto 9.2:

$$n = \frac{878kg \frac{H_2}{día}}{2 \frac{kg \text{ de } H_2}{Kmol \text{ } H_2}} = 439 \text{ } Kmola \frac{H_2}{día}$$

La demanda de agua necesaria será:

$$m = 439 \text{ } Kmola \frac{H_2O}{día} \cdot 18 \frac{kg \text{ de } H_2O}{Kmol \text{ } H_2O} = 7902 \text{ } kg \text{ de } \frac{H_2O}{día}$$

Se adopta una eficiencia del 50% de la planta de producción y se asume una pérdida del 30% del agua por alta concentración de salinidad. De esta forma el agua que se requiere para alimentar al electrolizador será:

$$m = \frac{7902 \text{ } kg \text{ de } \frac{H_2O}{día}}{0,5 \cdot 0,7} = 22577,143 \text{ } kg \text{ de } \frac{H_2O}{día}$$

A su vez se producirán la mitad de Kmola de  $O_2$  que de  $H_2$ :

$$n = \frac{439 \text{ } Kmola \frac{H_2}{día}}{2 \frac{Kmol \text{ } H_2}{Kmol \text{ } O_2}} = 219,5 \text{ } Kmola \frac{O_2}{día}$$

Que corresponden a:

$$m = 219,5 \text{ } Kmola \frac{O_2}{día} \cdot 32 \frac{kg \text{ de } O_2}{Kmol \text{ } O_2} = 7024 \text{ } kg \text{ de } \frac{O_2}{día}$$

Teniendo en cuenta las densidades en condiciones normales de la tabla 1, los caudales normales producidos serán los siguientes:

**Tabla 1.**

*Densidades normales Hidrógeno, Oxígeno y Agua de mar.*

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	25°C, 1bar
Hidrógeno	0,0893
Oxígeno	1,331
Agua de mar	1027

Fuente: Elaboración propia.

$$v = \frac{878 \text{ kg } \frac{H_2}{\text{día}}}{0,0893 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 9832,027 \text{ Nm}^3 \text{ de } \frac{H_2}{\text{día}}$$

$$v = \frac{7024 \text{ kg de } \frac{O_2}{\text{día}}}{1,331 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 5277,235 \text{ Nm}^3 \text{ de } \frac{O_2}{\text{día}}$$

$$v = \frac{22577,143 \text{ kg de } \frac{H_2O}{\text{día}}}{1027 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 21,986 \text{ Nm}^3 \text{ de } \frac{H_2O}{\text{día}}$$

En la siguiente tabla, se resume el balance de masa de la planta de hidrógeno:

**Tabla 2.**

*Balance de masa planta hidrógeno*

	Agua de mar	Hidrógeno	Oxígeno
Flujo (kg/día)	22577	878	7024
Flujo Nm <sup>3</sup> /día	22	9832	5277

Fuente: Elaboración propia

La cantidad de agua necesaria de agua por kg de hidrógeno producido será:

$$\frac{21,986 \text{ Nm}^3 \text{ de } \frac{H_2O}{\text{día}}}{878 \text{ kg de } \frac{H_2}{\text{diarios}}} = 0,025038 \frac{\text{Nm}^3 \text{ de } H_2O}{\text{kg de } H_2} \cdot 1000 \frac{\text{l}}{\text{m}^3} = 25,038 \frac{\text{l de } H_2O}{\text{kg de } H_2}$$

El electrolizador se sobrediseñó un 25% por encima del caudal de operación normal. A continuación, se calcula su caudal nominal teniendo en cuenta que trabajará 10h al día:

$$Q_{\text{nominal electrolizador}} = 9832,027 \text{ Nm}^3 \text{ de } \frac{H_2}{\text{día}} * 1,25 * \frac{1 \text{ día}}{10h} = 1229,003 \text{ Nm}^3 \text{ de } \frac{H_2}{h}$$

## ANEJO 6. CÁLCULOS DISEÑO DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA

### 1. Inclinación Óptima de los Módulos.

La primera especificación que debemos tener para el estudio de una instalación fotovoltaica es la inclinación óptima de los módulos, ya que la cantidad de energía provocada por la radiación directa que puede captar una superficie expuesta a la luz solar dependerá del ángulo de  $\beta$ , el formado por los rayos y normal para una superficie determinada. Este ángulo  $\beta$  es el que forma el panel con horizontal. También se deben tener en cuenta las variables de ángulo de declinación ( $\delta$ ) y latitud ( $\phi$ ).

En primer lugar, debemos cambiar los grados de la longitud ``L`` (coordenadas geográficas) en radianes:

$$L = -2,328129 \times \frac{\pi}{180} = -0,04063(rad)$$

Ahora podemos obtener el valor del ángulo de declinación ( $\delta$ ):

$$\delta = \frac{1}{\sin(\sin(L) \times \sin(23,44))} = \frac{1}{\sin(\sin(-0,04063) \times \sin(23,44))} = 24,81^\circ$$

Habiendo obtenido el valor de la declinación, se puede calcular el ángulo óptimo de inclinación para solsticios de verano e invierno, así como para equinoccios:

- INVIERNO  $\rightarrow \beta_{opt} = \phi + \delta = 36,8411234^\circ + 24,81^\circ = 61,651^\circ$
- EQUINOCIOS  $\rightarrow \beta_{opt} = \phi = 36,8411234^\circ$
- VERANO  $\rightarrow \beta_{opt} = \phi - \delta = 36,8411234^\circ - 24,81^\circ = 12^\circ$

La ecuación para obtener el ángulo óptimo es:

$$Opt(max) = 3,7 + 0,69|\phi| = 3,7 + 0,69 \times |36,8411234| = 29,12^\circ$$

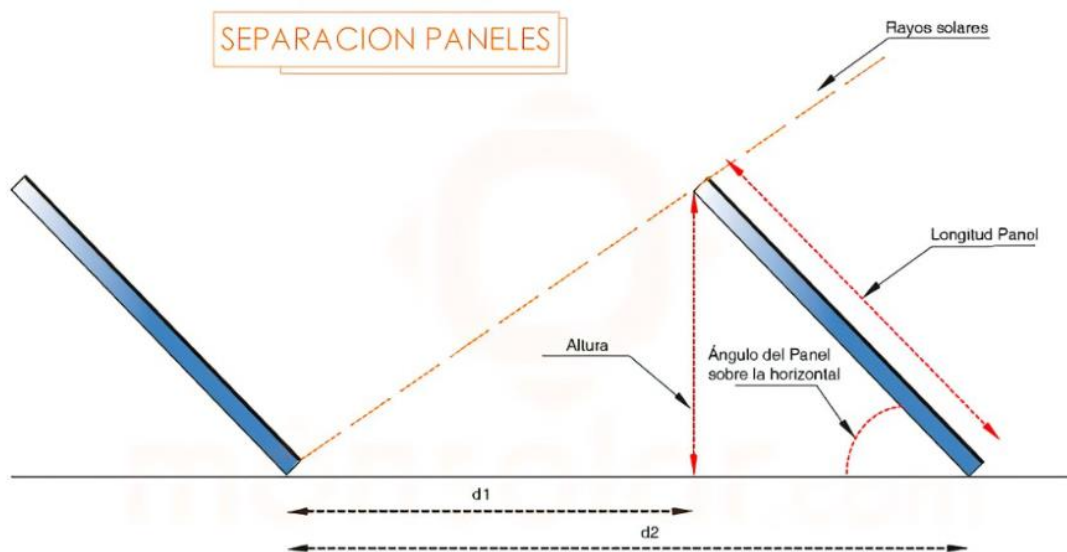
La inclinación óptima resultante es de  $29,12^\circ$ , pero para una mayor facilidad a la hora de ajustar el ángulo en la estructura, se ha optado por dotarles de una inclinación de  $30^\circ$ .



## 2. Distancia entre Módulos.

Uno de los factores a tener en cuenta en una instalación fotovoltaica lastrada, como es nuestro proyecto, una vez obtenida la inclinación que se le va a otorgar a los módulos fotovoltaicos es la separación mínima que debe haber entre ellos para evitar que se den sombra. Para ello se emplea la siguiente ecuación, en donde  $h$  es la diferencia entre la parte superior de una fila y la parte baja de la siguiente.

**Figura 19.**  
Distancia entre módulos



Fuente: (monsolar, s.f.) (European Commission, 2023)

$$d = \frac{1 \times h}{\tan(61 - \text{Latitud})} = \frac{\text{Altura del Panel} \times \sin(\theta)}{\tan(61 - \text{Latitud})}$$

Donde:

- $\theta$ : es el ángulo de inclinación que se desea emplear en la instalación.
- Altura del Panel: longitud del lado que hace la función de vela.
- Latitud: primera coordenada geográfica de la ubicación

Siendo las coordenadas geográficas, la altura del panel y la inclinación:

- Latitud: 36,8411234
- Longitud: -2,328129
- Altura del panel: 2,278 (m)
- Inclinación: 30°

La distancia mínima resultante que debería haber entre módulos sería de:

$$d = \frac{2,278 \times \sin(30^\circ)}{\tan(61 - 36,8411234)} = 7,62(m)$$

Como se dispone de espacio suficiente, se ha optado por dotar a la instalación de una separación de 10 metros entre final de una vela y comienzo de la otra.

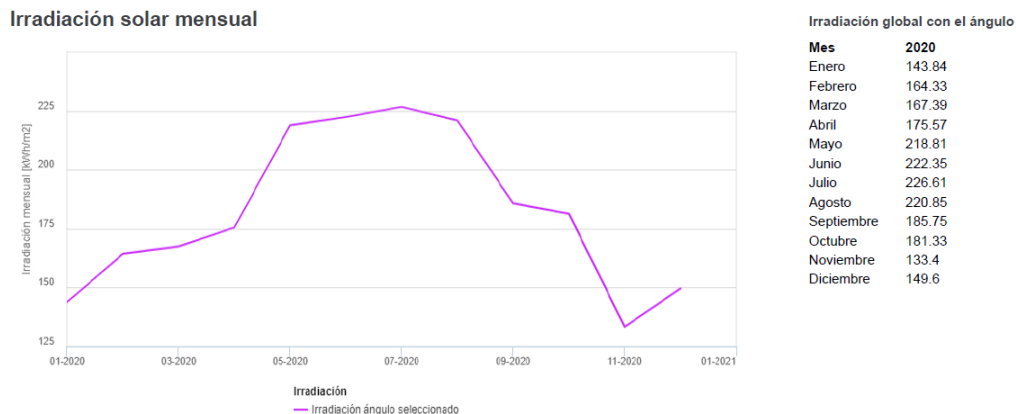
### 3. Cálculo de Potencia.

Tras determinar el ángulo de inclinación y la distancia mínima entre paneles, se procede a calcular o a realizar una estimación de cuánto va a ser la demanda en los dos semestres en los que se descomponen el año. Siendo “Primavera-verano” el primero y “Otoño-Invierno”.

Se debe determinar la Irradiación media de cada mes, para ello nos basamos en los datos proporcionados por el programa PVGIS:

**Figura 20.**

*Curva y valores de irradiación media mensuales*



Fuente: (European Commission, 2023)

La irradiación media diaria por semestre se determina mediante la siguiente ecuación

$$G_{dm} = \frac{\sum_{mesinicial}^{mesfinal} IrradiaciónMensual}{6}$$

Para los meses de “marzo-agosto” se obtiene un valor de 205,26 (kWh/m<sup>2</sup> mes) y el “septiembre-febrero” es de 159,71 (kWh/m<sup>2</sup> mes).

El siguiente objeto es determinar el consumo medio mensual, como no se tiene registro y se ha dimensionado la planta de hidrógeno que produzca de manera constate durante todos los días, de tal modo que el consumo de energía vendrá determinado por el número de días que disponen los meses.

**Tabla 3.**  
*Obtención de kWh mensuales*

	días	kWh diario	kWh mensuales
Enero	31	75.726	2347519,078
Febrero	28	75.726	2120339,813
Marzo	31	75.726	2347519,078
Abril	30	75.726	2271792,656
Mayo	31	75.726	2347519,078
Junio	30	75.726	2271792,656
Julio	31	75.726	2347519,078
Agosto	31	75.726	2347519,078
Septiembre	30	75.726	2271792,656
Octubre	31	75.726	2347519,078
Noviembre	30	75.726	2271792,656
Diciembre	31	75.726	2347519,078

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar el consumo medio mensual de la demanda, se hace una suma de la demanda total por semestre y se divide entre el número de meses que lo componen:

$$E_d = \frac{\sum_{mesinicial}^{mesfinal} ConsumoMensual}{6}$$

Obteniéndose un valor de 2.322.277 (kWh/m<sup>2</sup> mes) para el primer semestre y de 2284413 (kWh/m<sup>2</sup> mes) para el segundo.

Por último, para determinar la potencia mínima por semestres se emplea la siguiente ecuación.

$$P_{min} = \frac{E_d \times G_{cem}}{G_{dm} \times PR}$$

Siendo:

- Gcem= 1 (kW/m<sup>2</sup>)
- PR= 0,7

Los valores obtenidos son 16.262,79 kWp para el primer semestre y 20.560,79 kWp para el segundo, de tal modo que deberíamos instalar una planta de 20.560,79 kWp de potencia. El módulo que se va a emplear tiene una potencia de 550 Wp es decir necesitaríamos 37.384 módulos, sin embargo, tras simular las instalaciones viables en el software de diseño, al final se va a realizar una instalación de 15.000 kWp de potencia que consta de 27.273 paneles.

Para determinar el valor de la potencia nominal del inversor, el rango del factor de dimensionado del inversor (FDI) debe estar entre los valores [0,85;1] y viene determinado por la siguiente ecuación:

$$FDI = \frac{\text{Potencia nominal del inversor}}{\text{Potencia pico de la generación}}$$

De tal modo que los valores deben estar entre 12.750 kW y 15.000 kW, la potencia nominal final que se va a escoger es de 15.000 kW por motivos de catálogo del fabricante, el cual nos puede proporcionar 150 inversor de 100 kW, los inversores estarán conectados en paralelo para obtener una potencia conjunta de 15.000 kW, pero sin variar la tensión.

#### 4. Strings y Cableado

##### 4.1 Tensión de Cableado.

En este apartado, calcularemos y definiremos la distribución eléctrica de los módulos fotovoltaicos a colocar en las cadenas “strings” de entrada al inversor. Se buscará una configuración eléctrica óptima para que los elementos de la instalación fotovoltaica sean compatibles y así asegurar su funcionamiento como generador.

A continuación, se evalúan los parámetros eléctricos de las líneas.

#### TEMPERATURA MÁXIMA Y MÍNIMA

Para determinar un correcto funcionamiento de los equipos, se deben tener en cuenta los valores de temperatura mínima y máxima históricos de la zona donde se predispone ubicar la instalación. La evolución de los parámetros  $I_{mpp}$ ,  $V_{mpp}$ ,  $I_{sc}$  y  $V_{oc}$  se determinará en función de la temperatura según las siguientes fórmulas:

$$Vm_{ppT} = Vm_{ppN}x[1 + (T - T_N)x\beta]$$

$$I_{ppT} = I_{ppN}x[1 + (T - T_N)x\alpha]$$

El fabricante nos proporciona unos coeficientes de variación propios del módulo ( $\alpha$  y  $\beta$ ). Las temperaturas máximas y mínimas se han obtenido a través de la página de la AEMET, en la pestaña “valores extremos”, Siendo estas de 2 y 69 grados.

Se han definido strings de 12,13 y 16 módulos en cada serie, siendo estos los valores óptimos según distribución en cubierta y valores del inversor:

**Tabla 4.**  
*Resumen Tensiones en base a las temperaturas*

RANGO DE OPERACIÓN STRINGS					
MAGNITUDES	TEMPERATURA	Nº DE MÓDULOS x STRING			
		16	13	12	
V <sub>mp</sub> (V)	25	668,8	543,4	501,6	
V <sub>mp</sub> (V)	2	738,6	600,1	553,9	
I <sub>mp</sub> (A)	25	13,1	13,1	13,1	
I <sub>mp</sub> (A)	69	13,4	13,4	13,4	
V <sub>oc</sub> (V)	25	798,4	648,7	598,8	
V <sub>oc</sub> (V)	2	862,7	700,9	647,0	
I <sub>sc</sub> (A)	25	14,0	14,0	14,0	
I <sub>sc</sub> (A)	69	14,3	14,3	14,3	

Fuente: Elaboración propia.

## Inversor:

**Tabla 5.**  
*Características eléctricas del inversor Huawei SUN2000-100KTL-M1*

INVERSOR SUN 2000-100KTL-M1	
Potencia Nominal	100 kW
Voltaje máx. Entrada	1.100 V
Rango Tensiones MPPT	200-1.000 V
Corriente máx. por MPPT	26 A
Corriente máx. Cortocircuito por MPPT	40 A
Nº MPPT	10
Nº Entradas	20

Fuente: Elaboración propia.

Podemos apreciar que los strings definidos, no sobrepasan los valores máximos de intensidad ni de tensión del inversor en las condiciones extremas de temperatura

Los strings deben disponer del mismo número de módulos y con la misma orientación para poder conectarse al mismo MPPT del inversor y obtener un rendimiento óptimo. El inversor seleccionado disponer de 10 MPPT con dos conexiones para strings en cada uno de ellos, por ello, disponemos de 20 posibles entradas para strings por inversor. Con lo citado anteriormente, en nuestra instalación se van a definir 1703 strings de 16 módulos y 1 string de 13 módulos y otro de 12 módulos, estos últimos irán conectados a un MPPT distinto entre sí y del resto de strings, puesto que no disponen del mismo número de módulos.

#### *4.2. Sección del Cableado.*

##### *4.2.1. Tramo CC*

En el presente apartado se dispone a calcular la sección del cableado a emplear para la conexión entre módulos y de estos con el inversor, las características del cableado que se va a usar en la instalación son unipolar con un aislamiento doble, como se especifica en el PCT proporcionado por el IDEA, de XLPE (Polietileno Reticulado), es tipo de cable de uso fotovoltaico, cumpliendo la norma UNE 21123

Para poder determinar el tamaño de la sección del cableado, se debe seguir los siguientes criterios:

- Criterio intensidad máxima admisible:

Para poder determinar la intensidad máxima admisible, nos debemos basar en la ficha técnica del módulo, JA SOLAR 550W, en concreto en el valor de la intensidad a máxima potencia, el modelo seleccionado el fabricante nos indica que dicho valor es de 13,11 A y el valor de la intensidad máxima de cortocircuito, de valor 14 A.

Según el punto 5 de la norma ITC-BT-40 (PLC MADRID), el conductor seleccionado debe estar sobredimensionado para que puedan soportar 125% la intensidad de máxima potencia, por lo que el valor que debe soportar nuestro cableado a máxima potencia es de 16,39 A.

Aplicando todos los factores de corrección de forma inversa para evitar iteraciones:

- 0,9 Por efecto solar según UNE 20435.
- 1 Para una T<sup>a</sup> Ambiental de 40°C.
- 0,4 Por asociación de más de 20 circuitos.

Se obtiene una corriente total admisible de 47,52 A.

Una vez determinada dicha corriente admisible, la selección del tipo del conductor y el tipo de montaje en la instalación debe determinarse según lo indicado en la norma ITC-BT-19 (PLC MADRID), mediante la siguiente tabla:

**Tabla 6.**  
Sección de conductores según normativa ITC-BT-19

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR							
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR								
B		Conductores aislados en tubos <sup>1)</sup> en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
B2		Cables multiconductores en tubos <sup>2)</sup> en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR					
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared <sup>1)</sup>					3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
E		Cables multiconductores al aire libre <sup>4)</sup> Distancia a la pared no inferior a 0.3D <sup>3)</sup>						3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
F		Cables unipolares en contacto mutuo <sup>4)</sup> Distancia a la pared no inferior a D <sup>3)</sup>						3x PVC				3x XLPE o EPR <sup>1)</sup>			
G		Cables unipolares separados mínimo D <sup>3)</sup>									3x PVC <sup>3)</sup>			3x XLPE o EPR	
Cobre			mm <sup>2</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
			1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-	-
			2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-	-
			4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-	-
			6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-	-
			10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-	-
			16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-	-
			25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166	-
			35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206	-
			50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250	-
			70				149	160	171	188	202	224	244	321	-
			95				180	194	207	230	245	271	296	391	-
			120				208	225	240	267	284	314	348	455	-
			150				236	260	278	310	338	363	404	525	-
			185				268	297	317	354	386	415	464	601	-
			240				315	350	374	419	455	490	552	711	-
			300				360	404	423	484	524	565	640	821	-

Fuente: (PLC MADRID)



En nuestro caso se va a emplear una sistema de montaje para tipo B, con un cable monofásico de tipo XLPE, por lo que sería necesario emplear un conductor de sección 6 mm<sup>2</sup>, ya que soporta hasta 49 A (Sección mínima a emplear).

▪ Criterio de caída de tensión:

Para determinar el valor de la caída de tensión, según el REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión), se debe emplear la siguiente ecuación: (PLC MADRID)

$$U_{DC} = \frac{2xLxI}{KxS}$$

Donde:

- L: longitud del conductor (m).
- I: intensidad (A).
- K: conductividad del conductor que para el cobre a 70°C es de 48 m/Ω mm<sup>2</sup>
- S: sección del conductor (mm<sup>2</sup>).

A continuación, se muestran varias tablas resumen con los resultados obtenidos según la serie y el número de paneles por string en la situación más desfavorable, cumpliéndose así por tanto para el resto:

**Tabla 7.**  
*Resumen conexión strings*

CORRIENTE CONTINUA									
CÁLCULOS									
String	Sección	L (m)	I <sub>n</sub>	I <sub>max</sub>	Tensión	I <sub>adm_C</sub>	dV (V)	AV (%)	
16	6	100	13,11	18,21	668,8	49	9,60	1,44%	
12	6	100	13,11	18,21	501,6	49	9,60	1,91%	
13	6	100	13,11	18,21	543,4	49	9,60	1,77%	

Fuente: Elaboración propia.

El cable de unión entre paneles es de 6 mm<sup>2</sup> y para el resto de la instalación se ha elegido un conductor de 6 mm<sup>2</sup> para reducir las pérdidas por caída de tensión en la línea y mejorar el rendimiento de la instalación. Cumpliéndose lo que nos indica la norma de que la caída de tensión debe ser igual o inferior al 5%.

#### 4.2.2. Tramo AC

Una vez la corriente continua se haya transformado en corriente alterna por actuación de los inversores, se debe emplear un conductor específico para la transmisión de la corriente alterna hasta la instalación, el cable a emplear debe ser de cobre unipolar RZ1-K(AS)0,6/1kV, con un aislamiento de XLPE (Polietileno Reticulado). (PLC MADRID)

Este tipo de cableado se emplean en redes de distribución, instalaciones soterradas, conexiones, etc...., por sus propiedades tanto térmicas, como eléctricas.

Según lo establecido en REBT “los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5%, para la intensidad nominal”, concretamente en la norma ITC-BT-40 (PLC MADRID), en una instalación fotovoltaica, los inversores son los elementos generadores.

Para determinar la sección de los cables de corriente alterna, se emplean los siguientes criterios:

▪ Criterio intensidad máxima admisible:

Análogamente a lo que ocurría en el cálculo de conductores para corriente continua, el dimensionamiento de las líneas debe realizarse para sobreponerse al fenómeno de sobrecalentamiento de conductores, en base a lo estipulado en la norma ITC-BT-19 (PLC MADRID), la intensidad máxima admisible viene determinada para cada tipo de cable y según unos parámetros de corrección.

A partir de la siguiente fórmula se determina la intensidad que va a circular por la línea:

$$I = \frac{P_c}{V \sqrt{3} \cos \varphi}$$

Donde:

- P = 15000 kW (Total), 100 kW (Inversor)

- V = 400 V

-  $\cos\phi = 0,9$

▪ Criterio de caída de tensión:

Se aplica este criterio para determinar la tensión límite que se produce en el cableado en base a la sección de este, para ello se emplea la siguiente ecuación, teniendo en cuenta que el suministro de la energía producida dispone de una tensión de 400/230 V, es decir, se realizará mediante un sistema trifásico. (PLC MADRID)

$$S = \frac{PxL}{\gamma x \Delta U x U^2}$$

Teniendo en cuenta el valor para la conductividad del cobre ( $\gamma$  de 48 m/ $\Omega$ mm<sup>2</sup> en condiciones de 70° C.

A continuación, se muestra un resumen de los cálculos aplicando los criterios anteriores, para un total de 10 inversores, de tal modo que habría que aplicar dicha gráfica a las 15 conexiones restantes:

**Tabla 8.**  
*Tabla resumen conexiones a inversores*

CORRIENTE ALTERNA									
CÁLCULOS									
	SECCIÓN	L (m)	I <sub>n</sub>	Nº fase	Tensión	I <sub>adm</sub>	I <sub>adm_C</sub>	dV (V)	AV (%)
INVERSOR 1;"HUAWEI SUN2000-100KTL-M1	240	240	144,40	1	400	180,5	336	5,50	1,37%
INVERSOR 2;"HUAWEI SUN2000-100KTL-M1	240	240	144,40	1	400	232	336	5,50	1,37%
INVERSOR 3 HUAWEI SUN2000-100KTL-M1	240	240	144,40	1	400	232	336	5,50	1,37%
INVERSOR 4 HUAWEI SUN2000-100KTL-M1	240	240	144,40	1	400	232	336	5,50	1,37%
INVERSOR 5 HUAWEI SUN2000-100KTL-M1	240	240	144,40	1	400	232	336	5,50	1,37%
INVERSOR 6 HUAWEI SUN2000-100KTL-M1	240	240	144,40	1	400	232	336	5,50	1,37%
INVERSOR 7 HUAWEI SUN2000-100KTL-M1	240	240	144,40	1	400	232	336	5,50	1,37%
INVERSOR 8 HUAWEI SUN2000-100KTL-M1	240	240	144,40	1	400	232	336	5,50	1,37%
INVERSOR 9 HUAWEI SUN2000-100KTL-M1	240	240	144,40	1	400	232	336	5,50	1,37%
INVERSOR 10 HUAWEI SUN2000-100KTL-M1	240	240	144,40	1	400	232	336	5,50	1,37%
ACOMETIDA COMÚN	300	43	1444	5	400	1805	1900	1,58	0,39%

Fuente: Elaboración propia.

Podemos apreciar que las caídas de tensiones para las secciones escogidas no sobrepasan ni igualan el límite de 1,5% establecido en la norma ITC-BT-40 (madrid), por lo que se emplearán 1 conductor por fase de 240 mm<sup>2</sup> de sección

para los tramos de salida de inversores y 5 conductores por fase de 300 mm<sup>2</sup> para la salida del nudo de unión en la agrupación de 10 inversores.

### *5. Dimensionado de Protecciones.*

a) Tramo corriente continua.

Para este tramo la normativa ITC-BT-22 (PLC MADRID) nos indica que el conjunto de tramos debe estar protegido frente a posibles sobreintensidades que se puedan dar en el mismo. Sin embargo, las conexiones al inversor se producen en paralelo MPPTs, por ello no se producen corrientes inversas entre una entrada y la otra. Por ello, en el tramo de corriente continua, no sería necesario disponer de ningún elemento de protección frente a sobreintensidades.

Las protecciones para emplear en dicho tramo constarán únicamente de fusibles que se dispondrán en la caja de protección de corriente continua. Estos fusibles de dimensionarán según lo establecido en la normativa UNE-EN60269-6. Las especificaciones del módulo son:

- Especificaciones del módulo:
  - Silicio Monocristalino
  - N.º de celdas: 144
  - I: 13,11A
  - Icc: 14 A
  - V: 41,96 V
  - Régimen de fusible en serie máximo: 25 A
- Configuración:
  - Ns:20
  - Np:1
  - Sección del cable: 6mm<sup>2</sup>
  - Régimen del cable: 49 A

Para determinar el fusible a emplear para la protección del cuadro de corriente continua, se debe considerar la siguiente desigualdad:

$$1,1I_{(SCMAX)}delstring \leq I_n \leq I_{(MODMAXOPCR)}$$

Donde:

- $I(SCMAX)$  = Corriente máxima de cortocircuito del módulo fotovoltaico
- $I_n$  = Corriente nominal del fusible.
- $I(MOD MAX OCPR)$  = Corriente asignada máxima de protección contra sobreintensidades del módulo fotovoltaico.

**Tabla 9.**

*Selección de la intensidad de protección del fusible para el tramo de corriente continua*

1,1 x $I_{cc\_max}$	$I_n$	$I_{mod\_max\_opcr}$
<b>15,4 A</b>	20 A	25 A

Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, se emplearán fusibles de 20 A y de dimensiones de 10x38 y 1000 Vdc. Se dispondrán fusibles en ambos polos del string como medida de protección, si se dispusiese de un único fusible por string (polo positivo) estaría protegido de igual manera.

De forma complementaria, sería necesario disponer de descargadores de sobretensión de Tipo II, sin embargo, el inversor ya dispone de estos dentro de sus elementos de protección individual para cada MPPT, según nos especifica el fabricante.

#### B) Tramo corriente alterna.

Como se ha mencionado antes, el inversor dispone de descargadores de sobretensiones Tipo II en cada MPPT, por lo que sería necesario instalar ningún elemento adicional de protección.

En el caso del tramos de corriente alterna, se deben disponer de dispositivos capaces de proteger entre la intensidad nominal de la línea y la intensidad máxima de cortocircuito que es capaz de soportar el equipo generador (inversor).



Para la línea saliente desde cada inversor (HUAWEI SUN 2000-KTL100-M1) la intensidad nominal es de 144,34 A y la intensidad máxima de cortocircuito es de 336 A, por lo que se dispondrá de un interruptor diferencial de 4p 250 A 300mA e interruptor magnetotérmico de 4p 250 A 36 kA Clase A.

Para la línea saliente del nudo de unión del conjunto de 10 inversores, la intensidad nominal es de 1444,40 A y la intensidad máxima de cortocircuito es de 1900 A, por lo que se dispondrá de un interruptor automático NS1600 N 4p fijo micrologic 5.0E del fabricante Schneider.

## 6. Dimensionado Puesta a Tierra.

Según se estipula en la norma ITC-BT-40 (PLC MADRID), las instalaciones generadoras tienen que disponer de un sistema de puesta a tierra para asegurar que las posibles tensiones que puedan darse en las masas metálicas no superen los valores predeterminados.

Los sistemas de puesta a tierra deben asegurar que no se creen transferencias de defectos a la Red de Distribución ni a la instalación donde está pensado conectarse, es por ello por lo que deben cumplir con unas condiciones técnicas correctas.

En el tramos de corriente continua se debe garantizar que se protege frente a contactos indirectos, esto se consigue mediante el uso de cableado, cajas y conexiones tipo II, además, se dispondrán de latiguillos de tierra conectados a todos los módulos, de tal modo, que todos los módulos estarán conectados entre sí a la tierra general de la instalación.

Se emplearán latiguillos de sección  $6 \text{ mm}^2$  para conectar los batidores de los módulos fotovoltaicos entre sí, las estructuras y partes metálicas de la instalación. La instalación empleará un conductor de protección troncal de Cu, en el cual se conectarán todas las ramificaciones procedentes de las estructuras de las series fotovoltaicas.

La norma ITC-BT-18 (PLC MADRID) nos indica los valores de sección a emplear en base a la sección del conductor empleado para las fases y viene determinado por la siguiente tabla:

**Tabla 10.***Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase*

Sección de los conductores de fase de la instalación $S$ (mm <sup>2</sup> )	Sección de los conductores de protección $S_p$ (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Fuente: (ITC-BT-18)

Para los casos en el que la sección a emplear no estuviese normalizada, se optará por emplear una sección normalizada superior a la resultante.

Para nuestra instalación, cumpliendo con los valores normalizados de la tabla, se han de emplear las siguientes secciones para el circuito de puesta a tierra:

- Unión de las partes metálicas de los paneles y conexión de estos hasta la borna del cuadro de CC: Cable de tierra 1x6 mm<sup>2</sup> Cu amarillo-verde.
- Cuadro CC - inversor: Cable de tierra de 1x6 mm<sup>2</sup> Cu amarillo-verde.
- Inversor - Cuadro CA: Cable de tierra 1x120 mm<sup>2</sup> Cu amarillo-verde.
- Cuadro CPA-PAT general del edificio: Cable de tierra 1x150 mm<sup>2</sup> Cu amarillo-verde.

La puesta a tierra de la instalación fotovoltaica irá conectada directamente a pica de cobre clavada en el terreno de 2 metros de longitud, misma pica empleada para la conexión a tierra del pararrayo, estimándose un valor de resistencia de esta de 3 ohmios.

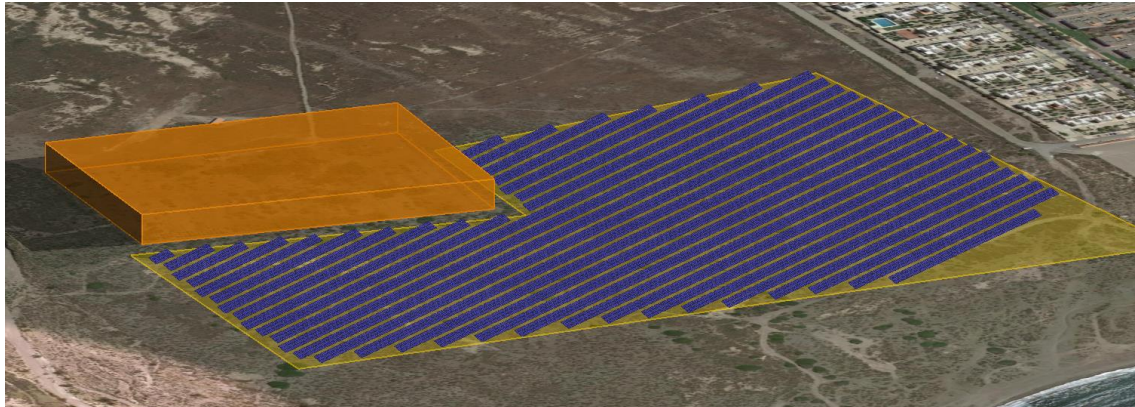
## 7. HelioScope

El software HelioScope nos permite realizar un layout de la futura instalación, pudiendo analizar las posibles horas de sombra, estimar el rendimiento de energía, de una manera muy intuitiva y simplificada.

Lo primero es determinar, mediante coordenadas geográficas, la ubicación donde irán dispuestos los módulos fotovoltaicos. Una vez determinada la ubicación exacta, se procede a delimitar la zona de la instalación, se dota al layout de los posibles obstáculos y elementos que puedan generar sombreado a los módulos, para determinar así las pérdidas por sombreado y poder generar las horas eficaces de luz. Cuando se ha delimitado la zona y obstáculos, se

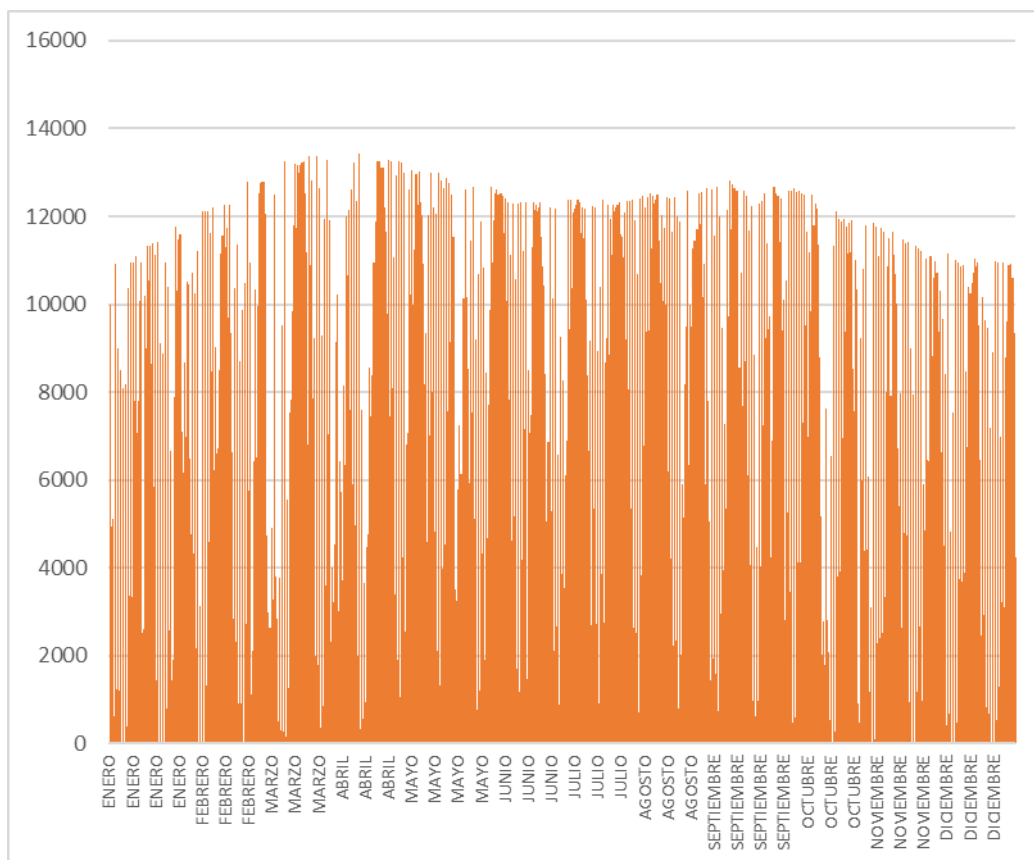
introducen los módulos, en nuestro caso irán dispuesto con una inclinación de  $30^\circ$ , con un azimut de  $0^\circ$  (sur) y dispuestos una distancia entre filas de 10 metros. De tal modo que la disposición de módulos sobre el terreno tendría la siguiente configuración.

**Figura 21.**  
*Diseño de la planta solar*

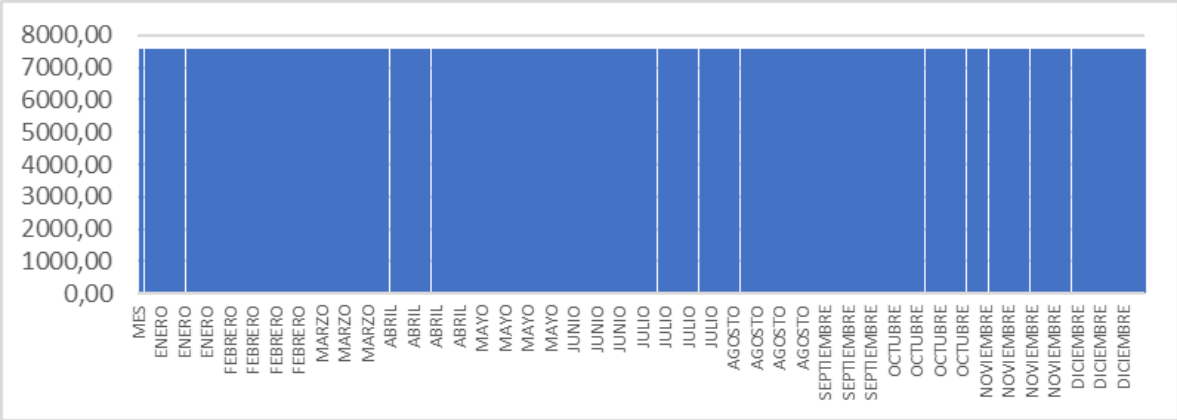


Fuente: (Helioscope , 2023)

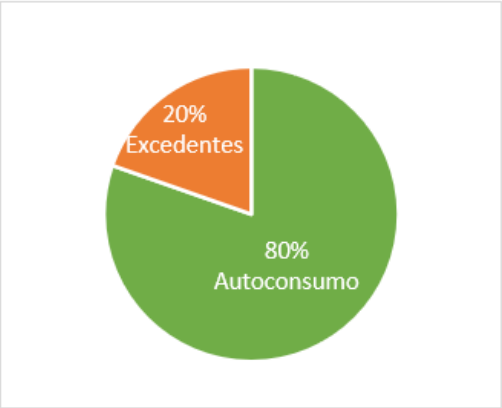
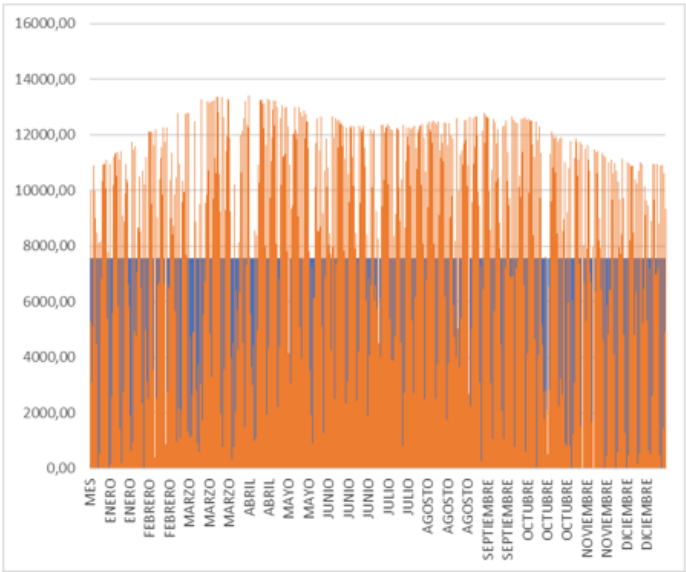
HelioScope nos permite descargarnos un archivo .CSV con la generación resultante, con valores cuartohorarios, es decir, cada 15 minutos, obteniéndose la siguiente curva de generación:



Paralelamente, se ha estipulado una curva de generación cuartohoraria con los valores de energía por día requeridos por la instalación de hidrógeno, estos valores se han transformado en una curva horaria y posteriormente en una curva cuartohoraria, obteniéndose la siguiente gráfica:



Por lo que, enfrentando ambas gráficas, podemos obtener los valores, teóricos, de autoconsumo y de excedentes que la instalación puede llegar a producir.



Se obtiene que la planta tendrá un autoconsumo de la energía generada del 80% y un excedente del 20%.

## ANEJO 7. JUSTIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR LA ACCIÓN DEL RAYO

Según lo establecido en el DB SUA 8 (MINISTERIO DE TRANSPORTE, 2022):

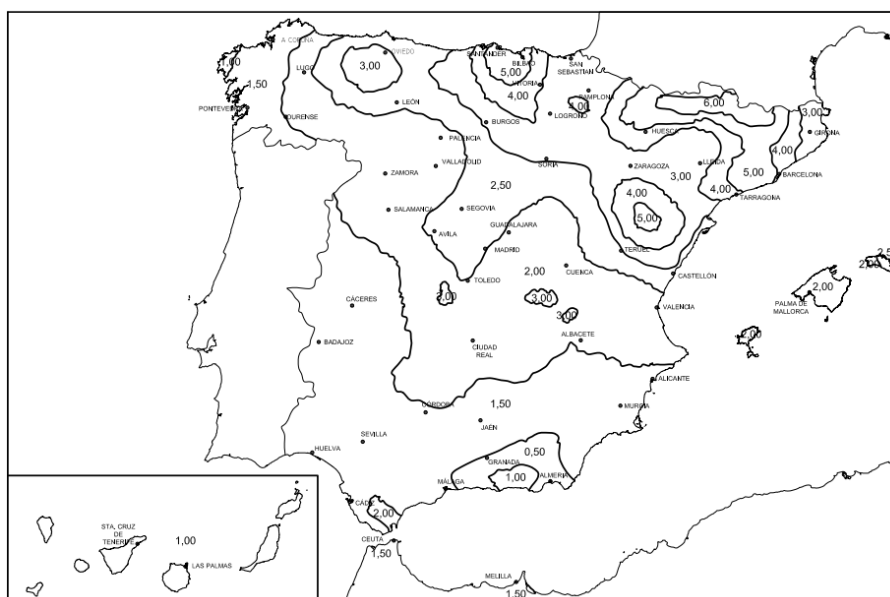
1. Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo, en los términos que se establecen en el apartado 2, cuando la frecuencia esperada de impactos  $N_e$  sea mayor que el riesgo admisible  $N_a$ .
2. Los edificios en los que se manipulen sustancias tóxicas, radioactivas, altamente inflamables o explosivas y los edificios cuya altura sea superior a 43 m dispondrán siempre de sistemas de protección contra el rayo de eficiencia  $E$  superior o igual a 0,98.
3. La frecuencia esperada de impactos,  $N_e$ , puede determinarse mediante la expresión:

$$N_e = N_g \times A_e \times C_1 \times 10^{-6} \left[ \frac{N^{\circ} \text{impactos}}{\text{Año}} \right]$$

Siendo:

- Ng: densidad de impactos sobre el terreno ( $n^{\circ}$  impactos/año,  $\text{km}^2$ ), obtenida según la imagen descrita a continuación:

**Figura 22.**  
*Mapa de densidad de impactos sobre el terreno Ng*



Fuente: (MINISTERIO DE TRANSPORTE, 2022)

- Ae: superficie de captura equivalente del edificio aislado en m2, que es la delimitada por una línea trazada a una distancia 3H de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo H la altura del edificio en el punto del perímetro considerado.
- C1: coeficiente relacionado con el entorno, según la siguiente tabla:

**Tabla 11.**  
Coeficiente C1

Situación del edificio	C1
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0,5
Rodeado de edificios más bajos	0,75
Aislado	1
Aislado sobre una colina o promontorio	2

Fuente: (MINISTERIO DE TRANSPORTE, 2022)

- El riesgo admisible, Na, viene determinado por la siguiente expresión:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5} \times 10^{-3}$$

Siendo:

- C2 coeficiente en función del tipo de construcción.

**Tabla 12.**  
Coeficientes C2

	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

Fuente: (MINISTERIO DE TRANSPORTE, 2022)

- C3 coeficiente en función del contenido del edificio.

**Tabla 13.**  
Coeficientes C3

Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

Fuente: (MINISTERIO DE TRANSPORTE, 2022)

- C4 coeficiente en función del uso del edificio.



**Tabla 14.**  
Coeficientes C4

Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente	3
Resto de edificios	1

Fuente: (MINISTERIO DE TRANSPORTE, 2022)

- C5 coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio.

**Tabla 15.**  
Coeficientes C5

Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

Fuente: (MINISTERIO DE TRANSPORTE, 2022)

### 1. Necesidad de la instalación

La ubicación de nuestro proyecto se encuentra en una explanada próxima a la población de Retamar, Almería. La edificación conta de una cubierta única que consta de una longitud y anchura de

### **Frecuencia estimada de impactos (Ne):**

- Densidad de impactos sobre el terreno:  $N_g = 0,5$  [nº de impactos/años, Km<sup>2</sup>]
- Superficie de captura equivalente:  $A_e = 50 \times 50 = 2500$  m<sup>2</sup>
- Coeficiente relacionado con el contorno:  $C_1 = 1$

Teniendo en cuenta los valores indicados anteriormente, el valor de frecuencia estimada de impactos obtendría el siguiente valor:

$$N_e = N_g \times A_e \times C_1 \times 10^{-6} = 0,5 \times 2500 \times 1 \times 10^{-6} = 0,00125 \left[ \frac{N^{\circ} \text{ impactos}}{\text{Año}} \right]$$

### **Riesgo Admisible (Na):**

- Coeficiente en función del tipo de construcción:  $C_2 = 1$
- Coeficiente en función del contenido del edificio:  $C_3 = 1$
- Coeficiente en función del uso del edificio:  $C_4 = 1$

- Coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades del edificio:  $C_5=5$

Teniendo en cuenta los valores indicados anteriormente, el valor del riesgo admisible obtendría el siguiente valor:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5} \times 10^{-3} = \frac{5,5}{1 \times 1 \times 1 \times 5} \times 10^{-3} = 0,0011$$

## 2. Tipo de instalación exigido

El tipo de instalación viene determinado por la eficacia E, definida mediante la siguiente fórmula:

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e} = \frac{0,0011}{0,00125} = 0,88$$

El resultado obtenido nos indica el nivel de protección correspondiente que necesita la instalación, para ello nos basamos en la siguiente tabla:

**Tabla 16.**  
*Nivel de protección en relación con la eficiencia requerida*

<b>Eficiencia requerida</b>	<b>Nivel de protección</b>
$E \geq 0,98$	1
$0,95 \leq E < 0,98$	2
$0,80 \leq E < 0,95$	3
$0 \leq E < 0,80$ <sup>(1)</sup>	4

Fuente: (MINISTERIO DE TRANSPORTE, 2022)

Se puede apreciar que obtiene un nivel de protección de 3. Lo que nos determina las características técnicas que se deben emplear para el dimensionamiento del sistema externo de protección.

## 3. Diseño de la instalación de dispositivos captadores

Los dispositivos a emplear para la captación de la descarga producida por el rayo pueden ser puntas Franklin, mallas conductoras y dispositivos de cebado, a continuación, se muestra una serie de tablas en la que se indican las características que deben tener en base a la elección determinada:

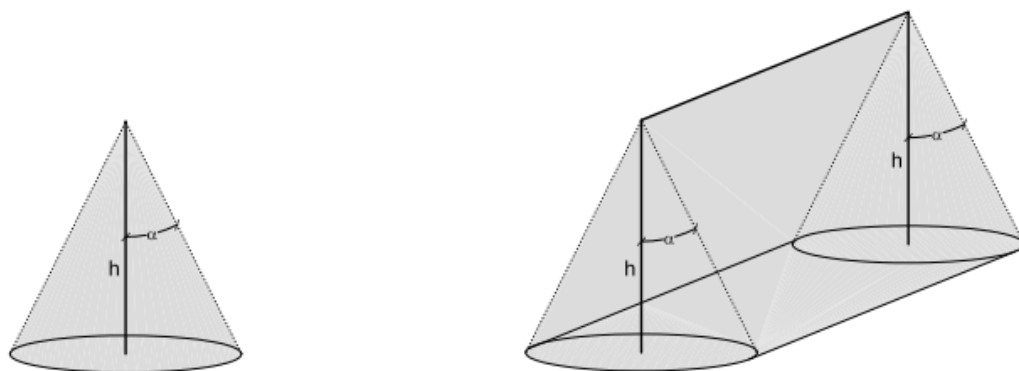
### 3.1. Volumen protegido mediante puntas Franklin y mallas conductoras

Determinado el nivel de protección en el apartado anterior, el edificio debe quedar protegido dentro de un volumen determinado, para ello se emplean los siguientes métodos, que se pueden emplear de forma separada o combinada:

#### a) Método del ángulo de protección

El volumen de protección viene determinado por el ángulo que forma la superficie de referencia y la superficie generada por la vertical del pararrayos, de tal modo que al girar formando un ángulo  $\alpha$  nos determine dicho volumen.

**Figura 23.**  
Volumen protegido por captadores



Fuente: (MINISTERIO DE TRANSPORTE, 2022)

Los valores de  $\alpha$  nos vienen indicados en la siguiente tabla con relación al nivel de protección determinado previamente.

**Tabla 17.**  
Ángulo de protección  $\alpha$

Nivel de protección	Diferencia de altura h entre la punta del pararrayos y el plano horizontal considerado m			
	20	30	45	60
1	25°	*	*	*
2	35°	25°	*	*
3	45°	35°	25°	*
4	55°	45°	35°	25°

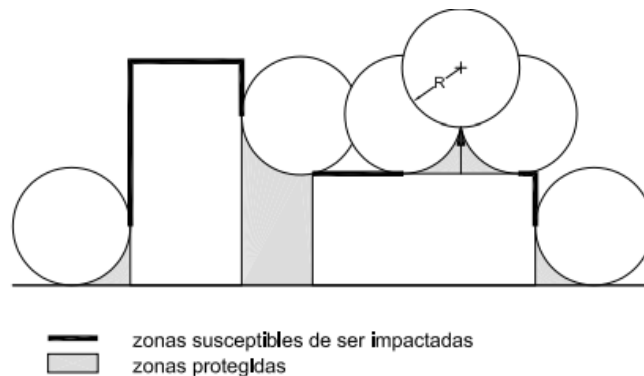
Fuente: (MINISTERIO DE TRANSPORTE, 2022)

Para nuestro proyecto no se estima una altura superior a 20 metros, por lo que el ángulo  $\alpha$  debe ser de 45 °.

b) Método de la malla

El volumen de protección queda definido por un cilindro de radio  $R$ , en donde las zonas que sean tocadas por dicha esfera pueden ser susceptibles de ser alcanzadas por un rayo, como se indica en la siguiente imagen.

**Figura 24.**  
*Esfera rodante en estructura*



Fuente: (MINISTERIO DE TRANSPORTE, 2022)

El radio de dicha esfera viene determinado por la siguiente tabla, en función del nivel de protección de la instalación.

**Tabla 18.**  
*Radio de la esfera rodante*

<b>Nivel de protección</b>	<b>Radio de la esfera rodante m</b>
1	20
2	30
3	45
4	60

Fuente: (MINISTERIO DE TRANSPORTE, 2022)

c) Método de la malla

El volumen de protección viene determinado por una malla rectangular, en la que la dimensión mayor viene definida en la siguiente tabla:

**Tabla 19.***Dimensión de la retícula (MINISTERIO DE TRANSPORTE, 2022)*

<b>Nivel de protección</b>	<b>Dimensión de la retícula m</b>
1	5
2	10
3	15
4	20

*Fuente: (MINISTERIO DE TRANSPORTE, 2022)*

Para que la protección sea efectiva, se deben cumplir las siguientes condiciones:

- A. Los conductores captadores dispuestos en la cubierta deben de estar colocados en:
  - I. El perímetro de la cubierta.
  - II. En la superficie de la cubierta formando una malla de la dimensión exigida.
  - III. En la línea de limatesa de la cubierta, cuando la pendiente de la cubierta sea superior al 10%.
- B. En las superficies laterales de la estructura la malla debe disponerse a alturas superiores al radio de la esfera rodante correspondiente al nivel de protección exigido.
- C. Ninguna instalación metálica debe sobresalir fuera del volumen protegido por las mallas.

El caso de edificaciones superiores a 60 metros de altura y que estén protegidos con malla conductora, se debe disponer también de una malla conductora para proteger el menos, el 20% superior de la fachada.

### *III.2. Volumen protegido mediante dispositivos de cebado*

Si se emplean pararrayos con dispositivos de cebado, el volumen de protección de cada punta viene definido por las siguientes variables:

- a) Bajo el plano horizontal situado 5 metros por debajo de la punta, el volumen de protección viene determinado por una esfera con centro

ubicado en la vertical de la punta, con una distancia  $D$  y cuyo radio viene determinado por la siguiente ecuación:

$$R = D + \Delta L$$

Donde:

- $R$ : radio de la esfera en metros que define la zona protegida.
- $D$ : distancia en metros que viene definida en la siguiente tabla en función del nivel de protección.

**Tabla 20.**  
*Distancia  $D$*

<b>Nivel de protección</b>	<b>Distancia <math>D</math> m</b>
1	20
2	30
3	45
4	60

Fuente: (MINISTERIO DE TRANSPORTE, 2022)

- $\Delta L$ : distancia en metros en función del tiempo del avance en el cableado  $\Delta t$  del pararrayos en  $\mu S$ . Se adoptará  $\Delta L = \Delta t$  para valores inferiores o iguales a 60  $\mu S$ , y  $\Delta L=60m$  para valores de  $\Delta t$  superiores.

Puesto que nuestra instalación alberga material explosivo, se determina que  $\Delta t=60 \mu S$ , por lo que  $\Delta L= 60m$ . Obteniéndose el siguiente valor:

$$R = D + \Delta L = 45 + 60 = 105m$$

Dado dicha longitud de radio, se puede determinar que nuestra instalación solo necesitará un pararrayos mediante esta configuración.

#### 4. Derivadores o conductores de bajada

Los derivadores son los encargados de conducir la corriente de descarga atmosférica desde el captador hasta la toma de tierra, sin que se produzcan calentamientos, ni elevaciones de potencial que puedan ser peligrosos, por lo que deben ser previstos:

- Se debe de disponer, de al menos, un conductor de bajada por cada captador de punta Franklin o por aquellos que dispongan de dispositivo de cebado; siendo de dos, cuando la altura de la estructura a proteger sea superior a 28 metros.
- Las trayectorias deben de ser lo más reducidas posibles.
- Las conexiones deben de ser de carácter equipotencial entre los derivadores a nivel del suelo y cada 20 metros.

Cuando la instalación se proteja mediante el método de mallas, los derivadores y conductores de bajada deben de repartirse a lo largo del perímetro del espacio protegido. De tal modo, que la separación media no exceda de lo indicado en la siguiente tabla:

**Tabla 21.**

*Distancia entre conductores de bajada para sistemas de protección de mallas conductoras*

<b>Nivel de protección</b>	<b>Distancia entre conductores de bajada m</b>
1	10
2	15
3	20
4	25

Fuente: (MINISTERIO DE TRANSPORTE, 2022)

Además, todo elemento perteneciente a la instalación de derivadores debe discurrir por donde no presente ningún riesgo de electrocución y debe permanecer protegido de forma adecuada.

#### 5. Sistema interno

Se corresponde con el conjunto de elementos que reducen los efectos eléctricos y magnéticos de la corriente de la descarga atmosférica dentro del espacio a proteger.



El sistema interno debe estar conectado con la estructura metálica del edificio, la instalación metálica, los elementos conductores externos, los circuitos eléctricos y de telecomunicación del espacio a proteger y el sistema externo de protección si lo hubiera, con conductores de equipotencialidad o protectores de sobretensiones a la red de tierra.

En el caso de no disponer de una unión equipotencial de alguno de los elementos conductores, estos se dispondrán a una distancia de seguridad  $ds=0,1 \times L$ . Siendo L la distancia vertical desde el punto de vista que se considera la proximidad hasta la masa la toma de tierra de la masa metálica. Si por la fachada discurren canalizaciones de gas, la distancia respecto a estas ha de ser de al menos 5 metros.

## ANEJO 8. NORMATIVA APLICABLE AL DESARROLLO DEL PROYECTO

- Real decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Ley 2 de 2007, de 27 de marzo de fomento de las energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía.
- Real decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Orden de 26 de marzo de 2007 y posterior corrección de errores, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas de Andalucía.
- Real decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo para dicha tecnología.
- Real decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmosferas explosivas en lugar de trabajo.
- Directiva 2010/75UE del 24 de noviembre de 2010, sobre las emisiones industriales.
- Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real decreto 2351/2004, de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico.

- Real decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Orden de 5 de septiembre de 1985, por la que se establecen normas administrativas y técnicas para funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5000 kVA y centrales de autogeneración eléctrica. Esta orden aplica a instalaciones fotovoltaicas superiores a 100 kVA, para instalaciones fotovoltaicas inferiores a 100 kVA aplica el R.D. 1663/2000
- Resolución de 31 de mayo de 2001, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Ley 1/2001, de 21 de mayo, sobre construcción de edificios aptos para la utilización de energía solar.
- Real decreto 1433/2002, de 27 de diciembre, por el que se establecen los requisitos de medida en baja tensión de consumidores y centrales de producción en Régimen Especial.
- Real decreto 1454/2005, de 2 de diciembre, por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico.
- Resolución de 12 de febrero de 2004, de la secretaria de Estado de Energía, Desarrollo Industrial y Pequeña y mediana empresa, por la que se aprueba un conjunto de procedimientos de carácter técnico e instrumental necesarios para realizar la adecuada gestión técnica del sistema eléctrico.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Norma UNE –EN 50160: Características de la tensión suministrada por las redes generales de distribución.
- Norma UNE – EN 60742: Transformadores de separación de circuitos y transformadores de seguridad.
- UNE 20-460-04 Parte 5-523: Intensidades admisibles en los cables y conductores aislados.
- UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.

- UNE 20-460-90 Parte 2: cables de transportes aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30 kV
- UNE 20-460-90 Parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección.
- Plan General de Ordenación Urbana; ordenanzas municipales y Ordenanza General de Medio Ambiente Urbano del Ayuntamiento.
- Reglamento sobre condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, publicado en BOE N.º 288 de 1/12/1982, así como las Ordenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984, de 27 de noviembre de 1987 y 10 de marzo de 2000, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, publicado en BOE N.º 256 de 25/10/1997.