

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA ENERGÉTICA SOSTENIBLE

TRABAJO FIN DE MASTER

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA CENTRAL FOTOVOLTAICA DE EKIAN



Estudiante: Garmendia Toledo, Julen

Directora: Rozas Guinea, Saroa

Curso: 2022-2023

Fecha: Bilbao, 19, septiembre, 2023

RESUMEN

Castellano:

La finalidad del presente trabajo es realizar un Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) de la central solar fotovoltaica ya construida de Ekian, mediante el cual también se pretende evaluar una herramienta compuesta por varias hojas de Excel que permite realizar una evaluación de proyectos de parques solares fotovoltaicos de una manera más sencilla. De esta manera, basándose en un proyecto ya existente cuyas condiciones del entorno son conocidas y comprobadas se pretende poner a prueba el programa.

En primer lugar, se describe la situación actual energética en el mundo y el papel que jugarán las energías renovables en ella, destacando entre ellas la energía solar fotovoltaica. Posteriormente se define el marco legislativo vigente, tanto a nivel estatal como a nivel autonómico, los cuales establecen los agentes que participan durante el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), los procedimientos, los plazos y la documentación exigida.

En segundo lugar, se ha realizado el propio EsIA sobre la alternativa escogida mediante el análisis de diferentes alternativas planteadas. Después, una vez definida la alternativa escogida, se han definido los parámetros de diseño de la planta y todos los procedimientos requeridos para poder llevar a cabo el proyecto.

En tercer lugar, considerando las características del proyecto, se han identificado los potenciales impactos que puede generar el proyecto en el entorno, teniendo en cuenta las propiedades de este, mediante la elaboración de un inventario ambiental. Los factores ambientales identificados han sido sometidos a una evaluación ambiental que se ha llevado a cabo utilizando la herramienta Excel, definiendo los mayores impactos y las medidas requeridas para atenuarlos.

Finalmente, se ha realizado un análisis de los resultados obtenidos en el EsIA y la valoración del funcionamiento de la herramienta.

Euskera:

Lan honen helburua Ingurumen Inpaktuaren Ebaluazio (IIE) bat garatzea da, jada eraikita dagoen Ekiango zentral fotovoltaikoan oinarrituz, eta modu berean honelako zentralen proiektuak modu errazago eta sinpleagoan aztertzea ahalbidetzen duen hainbat orrialdez osatutako Excel tresna ebaluatu da. Modu honetan, ezaugarriak jada ezagunak dituen proiektu batean oinarrituz programa ebaluatu da.

Lehenik eta behin, gaur egungo munduko egoera energetikoaren deskribapena burutu da eta bertan energia berriztagarriek jokatuko duten papera aztertu da, bereziki eguzki energia fotovoltaikoa azpimarratuz. Ondoren, egungo legediaren egoera definitu da, bai estatu mailan bai maila autonomikoan, zeintzuek IIE batean zehar parte hartzen duten partaideak, prozedurak, epeak eta dokumentazioa definitzen dituzten.

Bigarrenik, Ingurumen Inpaktuaren Azterketa (IIA) burutu da hainbat aukeraren artean aukeratu den alternatiba definitiboa aintzat hartuz. Gero, hau definitu ostean, plantaren gaineko parametroak definitu dira eta baita proiektua burutu ahal izateko prozedura guztiak ere.

Hirugarrenik, proiektuaren ezaugarriak kontuan izanik, honek ingurumenean izan ditzakeen eragin nagusiak identifikatu dira, honen ezaugarriak ere aintzat hartuz, ingurumen inbentario bati esker. Identifikaturiko ingurumen faktoreak Excel tresnaren bitartez aztertu dira, ingurumenean izan daitezkeen eragin nagusiak identifikatuz eta prebentzio neurriak ezarriz.

Azkenik, IIA honen bitartez lorturiko emaitzak aztertu dira, eta bestetik tresnaren erabileraren inguruko hausnarketa burutu da.

Inglés:

The purpose of this work is to carry out an Environmental Impact Study (EIS) of the photovoltaic solar plant already built of Ekian, while at the same time it is also intended to evaluate a tool composed of several Excel sheets that allows to evaluate photovoltaic solar park projects in a simpler way. In this way, based on an existing project whose environmental conditions are already known and proven, it is intended to test the program.

First, the current energy situation in the world and the role that renewable energies will play in it is described, highlighting among them photovoltaic solar energy. Subsequently, the current legislative framework is defined, both at the state and regional level, which establish the agents that take part during the Environmental Impact Assessment (EIA) process, the procedures, the deadlines and the required documentation.

Secondly, the EIS itself has been carried out on the chosen alternative through the analysis of different alternatives proposed. Then, once the chosen alternative has been defined, the design parameters and all the procedures required to carry out the project have been described.

Thirdly, considering the characteristics of the project, the potential impacts that the project can generate on the environment have been identified, considering the properties through the preparation of an environmental inventory. The identified environmental factors have been subjected to an environmental assessment that has been carried out using the Excel tool, through which the biggest impacts and the required measures to mitigate them have been defined.

Finally, an analysis of the results obtained in the EIS and assessment of the operation of the tool has been carried out.

PALABRAS CLAVE

Fotovoltaica, Estudio de Impacto Ambiental, Evaluación de Impacto Ambiental, impacto ambiental, subfactores ambientales, medidas correctoras, paisaje, impacto visual, viabilidad ambiental, generación de ruido, drenaje, erosión, cultivos, hábitat, ecosistema.

ABREVIATURAS

AC: Corriente alterna

BOE: Boletín Oficial del Estado

BP: British Petroleum

CAPV: Comunidad autónoma del País Vasco

DC: Corriente directa

DERA: Agencia Alemana de Recursos Minerales

DIA: Declaración de Impacto Ambiental

EIA: Evaluación de Impacto Ambiental

EsIA: Estudio de Impacto Ambiental

ETAP: Estación de Tratamiento de Agua Potable

EVE: Ente Vasco de la Energía

GEI: Gases de Efecto Invernadero

IEA: Agencia Internacional de la Energía

IRENA: Agencia Internacional de las Energías Renovables

LIC: Lugar de Importancia Comunitaria

MITECO: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

PNIEC: Plan Integrado de Energía Clima

PVA: Programa de Vigilancia Ambiental

UCV: Unidad de Control y Vigilancia

UE: Unión Europea

ZEC: Zonas Especiales de Conservación

ZEPA: Zonas de Especial Protección para las Aves

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. CONTEXTO Y ANTECEDENTES	4
3. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL TRABAJO	13
4. BENEFICIOS QUE APORTA EL TRABAJO	15
4.1 Beneficios de la energía solar fotovoltaica	15
4.2 Beneficios del programa utilizado	16
5. DESCRIPCIÓN DE REQUERIMIENTOS Y ESTADO DEL ARTE	18
5.1 Contenido de la evaluación ambiental	19
5.2 Procedimiento jurídico-administrativo	20
6. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....	24
6.1 Alternativas de ubicación	24
6.2 Selección de la mejor alternativa	27
7. ANÁLISIS DE RIESGOS.....	29
8. DESCRIPCIÓN Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.....	31
8.1 Ubicación de la central	31
8.2 Descripción del emplazamiento y del entorno	32
8.3 Descripción de la instalación y de la central	36
8.4 Materiales y maquinaria	39
8.5 Mano de obra	39
8.6 Generación de residuos, emisiones y vertidos	40
8.6.1 Generación de residuos	40
8.6.2 Generación de emisiones	41
8.6.3 Realización de vertidos	42
8.6.4 Generación de ruido e impacto visual	42
8.7 Descripción de tareas, fases y acciones	43
8.7.1 Fase de construcción	43
8.7.2 Fase de funcionamiento y explotación	45
8.7.3 Fase de desmantelamiento	46
8.8 Cronograma de actividades	47
9. INVENTARIO AMBIENTAL	49
9.1 Medio inerte.....	49

9.1.1 Aire	49
9.1.2 Clima y condiciones climáticas	50
9.1.3 Tierra y suelo	54
9.1.4 Aguas continentales	54
9.1.5 Procesos entre elementos del medio	55
9.2 Medio biótico.....	56
9.2.1 Vegetación o flora.....	56
9.2.2 Fauna.....	57
9.2.3 Procesos del medio biótico	59
9.2.4 Ecosistemas especiales.....	59
9.3 Medio perceptual	59
9.3.1 Paisaje intrínseco	59
9.3.2 Intervisibilidad	60
9.3.3 Componentes singulares del paisaje	60
9.4 Uso del suelo rústico.....	61
9.4.1 Uso recreativo al aire libre	61
9.4.2 Uso productivo.....	61
9.5 Características culturales y relaciones económicas	61
9.5.1 Características culturales	61
9.5.2 Actividades y relaciones económicas	61
9.6 Infraestructuras	62
9.6.1 Infraestructura viaria.....	62
9.7 Infraestructura urbana.....	62
9.7.1 Morfología y planeamiento urbanístico	62
9.8 Población	63
9.8.1 Dinámica poblacional	63
9.8.2 Estructura poblacional	64
9.9 Economía	64
9.9.1 Renta	64
9.9.2 Actividades y relaciones económicas	65
9.10 Infraestructura y servicios	65
9.10.1 Infraestructura viaria.....	65

9.10.2 Infraestructura no viaria	66
9.10.3 Equipamientos y servicios	67
10. ASPECTOS ECONÓMICOS.....	69
10.1 Descripción del presupuesto	69
10.2 Análisis económico de las medidas correctoras	71
11. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.....	73
11.1 Fase de definición de acciones	73
11.1.1 Selección de acciones	73
11.1.2 Acciones seleccionadas.....	74
11.1.3 Identificación de efectos	75
11.1.4 Factores ambientales	76
11.1.5 Definición de las relaciones	76
11.2 Fase de medidas correctoras	77
11.2.1 Elección de medidas correctoras.....	77
11.2.2 Medidas seleccionadas	79
11.2.3 Relación medidas-factores	79
11.2.4 Factores ambientales de las medidas	79
11.2.5 Definición de las relaciones de las medidas	80
11.3 Resumen	80
12. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	82
12.1 Análisis de la herramienta	82
12.2 Valoración del impacto ambiental mediante los resultados obtenidos.....	87
13. BIBLIOGRAFÍA.....	90

ILUSTRACIONES

Figura 2-1. Evolución del consumo energético primario desde 1800 [5].	5
Figura 2-2. Evolución del consumo eléctrico desde el año 1974 [6].	5
Figura 2-3. Consumo energético por regiones [9].	7
Figura 2-4. Evolución del coste de las instalaciones fotovoltaicas por kW instalado desde 2010 a 2021 [12].	9
Figura 2-5. Mapa de la Red Natura 2000 en España [16].	11
Figura 6-1. Alternativas de las ubicaciones de la central fotovoltaica de Ekian [25] (Elaboración propia).	26
Figura 8-1. Ubicación de la central solar fotovoltaica de Ekian en Rivabellosa [25] [28] (elaboración propia).	31
Figura 8-2. Lugares de interés cultural y natural cercanos a la ubicación del parque fotovoltaico [25] (Elaboración propia).	32
Figura 8-3. Mapa de pendientes y de cotas de la ubicación [25] (elaboración propia).	33
Figura 8-4. Mapa de radiación solar global sobre la superficie horizontal en la península ibérica en kWh/m ² [29].	33
Figura 8-5. Datos de irradiación global sobre la superficie horizontal y la superficie óptima en la ubicación de la central en el año 2020 [29] (elaboración propia).	34
Figura 8-6. Situación actual de accesos a la ubicación de la central [25] (elaboración propia).	35
Figura 8-7. Líneas eléctricas de las inmediaciones de la ubicación de la central [21].	35
Figura 8-8. Disposición de los módulos en la estructura con seguimiento en un eje [32].	37
Figura 8-9. Inversor central 1500 V IFX6 de Jema [33].	37
Figura 8-10. Cronograma de la fase de construcción del proyecto con los plazos estimados.	48
Figura 9-1. Mapa climatológico de Euskadi [36].	50
Figura 9-2. Mapa de radiación solar diaria de la CAV [38].	51
Figura 9-3. Datos de irradiación global sobre la superficie horizontal en el año 2020 [29] (elaboración propia).	52
Figura 9-4. Mapa de temperatura media anual de la CAV [38].	52
Figura 9-5. Datos de temperatura media mensual en el año 2020 [29] (elaboración propia).	53
Figura 9-6. Velocidad del viento media, mínima y máxima de Miranda de Ebro desde 1940 [39] (elaboración propia).	53
Figura 9-7. Ríos cercanos a la ubicación de la central [40](elaboración propia).	55
Figura 9-8. Ubicación de los hábitats 6220 y 9240 sobre el ámbito de estudio [40].	56
Figura 9-9. Estadísticas de educación de Ribera Baja [43].	64
Figura 9-10. Infraestructura de abastecimiento hídrico de la zona [44].	66
Figura 9-11. Red de saneamiento de aguas de la zona del huerto solar [44].	67
Figura 11-1. Ejemplo de la tabla de selección de acciones en el archivo Excel.	74
Figura 11-2. Ejemplo de la tabla Excel de factores ambientales afectados por cada acción teniendo en cuenta todas las acciones.	75
Figura 11-3. Ejemplo de la tabla Excel de factores ambientales afectados por cada acción.	76
Figura 11-4. Ejemplo de la tabla obtenida de las relaciones entre los subfactores ambientales y las acciones realizadas.	76
Figura 11-5. Fracción de la tabla resumen obtenida que relaciona las acciones completadas y las medidas correctoras introducidas con los subfactores ambientales.	81
Figura 12-1. Ejemplos de pasos para animales como propuesta de medidas correctoras.	89

TABLAS

Tabla 8-1. Datos técnicos de los módulos fotovoltaicos [30].	36
Tabla 8-2. Características de diseño de los módulos fotovoltaicos [30].	36
Tabla 8-3. Emisión de metales pesados durante la construcción de módulos policristalinos [14].	41

Tabla 8-4. Emisión de gases de una central solar fotovoltaica de módulos policristalinos [14].	42
Tabla 8-5. Estimaciones de vertidos generados.	42
Tabla 9-1. Datos meteorológicos históricos (1991-2021) de Miranda de Ebro [37 y 39].	51
Tabla 9-2. Movimientos migratorios de inmigración y emigración de Ribera Baja entre 2012 y 2021 [43].	63
Tabla 9-3. Valor añadido bruto (VAB) a precios corrientes (miles de €) según sector de actividad. ..	65
Tabla 10-1. Desglose de los gastos de obra civil.	69
Tabla 10-2. Desglose estimado de costes instalados del huerto solar de Ekian [45].	70
Tabla 10-3. Desglose de costes aproximados de desmantelamiento del huerto solar [45].	71
Tabla 10-4. Desglose de costes aproximados de las medidas correctoras.	72
Tabla 11-1. Clasificación de las medidas correctoras, preventivas y/o compensatorias planteadas en la hoja Excel.	78
Tabla 12-1. Clasificación de los subfactores mayormente afectados por las acciones y el número de medidas adoptadas para atenuar el impacto.	87

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de cualquier proyecto de carácter ingenieril es crear un beneficio económico, además de un beneficio social que permita abastecer los requerimientos de la sociedad, pero desde hace algunos años la idea del desarrollo sostenible ha ganado en todos los ámbitos. El desarrollo sostenible se define como la facultad de satisfacer las necesidades humanas en el tiempo presente sin que ello implique comprometer la satisfacción de las necesidades futuras, por lo que a su vez engloba varias ideas, es decir, implica una utilización de los recursos naturales disponibles de forma que se minimice el impacto ambiental, además de favorecer el acceso a dichos recursos a todos los pueblos y ciudadanos en condiciones económicas asequibles, todo ello sin comprometer el desarrollo futuro. Es por ello que el desarrollo sostenible se sustenta sobre los tres principios anteriormente mencionados: el beneficio social, económico y medioambiental.

La concienciación de la sociedad acerca del medio ambiente no es un tema reciente. El primer plan a nivel internacional introducido para la conservación de la naturaleza fue en EE. UU., en el año 1968, el denominado *National Environmental Policy Act*. Posteriormente, a nivel europeo, el primer país en introducir una ley sobre protección medioambiental fue Francia, en 1976, con la *Ley 76-629, relativa a la protección de la naturaleza*.

Por otro lado, el desarrollo de los países y sociedades desarrolladas no sería posible sin el consumo energético a gran escala, ya que está comprobado que un país que se desarrolla tiene cada vez un consumo energético mayor. De esta manera se plantea un escenario en el que el consumo energético es fundamental para el desarrollo de la sociedad y la economía de cualquier país, pero dicho desarrollo se debe dar en conjunto con la preservación del medio ambiente, de modo que el desarrollo tecnológico y la búsqueda nuevas tecnologías de generación energética son dos términos muy importantes. Estas nuevas tecnologías dejan atrás el uso de combustibles fósiles y se basan en energías de fuentes renovables, es decir, en el aprovechamiento de recursos naturales, como las mareas, el viento o la radiación solar.

Por lo tanto, a la hora de realizar un proyecto de carácter energético, el promotor no debe tener en cuenta tan solo el beneficio económico, sino que también debe considerar el beneficio social y el beneficio medioambiental desde el punto de vista del desarrollo sostenible, bien basándose en tecnologías que empleen recursos no renovables pero que gracias a una tecnología de funcionamiento permiten minimizar el impacto medioambiental, o bien basándose en tecnologías de energías renovables. A pesar de ello, no significa que las tecnologías hoy en día presentes de carácter renovable no generen un impacto medioambiental, pero normalmente es considerablemente menor que el impacto generado por energías de fuentes no renovables.

A nivel estatal el aumento de la generación eléctrica de origen renovable ha sido considerable y se espera que de cara al futuro lo sea aún más, con el objetivo de alcanzar la neutralidad climática que se ha fijado en línea con el Acuerdo de París y los compromisos con la Unión Europea, es decir, que el 74 % de la electricidad sea de origen renovable en 2030 y el 42 % del consumo energético, y el 100 % del consumo eléctrico antes de 2050. Estas ideas han sido planificadas en el Plan Integrado de Energía y Cambio Climático (PNIEC) 2021-2030, que prevé instalar aproximadamente 60 GW renovables en dicho periodo. El desarrollo del marco retributivo se realizará mediante subastas, de modo que antes de la subasta se establece la potencia máxima a subastar y se adjudicará el producto subastado a las ofertas de menor cuantía. Una de las

tecnologías que ha irrumpido con fuerza en este escenario y ha ganado gran importancia es la solar fotovoltaica. Esta se basa en el efecto fotoeléctrico, en el cual se utilizan diferentes materiales semiconductores que se encuentran en una célula fotovoltaica, y que al recibir la radiación solar son capaces de emitir electrones y así generar una corriente eléctrica. Dentro de estos se diferencian diferentes La fotovoltaica es la tecnología que más se va a subastar en el periodo comprendido entre los años 2021 y 2025, con un volumen mínimo de potencia de 10 GW, por delante incluso de los 8,5 GW de la energía eólica [1].

Centrándose en la situación actual de la energía solar fotovoltaica, a nivel estatal desde la irrupción en el año 2008 el aporte de la energía solar fotovoltaica no ha hecho más que aumentar en el consumo energético de origen renovable y en el año 2019 un 2 % del consumo final fue de origen fotovoltaico, especialmente destinado a la generación eléctrica y en menor medida a la generación de calor. Por lo tanto, considerando la generación eléctrica, en el año 2018 la fotovoltaica generaba el 3 % del consumo eléctrico, mientras que la cifra aumentó hasta un 10,1 % para el año 2022, es decir, se pasó de una generación de 7.766 GWh a 27.864 GWh en tan solo 5 años. Este salto supone que aproximadamente un 24 % de la generación eléctrica de origen renovable es de origen fotovoltaico, tan solo por detrás de la eólica. Por otro lado, en cuanto a potencia instalada, el incremento ha sido incluso mayor ya que en el año 2018 un 4,6 % de la potencia instalada a nivel estatal era de origen fotovoltaico mientras que en el año 2022 la cifra ascendió hasta un 16,6 %, es decir, de 4.771 MW a 19.785 MW, lo que supone que un 28 % de la potencia instalada total renovable a nivel nacional es fotovoltaico [2]. De cara al futuro según las previsiones del Escenario Objetivo desarrollado en el PNIEC se espera que la potencia instalada de la solar fotovoltaica aumente hasta 21.713 MW para el año 2025 y hasta 39.181 MW para el año 2030.

Por otro lado, a nivel autonómico la irrupción de la fotovoltaica ha sido todavía más tardía. En el año 2010 la potencia instalada era de 22,01 MW y para el año 2016 apenas había ascendido a 26,40 MW. A partir de ahí el crecimiento ha sido mucho mayor hasta alcanzar los 80,85 MW en el año 2021, es decir, se ha pasado de un escenario en el que tan solo un 4,1 % de la potencia instalada renovable correspondía a la solar fotovoltaica a un escenario de un 11,2 %. De cara al futuro, en Euskadi también se ha apostado por un mayor peso de las renovables, de manera que el 19 % del mix eléctrico sea de origen renovable para el año 2030. Además, se espera que para el año 2030 la potencia instalada de la solar fotovoltaica aumente hasta los 293 MW, aproximadamente un 15 % de la potencia instalada de origen renovable [2].

Cabe considerar que a pesar de que el impacto ambiental de las instalaciones que trabajan con energías renovables es menor que las que se basan en el uso de combustibles fósiles y fuentes convencionales, no por ello este es nulo. El impacto ambiental de la energía solar fotovoltaica se debe en especial al proceso de construcción, es decir, el proceso que va desde la minería y obtención de materiales hasta el momento en el que la instalación entre en operación. Por otro lado, una vez en operación existen otros factores como la ocupación de grandes extensiones en las que se elimina la cobertura vegetal o en las que en el pasado se llevaban a cabo diferentes actividades asociadas a la agricultura, por lo que realizar una evaluación de impacto ambiental de las instalaciones fotovoltaicas es de gran importancia. Sumado al desarrollo de las energías renovables en España y los ambiciosos objetivos que se han fijado de cara al futuro, las solicitudes para la instalación de nuevos parques fotovoltaicos han incrementado de forma considerable, de modo que el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, a través de la Subdirección General de Evaluación Ambiental de la Dirección General de

Calidad y Evaluación Ambiental ha elaborado una herramienta que permite identificar las áreas del territorio nacional que presentan mayores condicionantes ambientales para la implantación de estos proyectos y tomar decisiones estratégicas sobre la ubicación de las infraestructuras gracias a la zonificación de la sensibilidad ambiental. La herramienta que se utiliza y que es objeto de estudio del presente trabajo desarrollado en el programa Excel se trata de otra herramienta similar que permite definir los efectos, factores ambientales y medidas correctoras a implementar en función de las acciones que se deben llevar a cabo para desarrollar un proyecto de generación eléctrica. Por otro lado, la introducción del RD/L 6/2022 introduce medidas de agilización de los procedimientos relativos a proyectos de energías renovables, dentro de los cuales se incluyen los proyectos de energía solar fotovoltaica con una potencia instalada igual o inferior a 150 MW que no se ubican en la Red Natura 2000, por lo que no estarán sujetos a una evaluación ambiental en los términos regulados en la Ley 21/2013 [3].

2. CONTEXTO Y ANTECEDENTES

Desde el punto de vista de la modernidad, la década de 1880 fue el origen de la era moderna actual. Los sistemas de generación eléctrica actuales como la térmica o hidráulica surgieron en esta época, al igual que las turbinas de vapor y el motor de combustión interna de diésel. Por otro lado, otros inventos significativos no asociados al mercado energético fueron la caja registradora, la Coca-Cola, el bolígrafo o los rascacielos con estructura de acero [4], todos ellos elementos que se construyen y se encuentran en grandes masas hoy en día y que requieren procesos productivos de gran consumo energético. Se puede decir por tanto que la década de 1880 fue el comienzo u origen del consumo de bienes energéticos en masa. Desde entonces, el consumo energético mundial no ha hecho más que subir como se muestra en la Figura 2-1.

Debido a su alta disponibilidad en la naturaleza, fácil manipulación, transformación y almacenamiento y en concreto su gran poder calorífico en una masa reducida, desde el primer momento el consumo energético se fundamentó en el consumo de combustibles de origen fósil, especialmente el carbón. Los combustibles de origen fósil, como su nombre lo indica, son combustibles que se han generado partiendo de plantas y otros organismos de épocas anteriores tras ser sometidos a altas temperaturas y presiones durante muchos años.

Por otro lado, a mediados del siglo XX el consumo energético tomó una tendencia distinta, y es que el consumo energético comenzó a aumentar año a año de una manera mucho mayor. La irrupción del petróleo llegó de la mano de las dos guerras mundiales, al darse cuenta los altos mandos de que el uso del petróleo tenía varias ventajas respecto al uso del carbón. Varias potencias mundiales como los británicos o estadounidenses apostaron fuertemente por el uso del petróleo en esa época, de ahí la gran subida del consumo del mismo que se refleja en la Figura 2-1.

El último de los combustibles de origen fósil en llegar al consumo en masa fue el gas natural. El hecho de tratarse del combustible fósil más limpio junto al comienzo del proceso de concienciación de la sociedad acerca de la contaminación, en especial en grandes ciudades, impulsó su uso a finales del siglo XX. Un consumo que además se vio impulsado en la época del 2000 gracias a la introducción de las centrales de ciclo combinado junto a un precio del gas bajo.

Además de las tres fuentes de energía primaria mencionadas, en la Figura 2-1 se muestran otras fuentes como la nuclear, eólica, hidráulica o solar, todas ellas destinadas generalmente a la producción de electricidad. Esto se debe en especial a que en la década de los 70, llegaron los microprocesadores, aparatos electrónicos que contienen todos los circuitos de control, aritméticos y lógicos que son la base del procesador de cualquier elemento computacional. Hasta entonces existía un uso básico de la electricidad por ejemplo para el alumbrado, pero la llegada de los microprocesadores supuso un antes y un después en la evolución del consumo eléctrico como se muestra en la Figura 2-2. El aumento del consumo eléctrico se hace notar sobre todo en el consumo industrial y el consumo residencial. A pesar de ello, considerando que hoy en día según la Figura 2-1 el consumo energético primario se sitúa en 170.000 TWh, el consumo eléctrico tan sólo supone 25.000 TWh, es decir, aproximadamente un 15 % del consumo energético total.

A pesar de que se espera que el ritmo de consumo de energías de fuentes no renovables se vea ralentizado y de que se encuentran en auge otras tecnologías para la obtención de energía como las fuentes renovables o el hidrógeno, el 80 % del consumo energético mundial sigue siendo de origen fósil todavía.

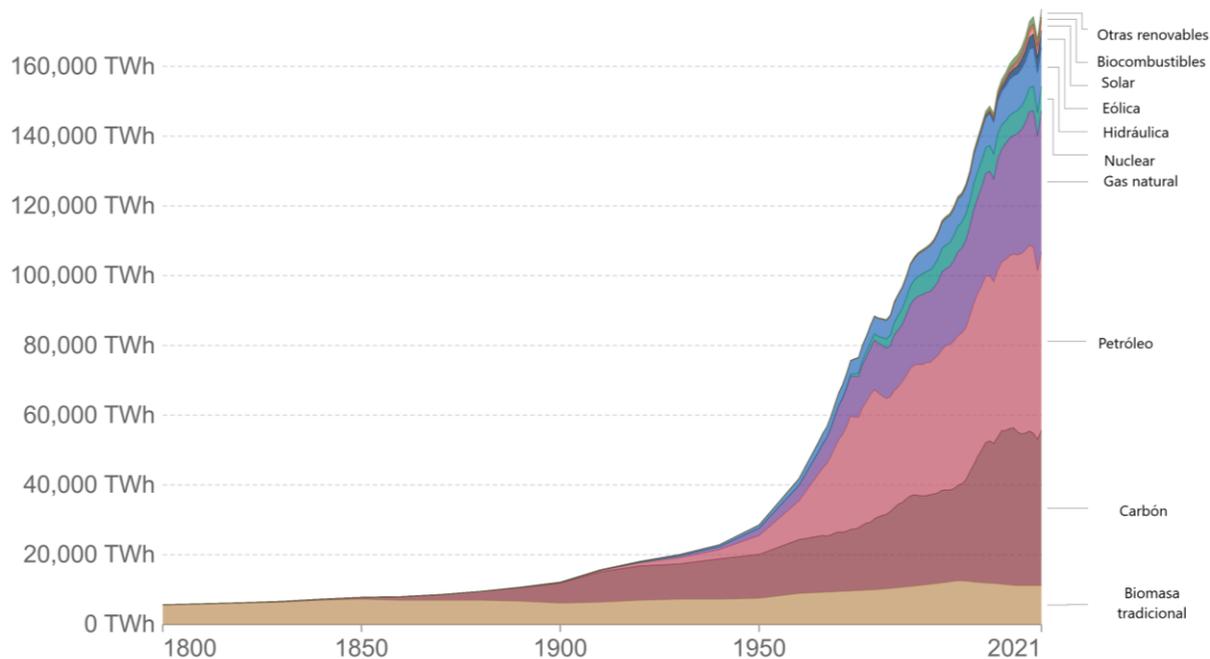


Figura 2-1. Evolución del consumo energético primario desde 1800 [5].

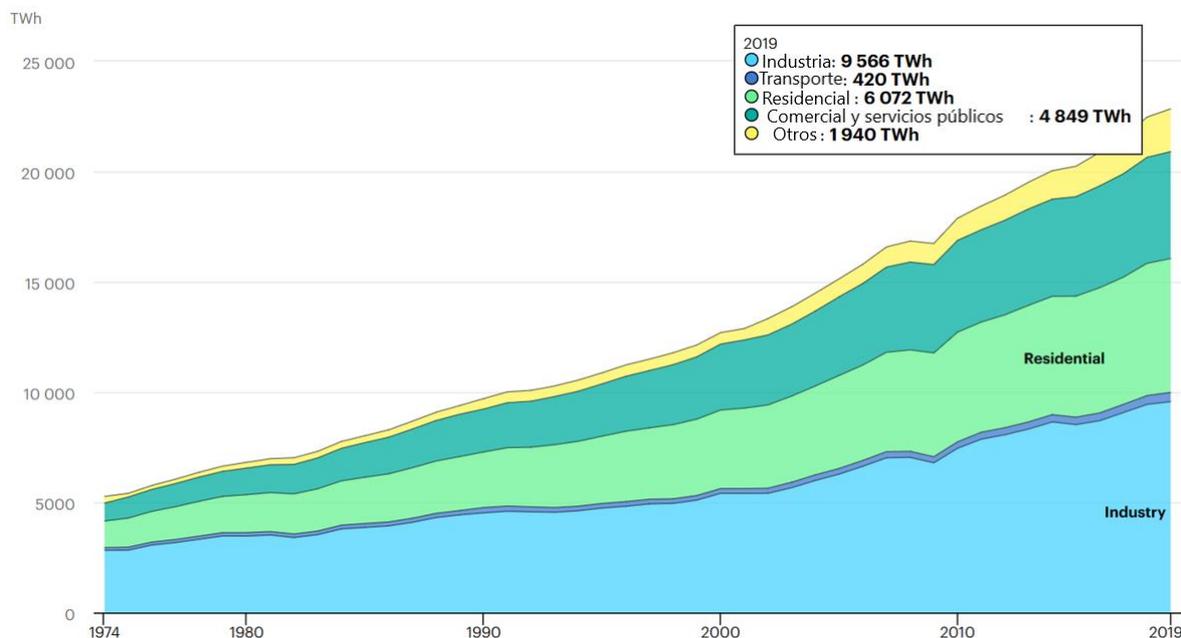


Figura 2-2. Evolución del consumo eléctrico desde el año 1974 [6].

Existen varias razones para que el consumo energético mundial se base todavía en los combustibles fósiles.

En primer lugar, se trata de un tipo de fuente de energía abundante. Según la Agencia Alemana de Recursos Minerales (DERA), la energía fósil disponible en la Tierra y explotable con la tecnología actual es de 619.394 EJ, para hacerse una idea unas 1300 veces la producción de energía fósil total del año 2010 [7]. Además, según el informe de la agencia, los recursos recuperables restantes que no sean reservas ya conocidas guardan la mayoría de los recursos fósiles, ya que tan sólo un 6 % se encuentra en reservas conocidas. Los recursos recuperables son recursos que aún no se han encontrado, pero que con la tecnología hoy en día disponible se cree que se podrían explotar. Esta gran descompensación viene provocada en gran medida por el gran esfuerzo que supone la exploración y la búsqueda de nuevos yacimientos, ya que el proceso de exploración es un proceso complejo y económicamente costoso, por lo que debe ser posteriormente rentable gracias a la explotación de los recursos. A veces los yacimientos que finalmente se encuentran están ubicados en lugares de difícil acceso, por lo que el simple hecho de encontrar un yacimiento no asegura que el proyecto global vaya a ser rentable.

La mayoría de esos recursos recuperables restantes está compuesta por el carbón, un 80 % concretamente, y tan sólo un 16 % de gas y 4 % de petróleo. Dicho de otra manera, los recursos restantes suelen medirse en años, también conocido como índice R/P, el cual considera un año como base de cálculo, ya que la producción anual puede variar a futuro. De esta manera, considerando el año 2010 como año base y considerando tanto las reservas restantes como la explotación de recursos recuperables, se estima que existe suficiente carbón para otros 3027 años de producción. Por otro lado, en cuanto al gas, se estima que la producción podría durar otros 779 años, y por último, para el petróleo la estimación es de 159 años más de producción, el más crítico entre ellos [7]. Estos valores recogidos por la DERA también coinciden con los valores reportados por otros estudios de British Petroleum (BP) o la Agencia Internacional de la Energía (IEA). Por lo tanto, la conclusión principal que se puede extraer de esto es que los recursos fósiles son abundantes aún hoy en día y para otros tantos años más.

Por otro lado, se encuentra la gran capacidad energética que tienen estos recursos. Considerando el petróleo como ejemplo, un litro de petróleo contiene alrededor de 30 millones de Joules. Esto se puede comparar con las horas que una persona debe ejercer para igualar mediante un esfuerzo la energía que aguarda ese litro. Se estima que una persona es capaz de ejercer una potencia en torno a los 100 W durante un periodo de 8 horas, es decir, 100 J por segundo. Esto supone que para igualar la energía que aguarda ese litro de petróleo una persona debería sostener ese esfuerzo de 100 W durante 83 horas. De hecho, a veces se suele olvidar que un coche pueda alcanzar los 800 km de autonomía mediante un depósito de tan solo 60-70 litros, considerando tanto el peso del coche como la velocidad a la que pueda llegar a circular. Estos resultados son extrapolables además al resto de recursos fósiles, por lo que la segunda conclusión es que además de ser abundantes, tienen una gran capacidad de generar energía con una cantidad pequeña [8].

Más allá del principal uso que se les pueda dar a estos recursos, existe una gran industria que se ha creado en torno a estos recursos y que hoy en día sin su presencia difícilmente podrían seguir adelante. La materia prima de la industria petroquímica es el petróleo, pero también lo es en la fabricación de combustibles para el transporte. El gas es principalmente utilizado como combustible doméstico e industrial, pero también es utilizado como materia prima en la industria petroquímica para la obtención de amoníaco, metanol, etileno etc. Por último, el carbón también tiene varios usos, como la generación de energía eléctrica, fabricación de fertilizantes o fabricación de cemento o acero. Cabe destacar que el desarrollo industrial de un

país está directamente ligado a su consumo energético, y también se suele decir que este conlleva un mayor gasto de recursos energéticos, pero en realidad es el propio gasto energético quien promueve el desarrollo del país. Esto último se refleja en la Figura 2-3.

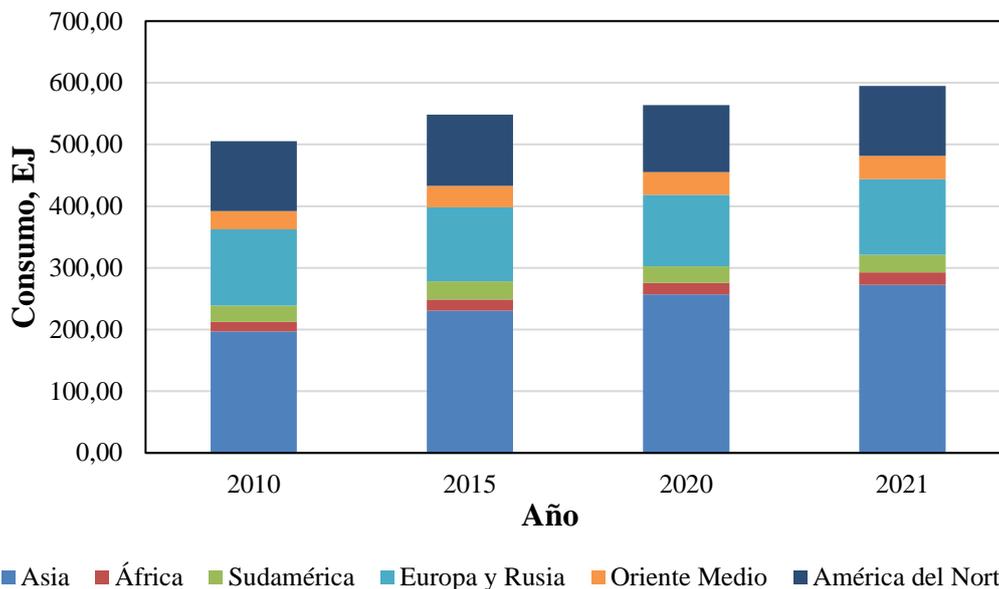


Figura 2-3. Consumo energético por regiones [9] (Elaboración propia).

Por lo tanto, otra razón es que además de poseer los beneficios antes mencionados son recursos flexibles en cuanto a su uso, ya que se poseen tanto en forma gaseosa, líquida y sólida, y esto ha permitido que además de poder utilizarlos de manera energética la industria haya podido evolucionar, siendo el uso de recursos fósiles el eje que lo haya promovido.

El desarrollo tecnológico además ha tenido una gran incidencia dentro de la explotación de recursos fósiles, y es que los recursos de gas y petróleo no convencionales, es decir, yacimientos que antes no se podían explotar con la tecnología convencional de bombeo, hoy en día sí que se pueden explotar mediante la perforación horizontal y fractura hidráulica, más conocido como *fracking*. Según el informe de la IEA [10], dentro de las reservas que se conocen a día de hoy las reservas no convencionales tan sólo suponen un 13 %, pero dentro de los recursos recuperables no conocidos se estima que suponen un 83 %. Por lo tanto, los avances tecnológicos han permitido explotar yacimientos que antes era imposible hacerlo, y además parece que en el futuro el peso de la tecnología vaya a ser significativo.

Por último y la razón más importante seguramente es el bajo coste de las energías de origen fósil. Es verdad que en los últimos años puede que hayan subido los precios y se haya reducido la brecha económica con el resto de las fuentes energéticas gracias al desarrollo tecnológico de estas, pero en cuanto al coste siguen siendo los más baratos, y esta única razón es suficiente para que uno se decante por el uso de energías de origen fósil antes que de otro origen que sea más caro.

A pesar de que hasta ahora se han mencionado las razones por las que el uso de recursos energéticos se basa principalmente en el uso de recursos de origen fósil, estos poseen varios

inconvenientes y son razón suficiente para que muchos países estén introduciendo y considerando medidas para reducir su consumo y sustituirlo por energías renovables.

Uno de los inconvenientes es que la combustión de estos recursos de origen fósil tiene como producto principal el dióxido de carbono ya que están compuestos mayoritariamente por carbono. El dióxido de carbono es uno de los mayores causantes del cambio climático hoy en día y también del efecto invernadero. Además de este producto se forman en menor medida otros como el monóxido de carbono (CO), los SO_x y NO_x, los cuales son tóxicos y generan lluvia ácida o smog fotoquímico respectivamente. Todos ellos, en mayor o menor medida, son los gases causantes del efecto invernadero.

Otro de los inconvenientes es que se trata de recursos no renovables, y es que a pesar de estimar que las reservas actuales puedan durar unos cuantos años más como se ha analizado anteriormente, se debe tener en cuenta que llegará un día en el que se agoten, ya que la velocidad a la que estos recursos se generan es menor que a la que se están consumiendo. De hecho, en algún caso la producción anual ya está disminuyendo [8].

Por último, existe la dependencia de otros países para el abastecimiento. Las reservas no se encuentran en todos los puntos de la tierra, por lo que la ubicación de las reservas no tiene nada que ver con las fronteras establecidas por el ser humano, dándose el caso de que hay países que se dedican a exportar y otros a importar. En ese intercambio las relaciones entre los países juegan un papel importante. Además, en el caso del gas hay que tener en cuenta que los gasoductos pueden pasar por otros países que no sean ni el suministrador ni consumidor, sino uno que esté en el medio.

Por lo tanto, existen varias razones por las que los recursos fósiles se han venido utilizando hasta ahora y siguen siendo el recurso más utilizado para la obtención de energía a nivel mundial sin ningún tipo de rivalidad. A pesar de ello, debido a sus inconvenientes se está haciendo un esfuerzo para dar una transición hacia las energías de fuente renovable, por lo que la situación actual es que en los países desarrollados y sobre todo en la UE se está haciendo un gran esfuerzo para la transición. Considerando este escenario actual, algunas tecnologías de generación eléctrica renovables están siendo impulsadas y están mostrando un aumento considerable en el uso gracias a las ventajas medioambientales que ofrecen junto al incremento del consumo eléctrico que se espera, entre ellas la energía fotovoltaica.

La energía fotovoltaica consiste en la generación eléctrica de corriente directa empleando la radiación solar, que al irradiar sobre un módulo fotovoltaico genera una corriente directa que posteriormente es acondicionada y bien puede ser almacenada, consumida o vertida a la red eléctrica. Una de las principales razones del aumento de las instalaciones fotovoltaicas ha sido el rápido descenso de costes que han tenido tal y como se muestra en la Figura 2-4.

En tan solo 10 años los precios de la fotovoltaica se han visto reducidos 5 veces, lo que ha valido para atraer a diferentes inversores. Según IRENA [11], se espera que desde 2010 a 2050 la inversión anual en la energía fotovoltaica se vea casi triplicada, pasando de 77.000 M\$/año a 192.000 M\$/año, ya que la reducción de costes permitirá que para el año 2030 la fotovoltaica sea competitiva con las energías no renovables y que para el año 2050 los costes sean incluso inferiores.

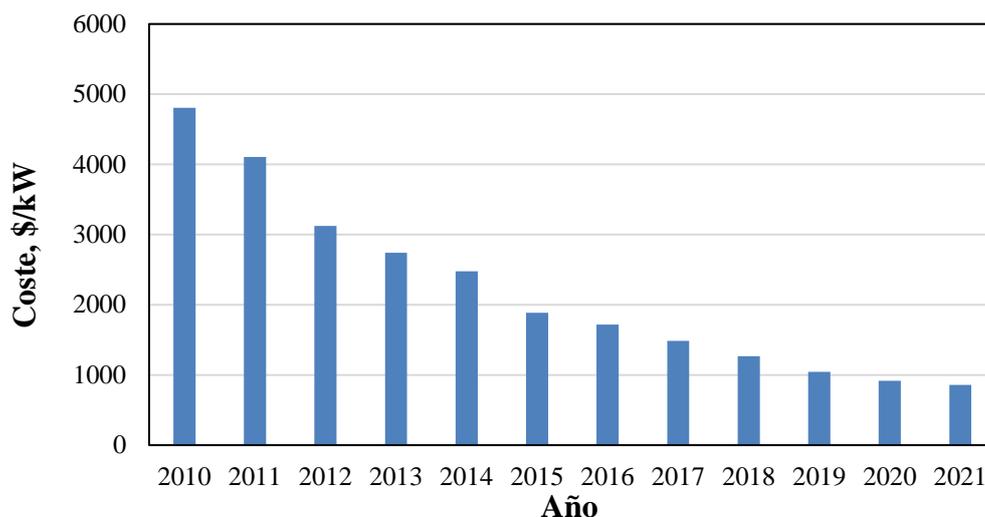


Figura 2-4. Evolución del coste de las instalaciones fotovoltaicas por kW instalado desde 2010 a 2021 [12] (Elaboración propia).

Por otro lado, según los datos recogidos por la Agencia Internacional de la Energía (IEA) [13] la energía fotovoltaica tuvo el mayor crecimiento en cuanto a generación eléctrica entre las energías de fuente renovable tan solo por detrás de la energía eólica, con una generación eléctrica de 179 TWh tan solo en el año 2021 gracias a una potencia instalada de aproximadamente 900 GW. Según la IEA se espera que esa cifra aumente hasta los 5000 GW, y según IRENA para el año 2050 la potencia instalada de centrales fotovoltaicas sería de 8500 GW, la mayor cifra entre todas las tecnologías [11].

Considerando la generación de gases de efecto invernadero (GEI), se estima que una instalación fotovoltaica genera entre 14 y 73 g CO₂ eq./kWh generado, cifra considerablemente inferior a los 975,3 g CO₂ eq./kWh de las plantas de generación eléctrica de carbón y 607,6 g CO₂ eq./kWh de las plantas de gas natural. Se estima que la mayoría de esas emisiones, entre el 71 y 94 %, se generan durante el periodo de manufacturación. A pesar de ello, las emisiones en el caso de la energía eólica son inferiores, entre 9 y 18 g CO₂ eq./kWh. Hay que tener en cuenta, además, la ubicación de las plantas fotovoltaicas, ya que si la instalación se construye donde anteriormente había un bosque, la capacidad de captura de CO₂ del bosque se ve disminuida debido a la construcción de la instalación [14]. Por lo tanto, el uso de las grandes extensiones de área que requieren este tipo de centrales es otro de sus problemas, ya que el uso de las tierras queda exclusivamente restringido y el entorno por lo tanto se ve afectado, además del impacto visual que tiene la ocupación de las grandes extensiones de tierra. Es por ello que se está realizando un gran esfuerzo en buscar paneles cada vez más eficientes.

Otro de los aspectos a tener en cuenta es el uso de materiales peligrosos durante las fases de extracción, fabricación y limpieza, ya que requiere emplear materias primas como silicio, cadmio, telurio, selenio o galio, lo que a su vez requiere varios procesos de extracción y minería.

Por último, al igual que en el caso de la emisión de gases GEI, el mayor consumo de agua se da durante la manufacturación, que está directamente asociado al tratamiento de materiales extraídos mediante minería. Por ejemplo, el consumo de agua es de 180 kg/kg de silicio producido. Además, hay que considerar que el agua residual generada debe ser tratada. A pesar de ello, el consumo de agua es muy pequeño en comparación con otras tecnologías de

generación eléctrica, requiriendo 330 l/MWh generado, tan solo mejorado por la energía eólica, que tan solo requiere 43 l/MWh [14].

En definitiva, a pesar de que el impacto ambiental de las tecnologías de generación eléctrica basadas en fuentes no renovables sea considerablemente mayor, eso no significa que las energías de fuentes renovables no generen un impacto ambiental, ya que como se ha visto, durante el ciclo de vida de los diferentes componentes que requiere una central fotovoltaica existe cierta generación de GEI, se requieren grandes extensiones que quedan reservadas al uso exclusivo de la central en detrimento de otras actividades y por último existen unas necesidades mínimas pero necesarias de uso de agua, un recurso que cada vez escasea más. Es por ello que al igual que con otro tipo de centrales, las centrales fotovoltaicas deben realizar una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

Hoy en día, a nivel estatal la ley de evaluación ambiental que se encuentra en vigor es la Ley 21/2013 de 9 de diciembre [15]. En el capítulo II del título II de dicha ley se establecen los procedimientos de evaluación ambiental de proyectos que deben realizar la evaluación ambiental ordinaria o simplificada. Por otro lado, en el anexo I se describen los criterios por los que un proyecto debe ser sometido a evaluación ambiental ordinaria, mientras que en el anexo II se establecen los criterios por los que un proyecto deba someterse a evaluación ambiental simplificada. Por otro lado, puede darse el caso de que a pesar de que un proyecto en concreto corresponda al anexo II deba someterse a evaluación ambiental ordinaria por determinados criterios del anexo III [15].

En lo que a las instalaciones fotovoltaicas se refiere, en el grupo 3 del anexo I de evaluación ambiental ordinaria se describe que las instalaciones para la producción de energía eléctrica a partir de la energía solar destinada a su venta en la red, que no se ubiquen en cubiertas o tejados de edificios existentes y que ocupen más de 100 ha de superficie deben realizar esta evaluación. En cambio, en el grupo 4 del anexo II de evaluación ambiental simplificada se establece que las instalaciones para la producción de energía eléctrica a partir de la energía solar, destinada a su venta a la red, no incluidas en el anexo I ni instaladas sobre cubiertas o tejados de edificios o en suelos urbanos y que, ocupen una superficie mayor a 10 ha deben realizar esta evaluación. A pesar de ello, el órgano ambiental teniendo en cuenta la información facilitada por el promotor acerca del proyecto, el resultado de consultas realizadas y los resultados obtenidos a partir de diferentes evaluaciones puede resolver mediante el informe de impacto ambiental de acuerdo con los criterios del anexo III que el proyecto debe someterse a una evaluación de impacto ambiental ordinaria porque podría tener efectos significativos sobre el medio ambiente de acuerdo con el artículo 47. Los criterios por los que un proyecto del anexo II debe someterse a evaluación de impacto ambiental ordinaria se clasifican en tres grupos: los criterios de características de los proyectos, los de la ubicación del proyecto y las características del potencial impacto. El primer grupo está asociado a las dimensiones, generación de residuos o riesgos de accidentes que puedan existir. El segundo hace referencia a los recursos, la fauna y la flora existentes a la zona y si pertenece a áreas protegidas por la legislación del Estado o de las Comunidades Autónomas o a la Red Natura 2000. Por último, en el tercer grupo se agrupan los potenciales efectos significativos en el medio ambiente [15].

La Red Natura 2000 es una red ecológica europea coherente de zonas especiales de conservación de la biodiversidad que albergan tipos de hábitats naturales y de diferentes especies, formada por Zonas Especiales de Conservación (ZEC) establecidas de acuerdo con la

Directiva Hábitat y de Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) designadas en virtud de la Directiva Aves. Su finalidad es asegurar la supervivencia a largo plazo de las especies y los tipos de hábitat en Europa, contribuyendo así a detener la pérdida de biodiversidad. En la Figura 2-5 se muestran los espacios protegidos que pertenecen a la Red Natura 2000 en territorio español [16]. En ella se muestran tres tipos de territorios diferentes: Los territorios LIC son la Lista de Lugares de Importancia Comunitaria y las ZEPA las Zonas de Especial Protección para las Aves. Estas zonas son propuestas por las administraciones competentes en su ámbito territorial a la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación del MITECO. Actualmente la Red está formada por 1.468 LICs y por 662 ZEPAs, para una superficie total de más de 222.000 km², de los cuales 138.000 km² corresponden a superficie terrestre, aproximadamente un 27,35 % del territorio español. Por lo tanto, considerando que la Red Natura 2000 abarca más de un cuarto del territorio terrestre español, se trata de una variable a tener en cuenta a la hora de realizar la evaluación de impacto ambiental de un proyecto, ya que puede ser un factor determinante como se establece en el anexo III de la Ley 21/2013 para determinar si un proyecto debe realizar la evaluación ambiental ordinaria en vez de la evaluación ambiental simplificada.

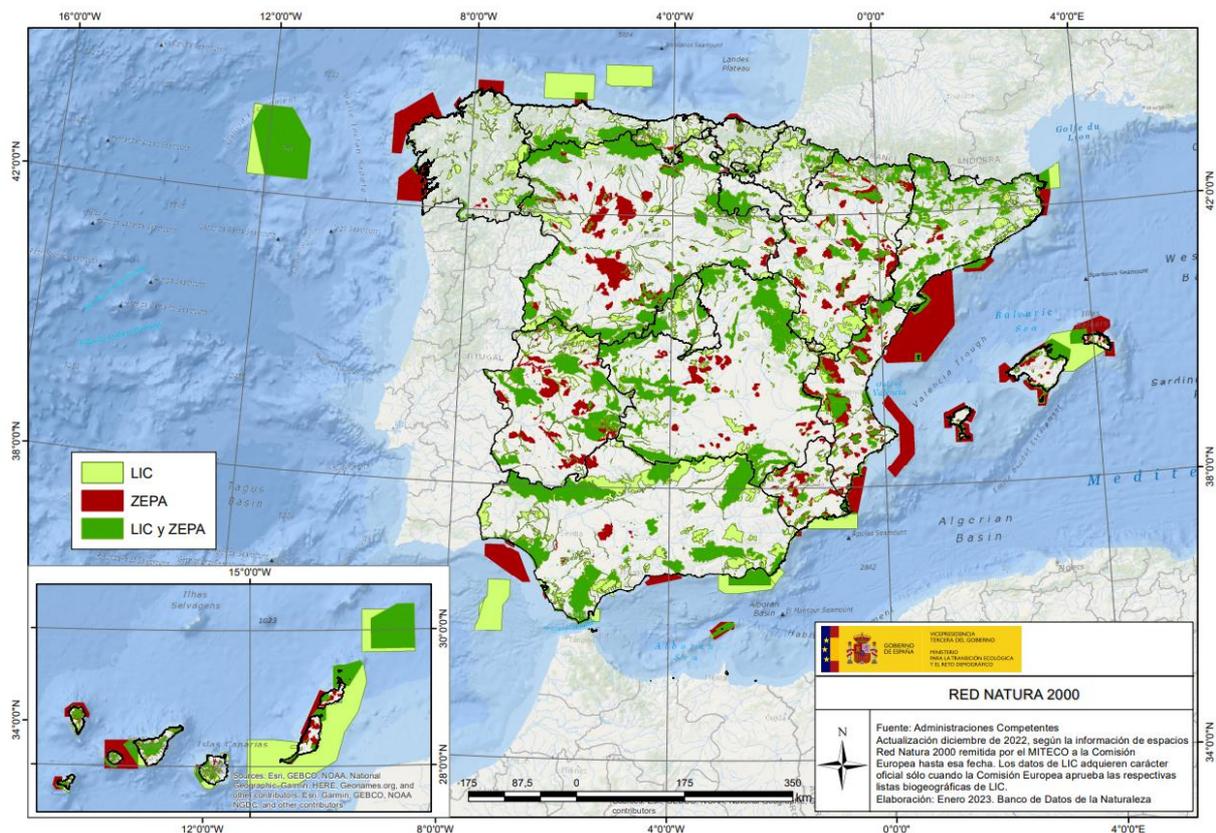


Figura 2-5. Mapa de la Red Natura 2000 en España [16].

Actualmente el peso que tiene la fotovoltaica sobre el territorio vasco recae especialmente sobre Álava, con los diferentes proyectos de Ekiola, Ekienea o Ekian, siendo este último objeto del presente proyecto. El proyecto Ekiola [17] es fruto de la colaboración público-privada entre el Ente Vasco de la Energía (EVE) junto a la ingeniería KREAN y diferentes ayuntamientos. Se trata de cooperativas donde son los propios vecinos quienes participan en la generación y gestión de la energía basándose en parques de pequeña escala de entre 1 y 5 MWp para impulsar

el autoabastecimiento. Por su parte, el proyecto Ekienea [18] es también fruto de una colaboración público-privada, en este caso impulsado por KREAN, Iberdrola, la Diputación de Álava y el EVE. Con una ocupación de 200 ha y una potencia de 100 MW la convertirán en la central fotovoltaica de mayor tamaño de Euskadi. Por último, la central de Ekian se ubica próxima a la ubicación escogida para la construcción de Ekienea, en el complejo de Arasur, en la localidad de Rivabellosa [19]. En este caso los promotores del proyecto son KREAN y el EVE, y se trataba del parque de energía solar más grande de Euskadi cuando fue inaugurado en el año 2020, con una extensión de 55 ha y que gracias a 72.000 paneles fotovoltaicos de 340 W se obtiene una potencia instalada de 24 MW lo que con una generación anual de 40.000 MWh permite abastecer a 15.000 familias anualmente.

3. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL TRABAJO

El objetivo del presente trabajo es aplicar una herramienta de software basada en Excel que permite realizar el estudio y la evaluación de impacto ambiental de una central de manera más sencilla y simplificada, de modo que también se realice la evaluación de la herramienta y la propuesta de ciertas mejoras para su desarrollo en base a la realización de un estudio de impacto ambiental de la instalación solar fotovoltaica de generación eléctrica ya existente de Ekian, situada en la localidad de Rivabellosa, Álava. De esta manera, durante el propio Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) se llevarán a cabo todos los procedimientos requeridos en este tipo de estudios acorde a lo que se describe en el Anexo III de la Ley 21/2013, en primer lugar realizando la propuesta de diferentes alternativas y su evaluación, para dar posteriormente lugar a la identificación de los efectos que pueda causar la realización del proyecto y evaluando sus consiguientes impactos en el entorno social, ambiental y económico durante las diferentes fases que componen el proyecto, es decir, la construcción, la explotación y el desmantelamiento. Por otro lado, una vez realizada la evaluación, se realizará la propuesta de varias medidas correctoras y preventivas que permitan atenuar el impacto de aquellas acciones que se consideren más sensibles para el entorno y el medio ambiente, para finalmente realizar una evaluación global.

Por lo tanto, a continuación se describe la estructura que se utilizará y se seguirá durante la realización del estudio:

- **Análisis de diferentes alternativas y justificación:**

En primer lugar, se realizará la propuesta de varias alternativas que se han considerado para la realización del trabajo. Estas alternativas se diferencian entre ellas por diversas características, como por ejemplo la elección de la ubicación, la elección de la tecnología o si los soportes sobre los que se apoyan las células fotovoltaicas poseen alguna tecnología giratoria y sobre qué ejes. Además, se considerará la alternativa de actuación, es decir, se comparará el propio entorno sin la realización del proyecto con las diferentes alternativas, tal y como se establece en la Ley 21/2013. El proceso de evaluación de alternativas permite obtener mediante diferentes procedimientos la alternativa que generará menor impacto en el medio ambiente, en el medio económico y a nivel social, además de que permite compararlas con la alternativa de no actuación. Por último, se realizará una justificación de la alternativa elegida, con sus puntos fuertes en comparación con el resto.

- **Descripción general del proyecto:**

Se trata de una descripción que abarca todos los apartados del proyecto que se desarrollan durante todas sus fases: la fase de construcción, la de explotación y el de desmantelamiento, una vez la alternativa definitiva haya sido elegida. En la descripción de la ubicación se analizarán los aspectos más importantes y sensibles de la ubicación que se puedan ver afectados por el proyecto. Por otro lado, se realizará una descripción técnica y el dimensionamiento de la instalación. Además, se especificarán las diferentes acciones que se llevarán a cabo durante las distintas fases del proyecto que pueden generar un mayor impacto medioambiental, la maquinaria y el equipamiento requerido. Por último, se analizarán los vertidos y las emisiones y los residuos generados.

- **Análisis económico preliminar:**

En esta parte se realizará un análisis de todos los apartados que se han descrito en el apartado anterior, considerando los costes de inversión o construcción, que supone el coste inicial, y también los costes de operación y mantenimiento que se dan durante la fase de operación de la central. Por último, también se deben considerar los costes de desmantelamiento y el valor residual, es decir, el valor final que tiene el equipamiento y la instalación en general al final de su vida útil. A pesar de que la definición del aspecto económico no sea el principal objetivo de un Estudio de Impacto Ambiental, se trata de uno de los aspectos más determinantes junto a la viabilidad ambiental a la hora de decidir si un proyecto se lleva o no a cabo.

- **Identificación del impacto ambiental:**

Una vez definidos todos los apartados técnicos y prácticos de la planta, se procederá al análisis de impacto ambiental, comenzando por la identificación, valoración y descripción de los efectos, es decir, se establecerá una relación entre las acciones desarrolladas y los factores ambientales que se ven afectados por la realización del proyecto mediante la elaboración de un inventario ambiental, que permitirá desarrollar de manera detallada el efecto que se da y su carácter en cada uno de los apartados que componen el medio ambiente. Este apartado se realizará mediante la herramienta desarrollada en Excel que permite establecer una relación entre las acciones y los efectos y factores ambientales, y en caso de observar cualquier error en el programa o aspectos a mejorar se realizarán ciertas sugerencias y mejoras en ella.

- **Propuesta de medidas correctoras y evaluación económica:**

Una vez realizada la identificación de los factores ambientales que se ven mayormente afectados por el proyecto, se realizará la propuesta de medidas correctoras con el fin de atenuar el impacto ambiental. Este paso de nuevo será realizado mediante el programa, donde las medidas correctoras serán definidas en función de las acciones realizadas y por consiguiente de los factores ambientales afectados. Al igual que en apartados anteriores, en caso de visualizar errores en el programa se realizarán propuestas de mejora para ayudar a optimizar su procedimiento de funcionamiento. Por otro lado, se añadirá el coste económico de la introducción de medidas correctoras al balance económico previamente realizado, una vez estas hayan sido definidas.

4. BENEFICIOS QUE APORTA EL TRABAJO

La realización de una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) como es el caso del presente trabajo tiene varios beneficios en diferentes aspectos, pero en definitiva resulta beneficioso especialmente para la sociedad y el medio ambiente.

En primer lugar, en cuanto al beneficio que aporta este tipo de proyectos en general a la sociedad se pueden describir varios factores. El primero de ellos es la creación de empleo, en el caso concreto de las centrales fotovoltaicas especialmente durante la fase de construcción, y el segundo de ellos el beneficio económico, ya que se requiere un personal cualificado para poder llevar a cabo este tipo de proyectos. Estos beneficios, sumado a otros factores como que la fotovoltaica es una fuente de energía renovable, resulta un atractivo para la sociedad respecto a otras tecnologías convencionales basadas en el uso de combustibles de origen fósil. Además, teniendo en cuenta la normativa en vigor que exige la realización de un exhaustivo análisis del medio ambiente para poder realizar la EIA, la sociedad ve con buenos ojos la realización de este tipo de proyectos. En definitiva, este tipo de trabajos sirve para que la sociedad sea consciente de que se llevan a cabo proyectos energéticos de fuentes renovables que respetan el medio ambiente y que además aportan beneficios a la sociedad.

En segundo lugar, la realización de este trabajo resulta atractivo a otros proyectos de similares características que se puedan desarrollar en el futuro, pudiendo servir de guía para estos. Por un lado, se encuentra el aspecto técnico de la central, ya que los diferentes estudios de dimensionamiento, la tecnología empleada, las diferentes técnicas de limpieza de paneles etc. pueden servir de ejemplo para futuros proyectos. Además, los diversos análisis realizados durante el estudio para la propia ubicación pueden servir para futuros proyectos que se desarrollen en la zona y así impulsar el desarrollo de proyectos similares en la zona. Por ejemplo, los distintos estudios de análisis de impactos ambientales, sociales y económicos, el análisis de radiación solar de la zona o el estudio de la orografía pueden servir para recopilar información para futuros proyectos, al igual que las medidas correctoras y el plan de vigilancia ambiental.

Por último, cabe destacar que la gran implantación de energías renovables como la eólica o fotovoltaica en los últimos años y también de cara al futuro mediante el plan PNIEC del gobierno español sirve para enseñar a la sociedad que la transición energética es un hecho necesario para sustituir el uso de energías de fuentes no renovables por energías verdes, pero que además es ya una realidad. Asimismo, este tipo de estudios sirven para demostrar a la sociedad que dicha transición energética se está llevando a cabo de manera que se respeta el medio ambiente, y no implantando las centrales de manera desordenada y desmesurada, es decir, sirve como muestra de que las energías renovables son el futuro y amigables con el medio ambiente gracias a que se están implantando de manera paulatina y con exhaustivos estudios que los respaldan.

4.1 Beneficios de la energía solar fotovoltaica

A su vez, el hecho de decantarse por la solar fotovoltaica para la generación eléctrica también tiene sus beneficios en el entorno. Durante la fase de construcción los procedimientos son más sencillos en comparación con otras tecnologías como pueden ser las grandes centrales térmicas, de ciclo combinado o las centrales nucleares, incluso más sencillo que la construcción de

centrales eólicas, que requiere el transporte de equipamiento de grandes dimensiones y a zonas de difícil acceso. En el caso de la fotovoltaica, el equipamiento de mayor tamaño son las placas fotovoltaicas, por lo que el proceso de transporte es más sencillo. La ubicación también es menos compleja, ya que las centrales convencionales o nucleares requieren una fuente de refrigeración como el río o el mar cerca, o las centrales eólicas se sitúan sobre colinas para un mayor aprovechamiento de vientos. En el caso de las centrales de solar fotovoltaica el factor más importante es la radiación solar, por lo que se pueden situar en un gran rango de ubicaciones y también en las ciudades sobre los tejados de los edificios donde las sombras no son abundantes, lo que lo dota de ciertas características sobre otras tecnologías de generación eléctrica.

Durante la fase de operación y explotación de la central los requerimientos de personal y operaciones son mucho menores en comparación con el resto de las tecnologías, lo que ayuda a reducir los costes, ya que existen menos fuentes problemáticas. Además, no existe generación de residuos, emisión de partículas o gases de efecto invernadero (GEI) o vertidos al exterior y la generación de ruido es mínima, por lo que la conservación del medio ambiente es mucho mejor, siendo su principal y única desventaja la ocupación de considerables extensiones de terreno aprovechables para otros usos o de bosques. De esta manera, ayuda a frenar el cambio climático.

En cuanto a la última fase del proyecto, el desmantelamiento, las acciones que se llevan a cabo en ella son prácticamente las inversas a las de la fase de construcción, por lo que también se trata de una fase bastante sencilla. No exige la descontaminación de materiales como las centrales nucleares, por lo que el proceso se resume al desmontaje y adecuación del terreno para nuevos usos.

En resumen, la fotovoltaica es una tecnología que en los últimos años ha irrumpido con fuerza en el mercado energético gracias a su sencillez de construcción de centrales, de operación y de mantenimiento. A esto hay que sumarle que la reducción de costes durante los últimos años ha sido evidente, lo que ayuda a que los inversores den el paso de apostar por la fotovoltaica ya que se asume un menor riesgo de inversión, y además ha permitido que mucha gente haya dado el salto al autoconsumo, también mediante la formación más habitual de comunidades energéticas locales. Por último, gracias a que los vertidos, las emisiones y la generación de residuos es prácticamente nula durante la explotación, contribuye en la generación eléctrica libre de emisiones de GEI, principal causa del cambio climático y calentamiento global. Todo ello no significa que la realización del proyecto no tenga consecuencias negativas en el entorno, ya que la ocupación del terreno, la calidad del paisaje, las características culturales o los usos del terreno se ven afectados por la central y es por ello que es necesario la realización de diferentes Estudios de Impacto Ambiental para cada proyecto. Aun así el impacto de una central fotovoltaica solar es en definitiva menor que el de muchas otras tecnologías por las características comentadas.

4.2 Beneficios del programa utilizado

Como se ha comentado anteriormente, existe una gran solicitud de implementación de la energía solar fotovoltaica por parte de las ingenierías y las compañías energéticas. Además, todo esto se encuentra impulsado por los planes desarrollados de cara al futuro tanto a nivel estatal como a nivel comunitario. Teniendo en cuenta esta gran implementación que se espera

de cara al futuro, el desarrollo de programas intuitivos y simples como este programa desarrollado en Excel que es objeto de estudio del presente trabajo facilita significativamente los procedimientos de evaluación ambiental y permite acortar los plazos de dicho proceso de investigación. Dicho programa se centra, en primer lugar, en simplificar el proceso de definición de los efectos de las acciones requeridas para el desarrollo del proyecto durante las diferentes fases de construcción, funcionamiento y desmantelamiento, para posteriormente definir los factores ambientales afectados, estableciendo así una relación entre las acciones que se deberán llevar a cabo y los factores ambientales afectados por dichas acciones. La definición de los factores ambientales mediante dicho programa, más simplificado que los métodos convencionales de selección y ponderación de importancias, permite facilitar así el desarrollo de un inventario ambiental más desarrollado. Por otra parte, el programa también permite determinar la implementación de medidas correctoras para atenuar el impacto ambiental de las acciones, de nuevo estableciendo una relación entre ellas. De esta forma se complementa toda la información ambiental requerida para la realización del estudio de impacto ambiental mediante el programa tan solo mediante la definición de las acciones requeridas y las medidas correctoras, preventivas y compensatorias adoptadas.

Por su parte, este trabajo permite poner a prueba el programa Excel desarrollado y comprobar su correcto funcionamiento, de modo que se obtengan conclusiones sobre dicho programa, resaltando su correcto funcionamiento si es así y proponiendo correcciones o mejoras en su proceso.

5. DESCRIPCIÓN DE REQUERIMIENTOS Y ESTADO DEL ARTE

Debido a los diferentes efectos que tiene la realización de proyectos de generación eléctrica y en concreto las de solar fotovoltaica, los impactos ambientales deben ser sometidos a una exhaustiva evaluación que contemple todos los aspectos que se vean afectados por la realización del proyecto. Toda la información que se debe recoger y redactar y que se deba declarar a las autoridades al igual que todo el procedimiento que se tiene que llevar a cabo y sus plazos están regulados por la ley.

A nivel estatal, como se ha comentado anteriormente, se ha desarrollado el Plan Nacional Integrado de Energía y Cima (PNIEC) 2021-2030, el cual define los objetivos de reducción de GEI, la penetración de las energías renovables y la eficiencia energética y ha sido sometido al procedimiento de evaluación ambiental estratégica de la Ley 21/2013, correspondiente a planes y programas y la ley en vigor. Por lo tanto, todo proyecto, plan o programa que deba ser sometido a nivel estatal debe realizar y cumplir con el procedimiento indicado y descrito en dicha ley. Esta ley ha sido modificada mediante la Ley 9/2018 debido a la introducción de la Directiva 2014/52/UE de la Unión Europea, que sustituye la anterior Directiva 2011/92/UE y que tiene como objetivos la mejora de la protección del medio ambiente y una regulación más eficaz del proceso de evaluación de impacto ambiental, pero los procedimientos apenas varían [20].

A nivel autonómico, el Plan Territorial Sectorial de Energías Renovables de Euskadi, elaborado por el Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente, ha sido aprobado en mayo de 2023, cuya finalidad principal es constituirse como una de las herramientas básicas de ordenación del territorio que permitan alcanzar la sostenibilidad energética en Euskadi, enlazando con los objetivos establecidos en estrategias y directrices sobre el desarrollo de las energías renovables y con la finalidad de alcanzar los objetivos establecidos en la Estrategia Energética Vasca 2030 [21]. La legislatura vigente en Euskadi es la Ley 10/2021, de 9 de diciembre, de Administración Ambiental de Euskadi. La ley 3/1998 General de Protección del Medio Ambiente del País Vasco supuso el establecimiento de un marco normativo unificado para la política ambiental a nivel autonómico. Sin embargo, ha habido diferentes apartados que han sido regulados por otras leyes autonómicas o estatales, por lo que la finalidad de la Ley 10/2021 es la de regular dichos apartados complementando la Ley 3/1998 y establecer el marco normativo para la protección, conservación y mejora del medio ambiente, determinando los derechos y deberes de las personas afectadas y jurídicas [22].

Por lo tanto, considerando la Ley 10/2021, en el Anexo II.D se especifican los proyectos que deben someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ordinaria. Dentro de dicho Anexo, en el Grupo D3 de industria energética se encuentran las “instalaciones de energía fotovoltaica que conlleven una ocupación de terreno igual o superior a 15 hectáreas. Se entenderán incluidas las instalaciones de la misma o de distintas personas titulares que, aun ocupando una superficie menor, sean colindantes con otra instalación fotovoltaica, siempre que la superficie total ocupada por las distintas instalaciones sea igual o superior a 15 hectáreas.” [22]. En definitiva, considerando que la instalación de Ekian ocupa una superficie de 55 hectáreas, el proyecto deberá ser sometido a evaluación de impacto ambiental ordinaria.

5.1 Contenido de la evaluación ambiental

Como se ha mencionado, de acuerdo con las características establecidas en la Ley 10/2021 de Administración Ambiental de Euskadi la evaluación ambiental del parque solar fotovoltaico de Ekian debe ser sometida a evaluación de impacto ambiental ordinaria. Considerando los puntos establecidos por la Ley 9/2018 en el anexo VI por las que se modifica la Ley 21/2013, el estudio realizado deberá incluir la información detallada a continuación [20]:

- **Objeto y descripción del proyecto:** Se trata del primer apartado en el que se describen tanto la ubicación como las propias características físicas del conjunto del proyecto, también especificando la tecnología que se vaya a emplear. Por otro lado, se deberán describir las necesidades de uso de tierras, los materiales a utilizar, los residuos, vertidos y emisiones generadas y las cantidades, la demanda energética y los recursos naturales que se vean afectados por la ejecución del proyecto. Por último, también se deben especificar las principales características de la fase de explotación del proyecto, es decir, las del proceso de producción.
- **Examen de alternativas del proyecto ambientalmente más adecuadas:** Se deberá realizar un examen multicriterio de las distintas alternativas ambientalmente adecuadas, técnicamente viables y relevantes, incluida la alternativa cero, de no actuación, en base a sus características específicas. Para la realización de la alternativa de no actuación, se realizará una descripción de los aspectos pertinentes del estado actual del entorno y la evolución esperada de cara al futuro. Finalmente se deberá realizar una justificación de la solución propuesta, basándose en diversos criterios de carácter económico, social y ambiental junto a una comparación de efectos medioambientales.
- **Inventario ambiental, descripción de los procesos e interacciones ecológicas:** Consiste en el estudio del estado del lugar, sus condiciones ambientales y los usos del suelo antes de la realización de las obras, por un lado, y la descripción, inventario y cuantificación de los factores ambientales afectados por el proyecto por otro lado, por ejemplo, la población, la biodiversidad, la tierra y suelo, el subsuelo, el patrimonio cultural, el paisaje y la interacción entre los diferentes factores. Además, se deberá realizar una delimitación y descripción cartografiada del territorio afectado por el proyecto.
- **Identificación y valoración de impactos:** Se identifican, cuantifican y valoran los efectos significativos previsible en base al inventario ambiental, que son consecuencia de las diferentes acciones llevadas a cabo durante el proyecto. La cuantificación de las variaciones de los hábitats se realizará mediante datos medibles, como la superficie afectada, la intensidad del impacto mediante indicadores, la duración o el número de individuos afectados. Posteriormente se realizará la valoración de los impactos ambientales.
- **Establecimiento de medidas preventivas, correctoras y compensatorias:** La finalidad de la introducción de estas medidas es la reducción, eliminación y compensación de los efectos ambientales más significativos durante todas las fases del proyecto. En este apartado se realizará la descripción de las medidas previstas y cuyos costes también deberán ser contemplados en el presupuesto del proyecto.

- **Programa de vigilancia y seguimiento ambiental:** El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) establece un sistema de garantías del cumplimiento de las medidas correctoras. Los costes tanto de la vigilancia, que se realizará durante la fase de construcción, como del seguimiento, durante la explotación, serán plasmados en el presupuesto del proyecto. Ambos consisten en asegurar la correcta ejecución de las medidas y el seguimiento de la evolución ambiental, introduciendo o suprimiendo las medidas en caso de que sea necesario.
- **Evaluación de repercusiones en la Red Natura 2000:** Este apartado hace referencia a la identificación de los espacios afectados por el proyecto correspondientes a la Red Natura 2000, de modo que se identifican los hábitats, especies o cualquier objetivo de conservación afectado, se realiza una evaluación de los impactos del proyecto sobre estos, y en base a ello se realiza un plan de medidas preventivas y correctoras destinadas a mitigar los impactos.
- **Resumen no técnico:** Consiste en un resumen de la información facilitada en los apartados anteriores de manera breve en términos asequibles a la comprensión general, con una extensión máxima establecida de 25 páginas.

5.2 Procedimiento jurídico-administrativo

Durante el procedimiento jurídico que se debe llevar a cabo y que se describirá más adelante intervienen varios actores que se describen a continuación [20]:

- **Órgano sustantivo:** Es el órgano de la Administración pública que tiene las competencias para autorizar un proyecto o controlar sus actividades que debe someterse a EIA.
- **Órgano ambiental:** Es el órgano de la Administración pública que elabora el documento de alcance del proyecto, el análisis técnico de los expedientes de evaluación ambiental, las declaraciones de impacto ambiental y los informes de impacto ambiental.
- **Público:** Se trata de cualquier persona física o jurídica, así como cualquier asociación, organización o grupo que no reúnan los requisitos para ser considerados como personas interesadas.
- **Personas interesadas:** Por un lado, se consideran todas aquellas personas en quienes concurren las circunstancias previstas en la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas, que son los siguientes [23]:
 - Quienes lo promuevan como titulares de derechos o intereses legítimos, o quienes tengan derechos que se puedan ver afectados antes de iniciar el procedimiento.
 - Las asociaciones y organizaciones representativas de intereses económicos y sociales.

Por otro lado, también se consideran como personas interesadas cualesquiera personas jurídicas sin ánimo de lucro que de acuerdo con la Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente que cumplan los siguientes requisitos:

- Que tengan como fines acreditados la protección del medio ambiente o algún elemento en particular y que puedan resultar afectados por la evaluación ambiental.
 - Que lleven, al menos, dos años legalmente constituidas y vengán ejerciendo activamente las actividades necesarias para alcanzar los fines previstos.
 - Que según sus estatutos desarrollen su actividad en un ámbito territorial que resulte afectador por el proyecto.
- **Promotor:** Se trata de cualquier persona física o jurídica, pública o privada, que pretende elaborar un proyecto de los contemplados en el ámbito de aplicación de la Ley 9/2018, independientemente considerado de la Administración que en su momento sea la competente para su adopción o aprobación.
 - **Administraciones Públicas afectadas:** Son aquellas Administraciones Públicas que tienen competencias específicas en materias como la población, salud humana, biodiversidad, geodiversidad, fauna, flora, suelo, subsuelo, agua, aire, ruido, factores climáticos, paisaje, bienes materiales, patrimonio cultural, ordenación del territorio y urbanismo.

Una vez descritos todos los actores que forman parte y que se ven afectados durante el procedimiento jurídico-administrativo, a continuación, se describen los pasos que constituyen el proceso, ordenados en el tiempo como se establece en el capítulo II de la Ley 21/2013 [15]:

- **Solicitud de alcance del estudio de impacto ambiental:** Con carácter potestativo, el promotor podrá solicitar que el órgano ambiental elabore el documento de alcance del estudio ambiental, para cuya realización dispondrá de un plazo máximo de dos meses desde la recepción de la solicitud. Para ello el promotor presentará ante el órgano sustantivo una solicitud de determinación del alcance, acompañado del documento inicial del proyecto, en el que se establecen las características principales del proyecto, como las características del entorno, la ubicación, la tecnología, los impactos ambientales y las alternativas consideradas. El órgano sustantivo, una vez comprobada la adecuación de la documentación presentada, se la remitirá al órgano ambiental en un plazo de diez días hábiles. Para la elaboración del documento del alcance el órgano ambiental consultará a las Administraciones públicas afectadas y a las personas interesadas, que una vez finalizado se lo remitirá tanto al promotor como al órgano sustantivo, junto a las contestaciones recibidas a las consultas realizadas, que será válido durante el plazo de dos años.
- **Realización del Estudio de impacto ambiental (EsIA):** El promotor elaborará el estudio de impacto ambiental siguiendo el procedimiento y considerando el contenido que se ha especificado en el apartado 5.1. El promotor al elaborar el estudio tendrá en

cuenta los resultados disponibles de otras evaluaciones en virtud de la legislación facilitados por la Administración.

- **Información pública del proyecto y del EsIA:** El promotor presentará el proyecto y el estudio ante el órgano sustantivo, quien lo someterá a información pública en un plazo inferior a 30 días, previo anuncio en el BOE. Simultáneamente el órgano sustantivo consultará a las Administraciones públicas afectadas y a las personas interesadas sobre los efectos del proyecto, quienes dispondrán de un plazo máximo de 30 días, de modo que solicite los siguientes informes:
 - Informe del órgano con competencias en materia de medio ambiente de la comunidad autónoma.
 - Informe sobre el patrimonio cultural, cuando proceda.
 - Informe de los órganos con competencias en materia de planificación hidrológica y de dominio público hidráulico, cuando proceda.
 - Informe sobre dominio público marítimo-terrestre y las estrategias marinas.
 - Informe preliminar del órgano con competencias en materia de impacto radiológico, cuando proceda.
 - Informe de los órganos con competencias en materia de prevención y gestión de riesgos derivados de accidentes graves o catástrofes, cuando proceda.
 - Informe sobre la compatibilidad del proyecto con la planificación hidrológica o de la planificación de la Demarcación marina, cuando proceda.
 - Informe del Ministerio de Defensa en el caso de que el proyecto incida sobre zonas declaradas de interés para la Defensa Nacional y terrenos, edificaciones e instalaciones, incluidas sus zonas de protección, afectos a la Defensa Nacional.
 - Informe de los órganos con competencias en materia de salud pública, cuando proceda.
- **Modificación del proyecto y nuevo trámite de información pública:** El órgano sustantivo remitirá al promotor los informes y las alegaciones recibidas, quien los deberá considerar en la redacción de la nueva versión del proyecto.
- **Evaluación de impacto ambiental ordinaria:** El promotor presentará ante el órgano sustantivo, junto con la documentación exigida por la legislación sectorial, la solicitud de evaluación de impacto ambiental ordinaria, el documento técnico del proyecto, el estudio de impacto ambiental y las alegaciones e informes recibidos en los trámites de información pública y consultas a las Administraciones públicas y personas interesadas. Una vez el órgano sustantivo haya comprobado que la documentación presentada cumple con los requisitos, remitirá la documentación al órgano ambiental, quien podrá resolver su inadmisión por alguna de las siguientes razones:

- Que el proyecto es manifiestamente inviable por razones ambientales.
- Que el estudio de impacto ambiental no reúne condiciones de calidad suficientes.
- Si ya hubiese inadmitido previamente un proyecto de similares características.
- **Análisis técnico del expediente:** El órgano ambiental realizará el análisis formal y técnico del expediente de evaluación de impacto ambiental y comprobará que está completo.
- **Declaración de impacto ambiental:** Una vez finalizado el análisis del expediente, el órgano ambiental formulará la declaración de impacto ambiental (DIA), que tendrá la naturaleza de informe preceptivo y determinante, incluyendo el contenido que se describe a continuación:
 - La identificación del promotor del proyecto y del órgano sustantivo, y la descripción del proyecto.
 - El resumen del resultado del trámite de información pública y de las consultas a las Administraciones Públicas afectadas y a las personas interesadas.
 - El resumen del análisis técnico realizado por el órgano ambiental.
 - Las condiciones y medidas que deban establecerse que permitan prevenir, corregir y compensar los efectos adversos sobre el medio ambiente.
 - La conclusión de la evaluación de las repercusiones sobre la Red Natura 2000 y las medidas compensatorias Red Natura 2000 que deban establecerse.
 - El programa de vigilancia ambiental (PVA).
 - Si procede, la creación de una comisión de seguimiento.

6. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

A la hora inicial de realizar un proyecto surgen varias ideas o alternativas técnicamente viables para cumplir con los estándares fijados para alcanzar el objetivo final del proyecto. Para decantarse por la alternativa más adecuada desde el punto de vista ambiental se debe llevar a cabo un proceso de análisis de alternativas que, como se dicta en el anexo VI de la Ley 21/2013 [1], debe ser redactado en el Estudio de Impacto Ambiental, justificando la solución adoptada de entre todas las alternativas planteadas. Como se ha comentado anteriormente, la alternativa 0 también debe ser considerada para realizar el estudio.

6.1 Alternativas de ubicación

Como se especifica en la “Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental de proyectos de plantas solares fotovoltaicas y sus infraestructuras de evacuación” [24], desarrollado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto demográfico, a pesar de que existen varios aspectos a considerar para la realización del proyecto, las alternativas de localización suelen ser las más determinantes. Además, no se considera ajustado a los principios de la evaluación ambiental un análisis de alternativas practicado exclusivamente sobre una única alternativa de ubicación. Como contrapartida se puede considerar la expropiación de terrenos, pero entre los fundamentos especificados, en ningún caso se debe considerar un condicionante el hecho de estar o no en posesión de los terrenos como limitante en el planteamiento de alternativas.

Por ello, en primer lugar, se ha realizado un análisis de alternativas de ubicación, considerando la documentación del Plan Territorial Sectorial de las Energías Renovables en Euskadi. Dentro de la cartografía se ha realizado una búsqueda de zonas de aptitud media-alta para la ubicación de parques solares fotovoltaicos. Se ha hecho un esfuerzo para encontrar una ubicación en cada provincia de la CAPV con una extensión de 55 ha, como es el caso de la central de Ekian. En el caso de Gipuzkoa no se ha encontrado una extensión de semejantes dimensiones con una aptitud media-alta según la cartografía. Por lo tanto, dos de las ubicaciones escogidas se encuentran en Araba, la provincia con más zonas aptas para la construcción de centrales solares fotovoltaicas, de modo que el resultado de la búsqueda de municipios de las ubicaciones escogidas ha sido la siguiente: Belandía, en Bizkaia; Iruraiz-Gauna, en Araba; Rivabellosa, en Araba. Dicho estudio, realizado por Saitec Engineering y Aytasa Abogados y Técnicos Asociados S.L, ha considerado todo el territorio de la CAPV como objeto de estudio, de modo que las tres ubicaciones seleccionadas han sido consideradas de media-alta aptitud. En este caso se realizará un estudio a menor escala entre las tres ubicaciones considerando las siguientes variables, determinantes en el caso de las centrales solares fotovoltaicas:

- **Climatología:** La climatología será uno de los factores determinantes para evaluar la generación eléctrica anual de la planta, ya que una mayor radiación y un factor de carga mayor derivará en una mayor generación eléctrica.
- **Orografía y accesos:** Un relieve más llano facilita el proceso de construcción, nivelado y desplazamiento de tierras, además de las labores de operación y mantenimiento durante el proceso de operación. Por otro lado, la orografía está ligada a la accesibilidad de la planta. Una orografía más montañosa dificulta el proceso de acceso a la ubicación de la central y exige un proceso más costoso de construcción de pistas de acceso.

Además, la construcción de estas pistas normalmente exige la tala de árboles y una capacidad de acceso más limitada a los camiones y maquinaria. Adicionalmente, en el caso de los huertos solares la orografía debe ser lo más llana posible para evitar la presencia de sombras tanto entre los módulos como de la propia orografía, lo cual disminuye el rendimiento.

- **Uso del suelo:** El uso del suelo antes de la construcción de la central es otra de las variables a tener en cuenta. El suelo puede tener fines agrarios, ganaderos o forestales. Hay que tener en cuenta que una de las finalidades de la transición energética es la disminución de GEI, algo en lo que la vegetación ayuda mediante la fotosíntesis. Por lo tanto, el efecto negativo sobre el cambio climático es mayor cuando una planta exige la demolición de árboles que cuando se construye sobre un área dedicada a la agricultura o ganadería. Además, ligado con el punto anterior, normalmente el acceso a los terrenos boscosos resulta más complejo.
- **Espacios protegidos:** El hecho de que la ubicación escogida se encuentre en una zona protegida como por ejemplo puede ser la Red Natura 2000 exige unos procedimientos, y análisis más complejos sobre el impacto que puede causar la realización del proyecto sobre el medio ambiente. Asimismo, a pesar de que la ubicación haya sido considerada de aptitud media o alta por el Plan Territorial Sectorial de las Energías Renovables, la proximidad a una zona protegida puede tener su influencia a la hora de realizar el proyecto.
- **Cercanía a las líneas eléctricas:** Cabe tener en cuenta que la función de toda planta de generación eléctrica es la producción de electricidad, que deberá ser introducida en la red. Para ello toda la instalación debe ser conectada a la red. Una mayor proximidad a la red supone un gasto menor asociado al tendido eléctrico requerido y puede ser uno de los puntos determinantes desde el punto de vista económico.

En la Figura 6-1 se muestra la ubicación de cada una de las tres alternativas propuestas sobre el mapa.

Considerando las características anteriormente mencionadas que debe cumplir la central, se han analizado las tres alternativas. En cuanto a la climatología, el factor determinante es la insolación anual medida en horas. Esta variable permite medir la energía que incide sobre una superficie, por lo que es una variable muy importante a la hora de considerar cuanta energía se puede generar. Según el Atlas de Radiación Solar del País Vasco, las ubicaciones de Belandia e Iruraiz-Gauna se sitúan en la zona intermedia, mientras que la ubicación de Rivabellosa se encuentra en la zona de la Rioja Alavesa, donde por lo general la irradiación es superior. Consultando los datos proporcionados por Adrase, el grupo dedicado a la radiación solar del CIEMAT [26], los valores de irradiación solar globales sobre la superficie horizontal son los siguientes, expresando el promedio anual de valores diarios: Belandia, 3,8 kWh/(m²·día); Iruraiz-Gauna, 3,9 kWh/(m²·día); Rivabellosa, 4,2 kWh/(m²·día). Por lo tanto, en cuanto a energía aprovechable es la ubicación de Rivabellosa la que ofrece las mejores características.

En cuanto a los accesos, la ubicación de Rivabellosa se encuentra muy bien comunicada por carretera mediante las autopistas AP-68, AP-1, la nacional A-1 y la carretera comarcal A-4304. Por su parte, la Ubicación de Iruraiz-Gauna se encuentra al lado de la autovía A-1 y la carretera

comarcal A-3100. Por último, la ubicación de Belandia se encuentra en una situación más delicada en cuanto a accesos, ya que tan solo la carretera comarcal A-3618 es la que permite el acceso a la zona, una carretera muy estrecha que dificulta el acceso.



Figura 6-1. Alternativas de las ubicaciones de la central fotovoltaica de Ekian [25] (Elaboración propia).

Por otro lado, en el caso de Belandia las tierras son de uso ganadero y en los otros dos casos, en cambio, de uso agrícola.

La orografía es prácticamente llana en el caso de Rivabellosa e Iruraiz-Gauna, mientras que en la ubicación de Belandia las pendientes son un poco más pronunciadas que en los otros dos casos.

Por último, en cuanto a las zonas protegidas, la situación es la siguiente [16]:

- La ubicación de Belandia se encuentra cercana a la ZEPA de Sierra Salvada. En cuanto a los LICs o ZECs cabe destacar la proximidad a Arkamu-Gibilio-Arrastaria. Por otro lado, el Monte Santiago, en la vertiente burgalesa de la Sierra Salvada, se encuentra dentro de las ZEPAs y LICs.
- En el caso de la ubicación de Rivabellosa, se encuentra cerca de los Montes Obarenes, que en su conjunto abarcan varias ZEPAs en diferentes comunidades autónomas: Los Montes de Miranda de Ebro y Ameyugo y a mayor distancia de los Montes Obarenes, ambos en la Comunidad de Castilla y León; las Sierras Meridionales de Álava a una distancia ya considerable, en el País Vasco; por último, los Montes Obarenes en su vertiente de riojana, donde también se encuentra la ZEPA de Sotos y Riberas del Ebro. En cuanto a LICs, los más cercanos son el río Bayas y el río Zadorra en el País Vasco y los Montes Obarenes también se encuentran dentro de la red de LICs en sus diferentes vertientes.

- Por último, la ubicación de Iruraiz-Gauna no se encuentra cerca de ninguna ZEPA. En el caso de los LICs, los más cercanos son los montes de Aldaia, la sierra Aizkorri-Aratz y los robledales isla de la llanada alavesa.

Por lo tanto, a pesar de que existen varias ZEPAs y LICs de la Red Natura 2000 que se encuentran próximas a las ubicaciones escogidas, ninguna de ellas se encuentra exactamente dentro de las zonas.

La última variable que hay que tener en cuenta es la proximidad a la red eléctrica. En el caso de la ubicación de Rivabellosa se presentan las mejores condiciones, ya que la subestación eléctrica de Miranda de Ebro se encuentra a escasa distancia. En el caso de la ubicación de Iruraiz-Gauna, la subestación más cercana es la de Vitoria, a varios kilómetros, pero la línea de 220 kV que atraviesa la llanada alavesa pasa sobre la propia ubicación. Algo similar ocurre en el caso de la ubicación de Belandía, donde la subestación eléctrica de Ayala se encuentra a varios kilómetros, pero la infraestructura eléctrica se encuentra al lado de la propia ubicación.

En definitiva, se puede decir que la zona menos sensible desde el punto de vista medioambiental es la ubicación de Iruraiz-Gauna, pero la diferencia respecto a las demás ubicaciones es escasa. En cambio, desde el punto de vista económico, la irradiación solar en la zona de Rivabellosa es mayor, por lo que a igualdad de potencia instalada la generación eléctrica será mayor, además de que la facilidad de conexión a la red también es mayor en este caso. La ubicación de Belandía, por su parte, queda penalizada respecto a las otras dos en el tema de la accesibilidad. De esta manera se determina que considerando todos los factores determinantes la ubicación de Rivabellosa es la que engloba las mejores características entre las ubicaciones analizadas.

6.2 Selección de la mejor alternativa

Una vez escogida la ubicación en la que se vaya a construir el parque solar fotovoltaico existen varias alternativas para poder llevar a cabo el proyecto de diferentes maneras, considerando además la alternativa 0, la alternativa de no actuación. De esta manera, se han considerado las siguientes alternativas:

- **Alternativa 0:** Alternativa de no actuación.
- **Alternativa 1:** Alternativa inicial, 55 ha de extensión para una potencia instalada de 24 MW mediante 72.000 paneles, de 340 W cada una. Supone una inversión de global de 24 M€ aproximadamente.
- **Alternativa 2:** Ocupación de mayor área para aumentar las dimensiones del parque, desde las 55 ha hasta aproximadamente 110 ha gracias a la ocupación del área delimitada por las carreteras AP-1, A-1 y A-68, al norte de la ubicación inicial. De esta manera se dobla la potencia instalada a 48 MW. La nueva zona está catalogada como de aptitud media según el estudio realizado en El Plan Territorial Sectorial de Energías Renovables de Euskadi.
- **Alternativa 3:** La construcción de un parque híbrido que combina tanto la tecnología solar fotovoltaica como la eólica.

Para poder decantarse por una alternativa concreta entre las alternativas propuestas se deben considerar varios criterios que tienen en cuenta el punto de vista ambiental, económico y social, como se ha hecho en el análisis de alternativas de ubicación. Desde el punto de vista ambiental es obvio que la alternativa 0 es la que menor impacto genera, ya que su impacto es nulo en ausencia de realización del proyecto. A pesar de ello, hay que tener en cuenta que la transición energética es uno de los procesos cruciales de cara al futuro tal y como se establece en diferentes planes desarrollados a nivel continental, estatal y autonómico, y es que la implantación de energías renovables supone la sustitución de energías no renovables normalmente de origen fósil. Es por ello que, aunque la realización de este tipo de proyectos genera cierto impacto medioambiental en el propio entorno, a nivel global es un paso más hacia una energía verde y la disminución de los GEI.

Comparando las alternativas 1 y 2, la zona ampliada mediante la alternativa 2 es una zona de aptitud media, al igual que la ubicación de la central, por lo que, desde el punto de vista de la irradiación solar, accesos a la zona y conexión a la red eléctrica la situación es prácticamente la misma. En cambio, existen otros problemas asociados a la ampliación de la central. Por un lado, la autopista AP-1 dividiría en dos el parque fotovoltaico, lo que dificultaría la realización de conexiones entre ambas zonas. En segundo lugar, gracias a que se duplica el área de la central se duplicaría la potencia instalada, pero la inversión económica sería mayor que el doble debido a la dificultad de realización de conexiones por causa de la autovía, es decir, la mayor dificultad de realización de conexiones se vería plasmada en la inversión requerida. Por último, el impacto medioambiental también resultaría ser mucho mayor, ya que exige un mayor desbroce y acondicionamiento del terreno. Además, el impacto paisajístico también sería mayor.

Por su parte, la alternativa 3 se postula como una alternativa innovadora, ya que no existen muchos casos de parques híbridos hoy en día. A pesar de ello, la ubicación seleccionada no presenta buenas condiciones para la implantación de la energía eólica, ya que el factor de carga se situaría entre 0,20 y 0,25 según el programa Global Wind Atlas [27]. Esto es debido especialmente a que la ubicación se encuentra rodeada por los montes Obarenes, lo que hace que las velocidades medias del viento sean especialmente bajas en la zona. Por otro lado, se encuentra el tema social. Los parques solares generan un impacto paisajístico evidente, pero es mucho menor que el impacto visual generado por los generadores eólicos debido a su mayor altura. La ubicación seleccionada se encuentra cerca de las localidades de Miranda de Ebro, Armiñón y Rivabellosa, por lo que el impacto social y paisajístico de una central eólica es mucho mayor que la de un parque fotovoltaico teniendo en cuenta la proximidad de estas localidades. En definitiva, los parques híbridos son una alternativa interesante ya que permiten aprovechar la infraestructura eléctrica para ambas tecnologías, pero para ello la ubicación debe poseer las características adecuadas para ambos fines, y en este caso la ubicación sí que posee buenas propiedades para el desarrollo de la solar fotovoltaica pero no para la eólica.

En resumen, en base a las diferentes consideraciones realizadas se concluye que la alternativa 1 es la que presenta las mejores características y la que mejor se ajusta a la ubicación seleccionada, ya que desde el punto de vista ambiental es la que menor impacto genera en base al impacto paisajístico y extensión ocupada, desde el punto de vista social es la que menor repercusión tiene y desde el punto de vista económico es el que en proporción a los demás menor inversión requiere en base a la energía generada.

7. ANÁLISIS DE RIESGOS

Todo proyecto tiene implícito una serie de riesgos que ponen en peligro la inversión realizada y que abarcan varios aspectos. Los riesgos pueden ser de carácter económico, que pueden poner en peligro la realización de la inversión; de carácter ambiental, de modo que no se lleve a cabo el proyecto por un impacto ambiental mayor al esperado o aun llevándose a cabo el impacto pueda poner en riesgo la biodiversidad de la zona; y por último, de carácter social, debido a la presión social y el riesgo que puede provocar el riesgo entre los habitantes. De esta forma, se enuncian a continuación varios puntos que pueden poner en riesgo el proyecto:

- **Variación de costes debido al mercado:** El precio de venta de la electricidad sufre variaciones debido a la meteorología y debido a los cambios de leyes sobre el tipo de tarificación de la energía solar o sobre la cuantía de las subvenciones. Todos estos factores afectan al estudio económico realizado, lo cual puede provocar hasta una pérdida de la inversión realizada. Algo similar puede ocurrir con los componentes requeridos para la construcción o la mano de obra, ya que fenómenos como la escasez de materias primas o las fluctuaciones en el precio del combustible pueden afectar negativamente y poner en cuestión la realización del proyecto.
- **Fenómenos meteorológicos:** Debido al notable cambio climático cada vez es más frecuente la aparición de fenómenos meteorológicos que acarrear fuertes rachas de viento o temporales de nieve o granizo que pueden provocar daños en los paneles o en las estructuras de soporte y los seguidores solares. Estos sucesos, a pesar de ser puntuales, pueden generar grandes pérdidas no previstas en periodos de tiempo breves.
- **Fallos o destrucción de equipos:** Aunque la mayoría de los equipos disponen de una garantía, existen ciertos equipos indispensables para el funcionamiento de la planta como pueden ser los inversores y los transformadores, que en caso de sufrir un fallo provocarían el cese de la generación de energía. Se trata de equipos de alto valor, por lo que la compra de nuevos equipos en estos casos supone una gran inversión y esfuerzo económico que se ve plasmado en los presupuestos.
- **Empresas subcontratadas:** Para la realización de las obras es necesario contratar empresas, las cuales pueden ocasionar problemas como el incumplimiento de los plazos de entrega, daños en la entrega de equipos o fallos en la realización de la obra. Para evitar este riesgo lo mejor es aclarar la responsabilidad de las distintas partes en el pliego de condiciones de los contratos.
- **Protección del medioambiente:** El impacto ambiental que puede causar la realización del proyecto debe ser estudiado anteriormente y de manera minuciosa, más aún teniendo cuenta los elementos naturales singulares existentes en los alrededores de la ubicación de la central. Una Evaluación de Impacto Ambiental negativa puede determinar la no conclusión del proyecto. En caso de que finalmente el proyecto se lleve a cabo, el medio ambiente es vulnerable a las acciones perjudiciales del proyecto, por lo que se deben tomar medidas correctoras y establecer un plan de vigilancia para atenuar en la mayor medida posible el impacto medioambiental y el hecho de poner en peligro la biodiversidad.

- **Protección del personal y los habitantes:** La presión social puede llegar a determinar la no conclusión del proyecto, por lo que los planteamientos de diseño se deben realizar de modo que el impacto negativo del proyecto sobre la sociedad sea el menor posible. Por otro lado, hay que tener en cuenta que durante la operación de la central siempre existen ciertos peligros a pesar de que sean pequeños como accidentes, vertidos, emisiones o generación de residuos peligrosos. En el caso de las centrales fotovoltaicas los equipos funcionan a temperaturas relativamente altas en la intemperie, tanto los módulos fotovoltaicos como el cableado, por lo que existe cierto peligro de que ocurran incendios. En este caso se deberá asegurar la salud de los habitantes que viven en las inmediaciones y la salud de todos los operarios. Por otro lado, los vertidos no deberán llegar a los depósitos de agua potable ni a los ríos.

8. DESCRIPCIÓN Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

Después de realizar el proceso de propuesta, análisis y valoración de las diferentes alternativas propuestas se ha decantado por la alternativa que supone la construcción de la instalación solar fotovoltaica en el área de Arasur, en la localidad de Rivabellosa, que consiste en la ocupación de 55 ha. A falta de la finalización de las obras de la central solar fotovoltaica de Ekienea, la de Ekian es la de mayores dimensiones y potencia instalada en Euskadi. En este apartado se realizará una descripción de la localización y las características de la central.

8.1 Ubicación de la central

La central solar fotovoltaica se ubicará en la localidad de Rivabellosa (Figura 6-1), concretamente en la zona que se muestra en la Figura 8-1, al este del polígono industrial de Arasur, concretamente en las coordenadas: 42° 42' N 2° 53' W.



Figura 8-1. Ubicación de la central solar fotovoltaica de Ekian en Rivabellosa [25] [28] (Elaboración propia).

A su vez, la localidad de Rivabellosa es colindante con los municipios alaveses de Armiñón, Berantevilla, la Rivera Alta y Comuni3n y los municipios burgaleses de Miranda de Ebro, La Puebla de Arganz3n y el Condado de Treviño.

8.2 Descripci3n del emplazamiento y del entorno

En este apartado se realizar3 una recopilaci3n de las caracter3sticas m3s representativas de la ubicaci3n de la central y sus alrededores.

En primer lugar, la finalidad del uso de las tierras es agrario pr3cticamente en su totalidad. Tambi3n existen bosques naturales, bosques de plantaci3n, matorrales, prados y pastizales, pero en una proporci3n mucho menor. Por su parte, tambi3n existen usos del suelo artificiales y sin vegetaci3n correspondientes a la infraestructura viaria y no viaria, los municipios y los pol3gonos industriales. La infraestructura que delimita el 3rea es la siguiente: La autopista AP-1 por el norte, la autopista AP-68 por el oeste y la carretera auton3mica A-4303 y la l3nea ferroviaria Ir3n-Madrid por el sur. Por su parte, el municipio que se ve afectado en mayor medida es el n3cleo urbano de Rivaguda debido a su cercan3a, pero al igual que el n3cleo urbano del municipio de Rivabellosa y de Miranda de Ebro, este se encuentra a una distancia considerable.

Por otro lado, el espacio de inter3s natural m3s cercano es el r3o Zadorra, que a su paso por la localidad de Rivabellosa se encuentra dentro de la lista de Zonas Especiales de Conservaci3n (ZEC) de la Red Natura 2000, teniendo en cuenta tambi3n su correspondiente zona perif3rica de protecci3n, en la cual se establece una zona de protecci3n de aves de l3neas el3ctricas.

En cuanto al patrimonio cultural, existen varios lugares de inter3s. Por un lado, los puentes de la cuenca del r3o Zadorra est3n declarados como bien cultural, siendo en este caso el puente m3s cercano el de Puentenuevo. Adem3s, dentro de la propia ubicaci3n del parque existen dos lugares declarados como patrimonio cultural, el asentamiento de Montegrande y los Fondos de Cabaña de El Alta y Targas. Ya fuera de la propia ubicaci3n pero a escasa distancia, concretamente al sur, se encuentran el asentamiento de Ladera del Monte y el Fondo de cabaña de Valusday. Para finalizar, en el n3cleo urbano de Rivaguda se encuentra la Iglesia de Asunci3n de Nuestra Seora, declarada bien cultural. En la Figura 8-2 se muestran todos los lugares citados sobre el mapa.



Figura 8-2. Lugares de inter3s cultural y natural cercanos a la ubicaci3n del parque fotovoltaico [25] (Elaboraci3n propia).

Por último, dentro del área de la ubicación de la central, en la zona suroeste se encuentra una zona que presenta valores más probables de inundabilidad pluvial debido a que se encuentra a una cota más baja, como se puede ver en la Figura 8-3. La zona, en términos generales es de bajas pendientes, con una zona central que se encuentra a una cota ligeramente más alta, que es la causa que genera la tendencia a inundarse que presenta el margen suroeste de la ubicación.

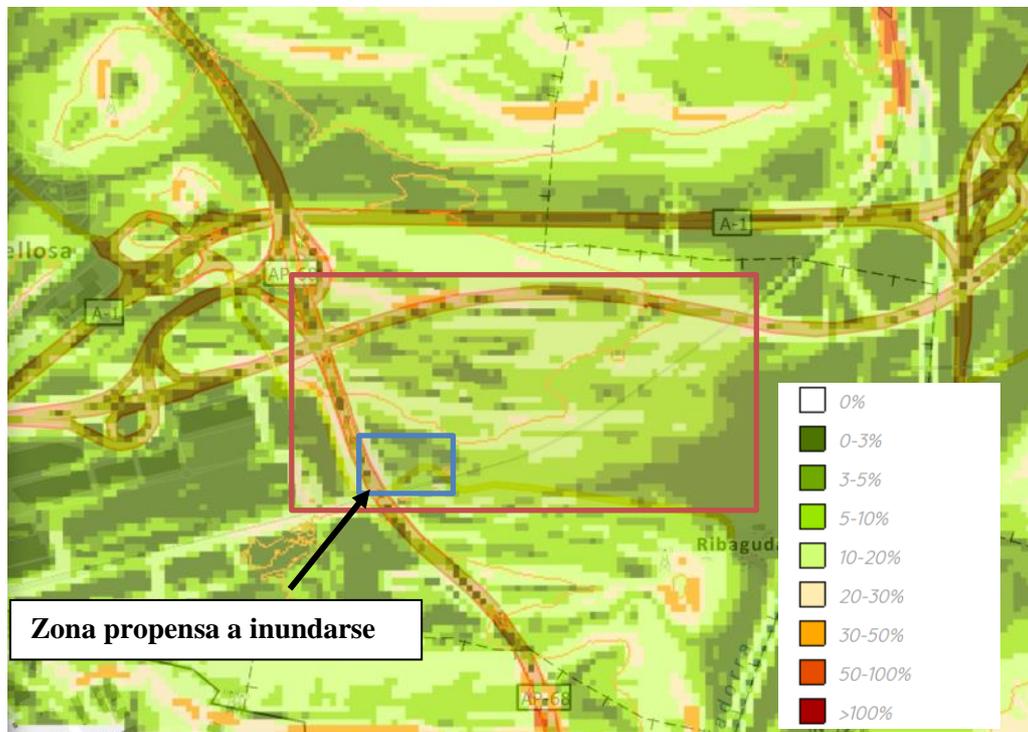


Figura 8-3. Mapa de pendientes y de cotas de la ubicación [25] (Elaboración propia).

Otro de los factores a considerar tal y como se ha mencionado en el apartado de análisis de alternativas es la radiación solar. En la Figura 8-4 se muestra el mapa de radiación global sobre la superficie horizontal en la península ibérica.

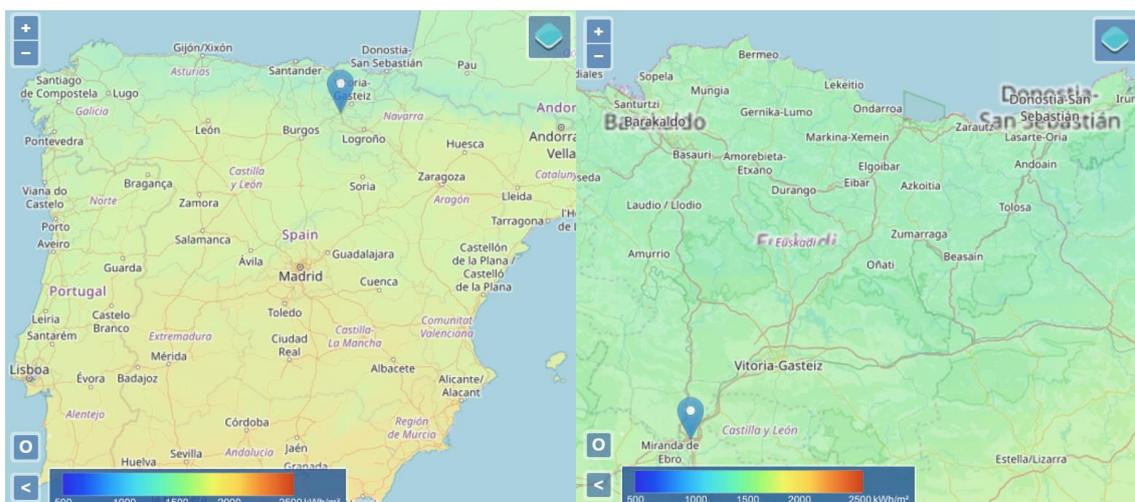


Figura 8-4. Mapa de radiación solar global sobre la superficie horizontal en la península ibérica en kWh/m² [29].

El mapa muestra que la radiación global aumenta hacia el sur y disminuye en las zonas más al norte, por lo que, dentro del territorio español, cuanto más al sur se ubique un parque solar fotovoltaico, dispone de mayor radiación incidente y por ende posee una capacidad mayor de generación eléctrica. Por lo tanto, como se puede ver en el mapa y como se ha comentado anteriormente, a la hora de realizar el análisis de alternativas, la zona de la Rioja Alavesa es la que mejores características ofrece para la implantación de la energía solar.

Por su parte, centrándose en los datos de irradiación de la ubicación de la central, en la Figura 8-5 se muestran los datos obtenidos mediante el programa PVGIS sobre la radiación global tanto sobre la superficie horizontal como sobre la superficie óptima.

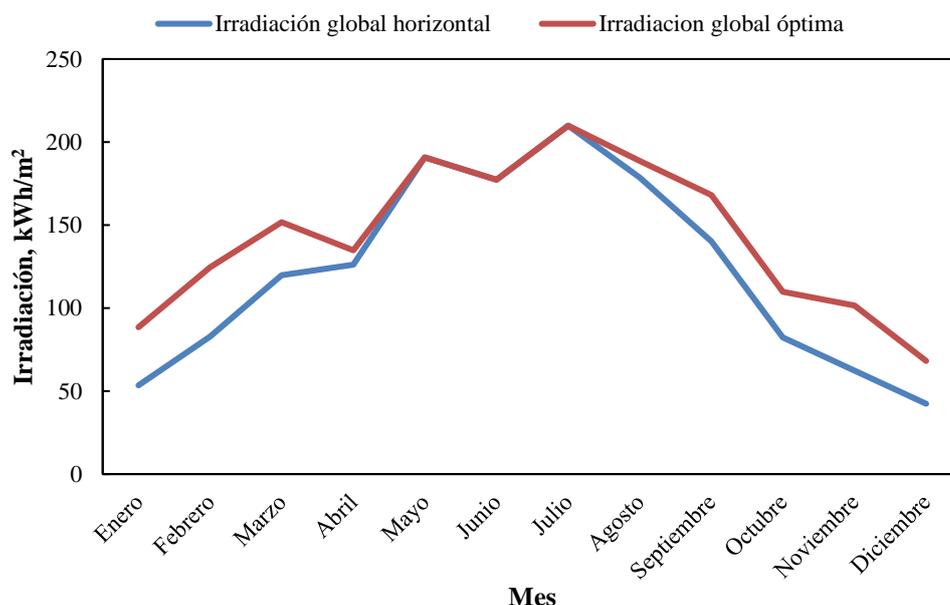


Figura 8-5. Datos de irradiación global sobre la superficie horizontal y la superficie óptima en la ubicación de la central en el año 2020 [29] (Elaboración propia).

Los datos muestran que la diferencia entre los meses estivales e invernales es muy grande, dándose los máximos de irradiación en junio y los mínimos en diciembre para el año 2020. Por otro lado, existen varios altibajos que dependen del año y del tiempo, pero en general la tendencia es esa. Además, el hecho de que la instalación posea la capacidad de seguimiento del sol ofrece una mayor captación de radiación solar, siendo la brecha especialmente considerable en invierno, es decir, si se quiere mantener la generación anual lo más plana posible lo mejor es dotar la instalación de un sistema de seguimiento del sol. Para finalizar, durante los meses veraniegos la diferencia entre la irradiación sobre la superficie horizontal y la superficie óptima es casi nula debido a las características de la ubicación.

De esta manera, según los cálculos realizados mediante el programa PVGIS, se estima que por cada kWp instalado la ubicación permite generar 1302,75 kWh de energía mediante una irradiación anual de 1666,01 kWh/m², con una variabilidad interanual de 45,36 kWh.

La ubicación de la central se encuentra en un lugar perfectamente accesible mediante transporte viario, ya que se encuentra rodeada por las autopistas AP-1 y AP-68, la autovía A-1 y la carretera comarcal A-4304, siendo esta última la carretera que da acceso a la central. Se trata

de carreteras de grandes dimensiones, lo que facilita el acceso del equipamiento requerido en la central. Por otro lado, el área es delimitada por el sur por la línea ferroviaria. El transporte mediante tren también puede ser considerado en caso de ser requerido gracias a la proximidad a la estación de tren de Miranda de Ebro. En la Figura 8-6 se muestra de manera esquemática la situación de los accesos a la ubicación de la central.



Figura 8-6. Situación actual de accesos a la ubicación de la central [25] (Elaboración propia).

Por último, otro de los factores importantes es la accesibilidad a la red eléctrica que ofrece la ubicación de la central. Como se muestra en la Figura 8-7, obtenida del Plan Territorial Sectorial de Energías Renovables de Euskadi, existe una gran densidad de redes eléctricas de alta tensión de 220 kV (identificadas mediante líneas rojas sobre el plano) en las inmediaciones de la central, siendo las más próximas las líneas que abastecen de electricidad los municipios de Rivabellosa y Rivaguda.

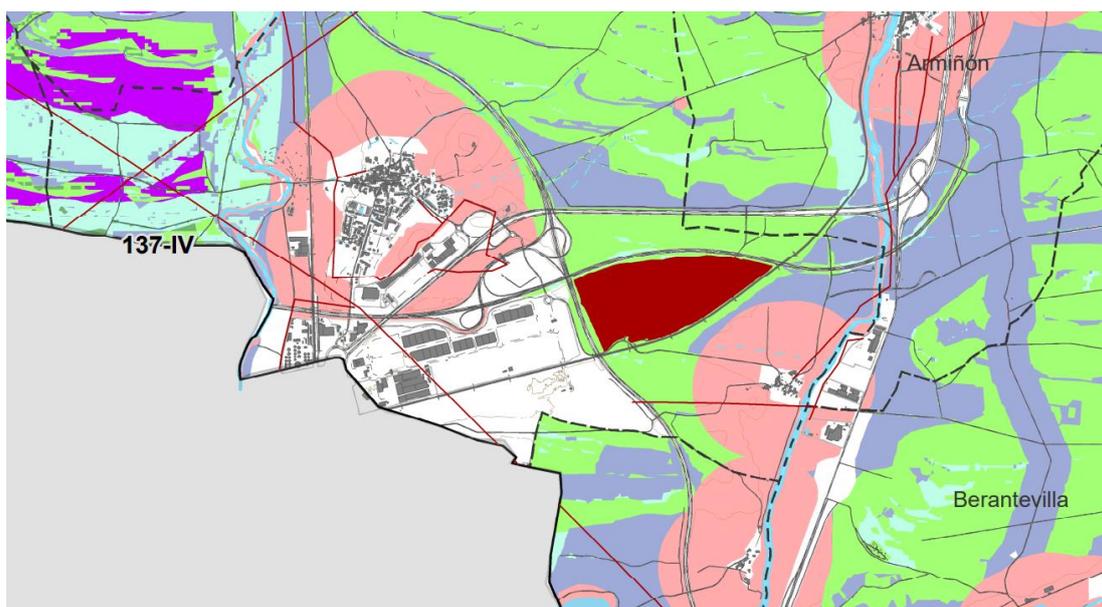


Figura 8-7. Líneas eléctricas de las inmediaciones de la ubicación de la central [21].

Por otro lado, la subestación más cercana a la ubicación se encuentra en la localidad de Miranda de Ebro, en la provincia de Burgos, a una distancia aproximada de 2 km. Dentro del territorio Alavés la subestación más cercana se encuentra en el municipio de Lantarón, la subestación eléctrica de Puentelarrá, a una distancia aproximada de 10 km.

8.3 Descripción de la instalación y de la central

Mediante la ocupación de una extensión de 55 ha, la central de generación eléctrica solar fotovoltaica de Ekian permite generar 40.000 MWh eléctricos anualmente, el equivalente al consumo anual de 15.000 familias aproximadamente. Esta generación eléctrica se lleva a cabo gracias a una potencia instalada de aproximadamente 24 MW, que se consigue mediante 72.000 paneles de 340 W cada uno. La inversión global para la realización del proyecto es de 24.000.000 € y se estima que de este modo se evitará la emisión de 14.600 toneladas de CO₂ anuales a la atmósfera [19].

La generación eléctrica se llevará a cabo mediante los 72.000 módulos fotovoltaicos del fabricante Canadian Solar modelo CS6U-340P, de 340 W cada uno. La generación eléctrica será descargada a uno de los 8 inversores solares IFX6 2550 de los que dispone la central, de modo que la central cuenta con 4 skids de 5100 MW, operando cada uno a 1500 V. En la Tabla 8-1 se muestran los datos técnicos de los módulos fotovoltaicos.

Tabla 8-1. Datos técnicos de los módulos fotovoltaicos [30].

Fabricante	Canadian Solar
Modelo	CS6U-340P
Potencia nominal	340 W
Voltaje a máxima potencia (V_{mp})	37,6 V
Intensidad a máxima potencia (I_{mp})	9,05 A
Voltaje en circuito abierto (V_{oc})	45,9 V
Intensidad en circuito abierto (I_{sc})	9,62 A
Eficiencia	17,49 %

Por otro lado, en la Tabla 8-2 se muestran las características de diseño de los módulos fotovoltaicos.

Tabla 8-2. Características de diseño de los módulos fotovoltaicos [30].

Tipo de células	Policristalino
Nº de células	72 (6 x 12)
Dimensiones del módulo	1960 x 992 x 40 mm
Peso	22,4 kg
Tapa superior e inferior	Vidrio templado de 3,2 mm

Estos módulos fotovoltaicos deben ser colocados sobre soportes que son fijados al terreno y dotan de estabilidad y rigidez a la estructura, además de que permiten la movilidad del módulo sobre diferentes ejes de modo que permite optimizar la generación eléctrica. En este caso se emplean soportes inclinados elevados con poste de la marca Batz Energy modelo BE36. Estos soportes permiten la instalación de módulos con unas dimensiones de 37.098 x 992 x 1700 mm y un ancho de perfil entre 30 y 45 mm, por lo que son perfectamente compatibles con los

módulos fotovoltaicos anteriormente descritos. La característica principal de estos soportes es que ofrecen la posibilidad de modificar la inclinación entre -60° y 60° , de manera que los módulos se montan de forma horizontal como se muestra en la Figura 8-8. [40].



Figura 8-8. Disposición de los módulos en la estructura con seguimiento en un eje [32].

La electricidad generada en corriente continua (DC) mediante los módulos debe ser convertida en corriente alterna (AC) mediante inversores antes de ser inyectado a la red eléctrica. Este proceso es llevado a cabo utilizando 8 inversores solares de la marca Jema modelo IFX6, que operan a 1500 V [33]. Se trata de inversores centrales de conexión a red con una potencia de 2,55 kVA cada una, que incorporan una serie de protecciones y lógicas de control que permiten generar una señal de calidad que se pueda introducir con garantías a la red. Además, los inversores están equipados con algoritmos MPPT (Maximum Power Point Tracker) que permiten obtener el ángulo de máxima potencia de los módulos fotovoltaicos en todo momento considerando las condiciones meteorológicas.

Por último, los centros de transformación se encargan de adaptar la intensidad y el voltaje de la corriente eléctrica generada para transferirla a las líneas de alta tensión en las condiciones adecuadas. En este caso el parque solar cuenta con 4 skids de 5100 MW, cada uno integrando un centro de transformación de 600 kVA junto a 2 inversores IFX6 que operan a 2550 kVA y cuyas dimensiones son 2300 x 2870 x 1780 mm y un peso de 4500 kg [33]. En la Figura 8-9 se muestra el inversor central 1500 V como los que se emplean en el parque fotovoltaico de Ekian.



Figura 8-9. Inversor central 1500 V IFX6 de Jema [33].

Las interconexiones entre los paneles fotovoltaicos se realizan mediante determinado cableado, teniendo en cuenta que las características del cableado requeridas en el lado de la corriente directa y de la continua son diferentes. En cuanto al lado de corriente continua, el material conductor empleado es el cobre estañado, mientras que la cubierta y el aislamiento, de color negro, deben cumplir con las propiedades descritas en la Tabla B.1 del Anexo B de la norma EN 50618 y ser libres de halógenos, siendo normalmente el polietileno reticulado o el etileno propileno los materiales utilizados para el aislamiento. La sección del cableado será diseñada teniendo en cuenta la intensidad admisible y posibles caídas de tensión o cortocircuito.

Por su parte, en el lado de la corriente alterna también se empleará cobre como material conductor, específicamente de clase 5 según la norma IEC 60228, con sección multipolar. El aislamiento será de polietileno reticulado y la cubierta, de color verde, será de poliolefina termoplástica libre de halógenos. En este caso se diseñará la sección del cableado en base a los mismos parámetros que en el otro lado, es decir, dependiendo de la intensidad admisible y de posibles cortocircuitos o caídas de tensión. Los cables además estarán diseñados para hacer frente a factores exteriores como la radiación solar, la temperatura, el viento o la lluvia, al igual que las diferentes fuerzas de tracción o compresión que puedan existir. Asimismo, la instalación se llevará a cabo teniendo en cuenta diferentes parámetros como las curvaturas mínimas de los cables, las distancias de separación máxima entre bridas o la agrupación de conductores en el tendido [34].

Los cables se agrupan en las denominadas cajas de conexión o protección. Su finalidad es la de proteger los inversores de las entradas de tensión continua y alterna por ejemplo ante la descarga de rayos o sobretensiones puntuales, de modo que en la salida se obtienen tan solo dos cables, el positivo y el negativo.

Por último, la puesta a tierra es uno de los elementos imprescindibles de la instalación para proteger tanto a las personas como al equipamiento mediante la limitación de la tensión de las masas metálicas respecto a la tierra, asegurando las protecciones y eliminando el riesgo de avería. Un conductor de protección, cuya finalidad es la de unir las masas al conductor de tierra, conectará la puesta a tierra de todos los centros de transformación, situándose en el fondo de la zanja de los cables de media tensión, de modo que todos los cables, tanto de baja como de media tensión se alojarán en zanjas, los primeros en zanjas de 1,15 m de profundidad y un ancho mínimo de 0,90 m y los segundos en zanjas de 1,10 m de profundidad y 0,60 m de ancho que se rellenarán con arena en la parte más baja, colocando los cables encima de dicha capa [32], para posteriormente ser cubiertos con la tierra procedente de la excavación. En el caso concreto de que el cableado se sitúe debajo de caminos, las capas entre los diferentes cables serán rellenadas mediante hormigón y los cables transcurrirán por dentro de tuberías.

Una vez finalizada la instalación de generación eléctrica, todo el recinto es vallado mediante un cerramiento de malla metálica de simple torsión, con forma de rombo, galvanizada y con una luz de agujero de 50 mm y altura de 2 m, que será soportado por postes metálicos cimentados al suelo mediante dados de hormigón. El vallado será culminado en su parte superior con un alambre de espino. Además, el vallado contendrá puertas y puntos de acceso para el personal, además de la puerta principal.

8.4 Materiales y maquinaria

La adecuada elección de la maquinaria requerida para poder llevar a cabo la construcción e instalación del huerto solar es un aspecto de gran importancia, especialmente durante la fase de construcción. A continuación, se muestra la maquinaria requerida para la construcción e instalación de una planta solar como la de Ekian:

- **Apisonadora o rulo compactador:** Estas máquinas permiten la nivelación y densificación del suelo para posteriormente asfaltar el terreno.
- **Extendedora de asfalto:** Se utiliza para asfaltar terrenos ya nivelados. Para el transporte del asfalto hasta la ubicación se requerirán camiones de carga.
- **Carretilla elevadora:** Se utiliza para el transporte de pallets o carga y descarga de elementos de peso bajo o intermedio, especialmente en lugares internos.
- **Excavadora de oruga:** Permite manipular el terreno en el que se vaya a trabajar, como puede ser la creación de zanjas para realizar circuitos subterráneos de cableado.
- **Grúa:** Se utilizará para transportar elementos en distancias cortas o para las diferentes construcciones que se encuentren a una cota elevada respecto al suelo. También serán utilizadas durante la retirada y recarga del combustible nuclear.
- **Camión hormigonera:** Permite amasar hormigón in situ que posteriormente será utilizado en las cimentaciones, en la construcción de zanjas y en la construcción de viales interiores.
- **Minicargadora:** Se utilizará para la adecuación del terreno. Su punta intercambiable es ideal para ser utilizada en usos como la adecuación del terreno o limpieza.
- **Retroexcavadora:** Se utiliza tanto para excavación como para el transporte de elementos mediante su punta intercambiable. Su corta distancia entre ejes la dota de cierta agilidad en terrenos no asfaltados.
- **Generador eléctrico:** Para el aprovisionamiento de electricidad de equipos eléctricos.
- **Camión de carga:** Se utilizarán varios camiones con diferentes finalidades como el transporte de tierra retirada, transporte de tierras para la nivelación, transporte de gravilla, zahorra y asfalto para la construcción de viales interiores y retirada de la cubierta vegetal.
- **Todoterrenos:** Especialmente para el transporte del personal y puntualmente para el transporte de elementos de menor tamaño.

8.5 Mano de obra

Para poder llevar a cabo un proyecto de un huerto solar fotovoltaico se requiere un personal cualificado y especializado para cada fase del proyecto, con experiencia en el ámbito y que conozca los procedimientos requeridos y las medidas de seguridad que se deben tomar.

En primer lugar, un equipo de ingenieros es necesario para poder diseñar la instalación y dimensionarla de acuerdo con los requerimientos y la optimización de los recursos disponibles. Esta fase requiere un equipo formado por personal diverso, ya que requiere actividades de diseño, de análisis climatológico, de diseño de circuitos eléctricos, de procesos administrativos o de análisis económico. Una vez completada la fase de diseño, otro equipo de operarios cualificados se encargará de la propia construcción e instalación de la central. La fase de construcción está constituida especialmente por tres fases: la fase de adecuación del terreno, mediante la nivelación, adecuación del terreno y apertura de zanjas; montaje de los soportes mediante cimentación y los módulos fotovoltaicos; instalación y conexión de toda la red eléctrica y el cableado entre los diferentes elementos. Una vez realizada la construcción, se necesitan operarios e ingenieros para la puesta en marcha de la central, en el paso de la fase de construcción a la fase de funcionamiento y operación. Se trata de una de las actividades más importantes durante el proyecto, por lo que se estima que se requiere un total de 80 empleados de todos los 300 empleados requeridos en la fase de construcción durante un periodo aproximado de 60 días para la puesta a punto. Durante la fase de funcionamiento aproximadamente 120 empleados trabajarán para poder llevar a cabo una adecuada operación de la central. Algunos de ellos se encargarán del adecuado mantenimiento del equipo, como la limpieza, mantenimiento de paneles y partes móviles y mantenimiento de la instalación eléctrica, mientras que otros se encargarán del control y monitoreo del mantenimiento de la central y de la generación eléctrica.

8.6 Generación de residuos, emisiones y vertidos

La generación de residuos sólidos, líquidos y gaseosos tiene lugar especialmente durante la fase de construcción en el caso concreto de instalaciones fotovoltaicas y en menor medida durante la fase de desmantelamiento. Aún así, gracias a que se trata de una fuente de energía renovable de menor complejidad durante la fase de operación apenas se generan residuos, tan solo asociados a las actividades de limpieza y mantenimiento. A continuación, se estiman los residuos, vertidos y generación de emisiones que pueden tener lugar durante el ciclo de vida de una planta fotovoltaica.

8.6.1 Generación de residuos

Como se ha comentado anteriormente la generación de residuos tiene lugar especialmente durante la fase de construcción. En realidad, los residuos generados serán de diferente naturaleza como se describe a continuación:

- **Residuos de construcción:** Se trata de los residuos que se pueden generar durante los movimientos de tierra, la construcción de zanjas, la construcción de cimentaciones y la instalación del circuito eléctrico. Este tipo de residuos generados, debido a su naturaleza, serán transportados al vertedero más cercano, ya que no presentan ningún peligro para el medio ambiente.
- **Residuos vegetales:** Por su naturaleza se trata de residuos diferentes a los anteriores pero que tampoco presentan peligro para el medio ambiente, por lo que también serán transportados al vertedero más cercano. Estos proceden de las primeras etapas de construcción, de la adecuación del terreno y nivelación, en concreto del desbroce de la cobertura vegetal existente.

- Residuos peligrosos:** Se trata de residuos generados de carácter tóxico o que pueden presentar inflamabilidad o capacidad de disolverse en agua. En este grupo entran por ejemplo los envases de combustibles, lubricantes u otros compuestos químicos.

Durante la fase de operación de la central la generación de residuos es mucho menor que durante la fase de construcción y está especialmente relacionada con las labores de mantenimiento, como puede ser la generación de envases de lubricantes, filtros de aceite, piezas metálicas o plásticos.

Por último, durante la fase de desmantelamiento se puede generar también una cantidad considerable de residuos. Por ello es importante buscar utilidad para el equipamiento retirado de la central, como pueden ser el cableado, los centros de transformación, inversores o soportes de módulos. Este tipo de equipamiento deberá ser evaluado para su reutilización en primer lugar antes de ser tratado como residuo. Por lo tanto, los residuos generados durante la fase de desmantelamiento pueden ser, por un lado, cables, cristales, módulos fotovoltaicos, plásticos o piezas metálicas, provenientes de la instalación, y por otro lado los residuos vegetales y tierras generadas en las labores de acondicionamiento de la zona.

A pesar de ello, la mayor generación de residuos de carácter peligroso no tiene lugar en la propia ubicación, sino donde se construyen los módulos fotovoltaicos y en la minería. Durante la manufacturación de módulos fotovoltaicos se emplean materiales como el silicio (Si), cadmio (Cd), telurio (Te) o cobre (Cu). De esta manera, a pesar de que la emisión de metales pesados a la atmósfera está controlada durante la producción de los módulos, sí que existe cierta emisión de estos metales como se muestra en la Tabla 8-3.

Tabla 8-3. Emisión de metales pesados durante la construcción de módulos policristalinos [14].

Metal	Emisiones, µg/kWh
Níquel (Ni)	15,0
Mercurio (Hg)	0,8
Arsénico (As)	4,0
Cadmio (Cd)	1,5
Cromo (Cr)	6,5
Plomo (Pb)	9,0

8.6.2 Generación de emisiones

Durante la fase de operación la generación de gases contaminantes que contribuyen al efecto invernadero es casi nula gracias a que se trata de una energía renovable, y además gracias a que tan solo se requieren ciertas labores de mantenimiento y limpieza la generación de gases también es muy pequeña. Se estima que durante el ciclo de vida de una planta fotovoltaica la mayor generación de gases GEI tiene lugar durante la fase de fabricación de los módulos fotovoltaicos. De esta forma, se estima que el 71 % de los gases GEI son producidos durante la fase de fabricación, y tan solo un 19 % y un 13 % durante las fases de construcción y operación respectivamente [14]. Por otro lado, las emisiones durante la fase de desmantelamiento y las emisiones asociadas al transporte son prácticamente nulas.

Los gases que afectan al cambio climático generados en mayor abundancia son el CO₂ y los SO_x en este tipo de instalaciones. El primero se utiliza especialmente para la cuantificación del calentamiento global y por lo tanto se utiliza para englobar seis tipos de gases GEI: el propio CO₂ (dióxido de carbono), el CH₄ (metano), el NO₂ (óxido nitroso), los HFC (hidrofluorocarbonos), los PFC (perfluorocarbonos) y el SF₆ (hexafluro de azufre). Por su parte, el SO₂ equivalente se utiliza para cuantificar el potencial de acidificación y engloba los siguientes compuestos: El propio SO₂ (dióxido de azufre), el HCl (ácido clorhídrico), el HF (ácido fluorhídrico), el NO₂ (dióxido de nitrógeno), el H₂S (ácido sulfhídrico), el NH₄ (amonio) y el NH₃ (amoníaco) [14]. Teniendo todo esto en cuenta, en la Tabla 8-4 se muestra la emisión de gases durante el ciclo de vida de una planta de generación eléctrica solar fotovoltaica con módulos de Si policristalinos.

Tabla 8-4. Emisión de gases de una central solar fotovoltaica de módulos policristalinos [14].

Gas	Emisiones
SO _x	55 mg/kWh
NO _x	40 mg/kWh
CO ₂	24 g/kWh

8.6.3 Realización de vertidos

A la hora de operar una central de generación eléctrica basada en la energía solar fotovoltaica no se requiere ninguna toma de agua ni de ningún fluido como sí lo pueden necesitar las centrales térmicas o nucleares para la refrigeración, por lo que de esta manera se disminuye considerablemente el daño que se pueda causar en el medio ambiente mediante vertidos con contenidos altos de sustancias nocivas, fugas o derrames. Se ha visto mediante diferentes estudios [14] que el uso de agua durante la fase de operación es insignificante, ya que se usa tan solo para la refrigeración y limpieza de paneles. De nuevo la fase más delicada es la de manufacturación, ya que se estima que se requieren entre 3,7 y 5,2 t/kWp de agua. Este agua residual debe ser tratada y purificada, ya que contiene metales pesados como los anteriormente mencionados. En total se estima que durante el ciclo de vida de un huerto solar fotovoltaico el consumo de agua es de aproximadamente 330 l/MWh.

Por su parte, durante las fases de construcción y desmantelamiento los vertidos están asociados a los diferentes fluidos como combustibles o lubricantes o de limpieza. En la Tabla 8-5 se muestran las estimaciones realizadas sobre los vertidos generados.

Tabla 8-5. Estimaciones de vertidos generados.

Vertido	Origen	Cantidad
Aceite de maquinaria	Partes móviles de la maquinaria empleada	15 l/año
Combustible	Combustible de la maquinaria	3 l/año
Vertidos tóxicos	Substancias químicas o inflamables, por ejemplo de limpieza	2 l/año

8.6.4 Generación de ruido e impacto visual

La generación de ruido es otro de los aspectos a tener en cuenta, ya que es considerado como un tipo de contaminación debido a que tiene un impacto en la salud humana. La fuente del ruido

en las plantas solares fotovoltaicas es la diferencia entre las intensidades de potencia entre dos equipos. Aún así, este ruido es escaso, ya que gracias a que los módulos fotovoltaicos no contienen partes móviles para su funcionamiento la generación de ruido es prácticamente insignificante durante la fase de operación, y tiene lugar especialmente durante las fases de construcción y desmantelamiento, estando asociado al uso del equipamiento y maquinaria para la construcción y montaje de la planta.

Por su parte, el impacto visual de las plantas fotovoltaicas es debido a que se requiere la ocupación de grandes extensiones para su construcción, en este caso en concreto 55 ha. El impacto visual es un aspecto subjetivo que a diferencia del resto de contaminantes no se puede cuantificar, ya que no tan sólo depende de la extensión ocupada, sino que también de la visibilidad de la zona. Se trata de un tema cuya repercusión se nota cuanto mayor sea la instalación, por lo que considerando un área ocupada de 55 ha en el polígono Arasur sin apenas habitantes alrededor y con el río Zadorra a una distancia considerable, se estima que el impacto visual no es grande.

8.7 Descripción de tareas, fases y acciones

La realización de un proyecto como la de una planta de generación eléctrica que en este caso emplea la energía solar fotovoltaica se divide en tres diferentes fases, que son la construcción, el funcionamiento, que engloba la operación y mantenimiento, y finalmente el proceso de desmantelamiento, que consiste en la restauración de la zona para recuperar las condiciones ambientales anteriores a la realización del proyecto en la zona. A continuación, se analizarán las acciones que se llevarán a cabo en cada una de las fases comentadas para poder realizar el proyecto.

8.7.1 Fase de construcción

Como se ha comentado, la fase de construcción es la primera fase del proyecto. En esta fase se llevan a cabo las acciones que constituyen la etapa de construcción de la obra. Las acciones que se deben realizar se describen a continuación:

- **Obtención de licencias y autorizaciones:** Se trata de la primera etapa que se debe ejecutar. Se considera una acción que corresponde a la fase previa más que a la fase de construcción, pero las licencias y autorizaciones son indispensables para poder llevar a cabo el proyecto. Dicho proceso de obtención de autorizaciones se efectúa mediante los procedimientos establecidos en el Real Decreto 1995/2000 y la Ley 24/2013 del Sector Eléctrico [24].
- **Compra del terreno:** El terreno escogido puede pertenecer a diferentes tipos de propietarios como particulares, algún ayuntamiento o la propia diputación, por lo que se deberá realizar el proceso administrativo para apropiarse del terreno. En este caso la parcela corresponde a Álava Agencia de desarrollo, por lo que se debe llevar a cabo la adquisición por parte de Araba Logística S.A.
- **Tramitación de contratos con otras empresas:** Consiste en la firma de contratos con diferentes empresas y suministradores para poder llevar a cabo todas las acciones, como

los suministradores de los módulos, el cableado, las instalaciones eléctricas, la maquinaria, los empleados etc.

- **Desbroce de la cobertura vegetal:** Se trata de la primera actividad en la propia zona. Consiste en la limpieza y eliminación de la cobertura vegetal existente para trabajar en las condiciones adecuadas.
- **Acondicionamiento y movimiento de tierras:** La orografía de la zona será modificada mediante el movimiento de tierras y la nivelación para conseguir las condiciones más adecuadas de la zona para poder construir la planta. Para ello las tierras serán movidas para conseguir una orografía más llana y nivelada, y posteriormente serán compactadas. El objetivo es realizar el menor movimiento de tierras posible, siendo el principal objetivo facilitar la construcción de vías internas, cimentaciones y zanjas. Posteriormente se compactarán las tierras para darle una mayor estabilidad y una mayor capacidad de soportar cargas, por ejemplo de camiones. Un buen drenaje y un diseño que facilite la evacuación de aguas en caso de lluvias también deberán ser considerados.
- **Limpieza del terreno:** Una vez el terreno se encuentra en las condiciones óptimas de trabajo se procederá a una limpieza general del suelo para poder empezar con la construcción.
- **Construcción de la red de drenaje y alcantarillado y vías internas:** Consiste en la construcción de las vías internas asfaltadas junto a la red de drenaje, que tiene como finalidad evitar la formación de charcos y canalizar la escorrentía, ya que el agua proveniente de las lluvias puede deteriorar las condiciones óptimas de las tierras que se han buscado anteriormente. Además, la red de drenajes se realizará teniendo en cuenta la orografía interna del terreno. Las vías internas serán utilizadas para el transporte dentro de la planta, ya que conectará los diferentes puntos de la misma. El diseño de las vías se realizará considerando el peso de los vehículos que vayan a circular por ellas.
- **Construcción de accesos:** Se construirá el acceso principal desde la carretera A-4304 que será el acceso a la central. Además, en caso necesario, se acondicionará la propia carretera A-4304 para habilitar el paso de maquinaria más pesada o de mayores dimensiones que las que puede soportar actualmente.
- **Apertura de zanjas:** Se abrirán zanjas para la introducción del cableado por su interior que conectará los diferentes componentes de la central.
- **Vallado perimetral:** En primer lugar, se realizará la perforación y cimentación de los postes del vallado y posteriormente se instalará el vallado y el alambre de espino. Sobre ciertos postes del vallado se instalarán cámaras de seguridad que se conectarán con la sala de control. El vallado también dispondrá de puertas para facilitar el tránsito de los operarios.
- **Cimentación de los soportes de los módulos:** Los soportes de los módulos fotovoltaicos serán introducidos y anclados al suelo mediante cimentaciones y posteriormente se colocarán los módulos sobre ellos.

- **Construcción de los inversores y centros de transformación:** Otros equipos como inversores y centros de transformación también se construirán sobre cimentaciones.
- **Construcción de la caseta auxiliar:** Se trata de la construcción de la caseta que servirá de apoyo para los operarios y como zona de aseo, zona de almacenamiento etc.
- **Conexión del cableado y cierre de zanjas:** Se realizará la conexión entre los diferentes módulos, los inversores y los centros de transformación mediante el cableado que será introducido en las zanjas. Posteriormente, el cableado será recubierto con arena y las tierras previamente retiradas para cerrar la zanja.
- **Emisión de contaminantes:** Los gases contaminantes se producen debido a las diferentes acciones que se han mencionado y la maquinaria requerida para poder llevar a cabo dichas acciones. Son ejemplo de ello el CO₂, otros gases GEI, NO_x, SO_x, aceites, residuos sólidos, lubricantes, vertidos etc.
- **Molestias generadas:** El movimiento y transporte de todo tipo de material y la generación de ruido y emisiones que ello conlleva genera molestias en los alrededores y especialmente sobre los habitantes locales.
- **Limpieza final:** Consiste en la limpieza de los residuos y la suciedad generada durante la fase de construcción antes de empezar a operar.
- **Puesta a punto:** Consiste en la realización de pruebas de operación para detectar posibles fallos que se han podido dar durante la fase de construcción. Una vez se revisa que todo se encuentra en las condiciones adecuadas la planta está lista para operar.

8.7.2 Fase de funcionamiento y explotación

Las plantas de generación eléctrica basadas en la energía solar fotovoltaica, debido a su propia tecnología y proceso de funcionamiento no exigen llevar a cabo tantas actividades de operación y mantenimiento como sí puede ocurrir en el caso de otras tecnologías. A continuación, se describen las tareas que se deben llevar a cabo durante la fase de funcionamiento de la central:

- **Limpieza de paneles:** La limpieza de los paneles es fundamental para mantener un buen rendimiento de los equipos. La limpieza se realiza mediante agua, llevando a cabo técnicas para el gasto moderado de agua para la actividad.
- **Mantenimiento general de equipos:** Además de la limpieza de los paneles se deben ejecutar cabo labores de mantenimiento del resto de componentes como soportes, cableado y equipos eléctricos. Se realizará un seguimiento continuo del equipamiento mediante un mantenimiento preventivo y reemplazando los elementos dañados.
- **Control y funcionamiento de la central:** Durante el funcionamiento de la central se realizará un control continuo de todos los equipos, de las condiciones y de la generación eléctrica.

- **Generación de residuos, vertidos y emisiones:** El mantenimiento in situ de la central conlleva la generación de residuos, emisiones o vertidos debido al empleo de diferentes materiales, lubricantes o equipos para dicha labor, que pueden ser perjudiciales para el medio ambiente.
- **Ocupación permanente del suelo:** La ocupación del terreno anteriormente destinado para otras labores supone una obstaculización para los elementos del entorno, como por ejemplo la fauna.
- **Introducción y salida de elementos del entorno:** El hecho de llevar a cabo diferentes actividades en la propia ubicación supone un tránsito continuo de maquinaria y personal empleado en la zona y sus exteriores.
- **Movimiento de maquinaria:** El movimiento de maquinaria que se utiliza para el funcionamiento de la central genera emisiones y ruido y también puede generar vertidos en casos puntuales.
- **Oportunidad de generación de empleo:** La central supone una oportunidad para que habitantes locales o extranjeros busquen un empleo en las labores de la central.

8.7.3 Fase de desmantelamiento

La fase de desmantelamiento es la última fase de cualquier proyecto y su fin es llevar a cabo la restauración de la zona empleada durante la vida útil del proyecto a las condiciones anteriores sin proyecto, minimizando el impacto generado por el proyecto y recuperando el valor ecológico del área implicada. Las acciones que se realizarán son las siguientes:

- **Desconexión de la red eléctrica:** Se trata del primer paso a llevar a cabo una vez la central ya no se encuentre en funcionamiento.
- **Desconexión de circuitos eléctricos:** Se desconectarán todos los circuitos eléctricos y se revisará la inexistencia de corrientes eléctricas que puedan resultar peligrosas para la salud de los operarios para poder continuar con todas las actividades de desmantelamiento de forma segura.
- **Desmantelamiento y desmontaje de los paneles:** Los paneles fotovoltaicos serán retirados de las estructuras de soporte.
- **Transporte de paneles a la planta de reciclado:** Los paneles serán transportados a empresas especializadas en su reciclaje.
- **Desmontaje y reciclado de soportes:** Al igual que con los paneles los soportes serán desmontados y transportados para su reciclaje. Se realizará un estudio para determinar si pueden ser reutilizados en otras instalaciones dependiendo de sus condiciones.
- **Retirada del cableado:** Todo el cableado enterrado será retirado, recolectado y transportado para su reciclaje.

- **Desmontaje y transporte de la infraestructura de potencia:** Se desmontarán el resto de los equipos eléctricos y serán transportados para su reciclaje.
- **Retirada del vallado perimetral:** El vallado perimetral será retirado y reciclado.
- **Desmantelamiento de cimentaciones de todos los equipos:** Las cimentaciones del vallado, soportes e infraestructura de potencia será demolida y transportada para su reciclaje.
- **Descompactación de las tierras:** Se restaurará el terreno que se ha visto afectado por el tránsito continuo de vehículos, camiones o maquinaria durante la vida útil de la central.
- **Generación de ruido, residuos y emisiones:** La realización de todas las actividades de desmantelamiento supone una continua generación de residuos del propio proceso de desmontaje. Además, el uso de la maquinaria supone la generación de ruido y emisiones.
- **Restauración ambiental:** Se trata de recuperar el valor ecológico que poseía la zona antes de la realización del proyecto desde el punto de vista medioambiental. Para ello se realizan actividades como la siembra, la reforestación o la eliminación de los elementos utilizados.

8.8 Cronograma de actividades

El cronograma de actividades, también denominado diagrama de Gantt, permite establecer los tiempos de trabajo de las actividades que se llevan a cabo durante el proyecto, estableciendo una interdependencia entre ellas y un orden determinado. Los tiempos establecidos son estimaciones previas basadas en la experiencia, pero permite obtener una visión global de los tiempos y las dependencias entre las actividades requeridas. En la Figura 8-10 se muestra de manera simplificada el cronograma propuesto para este caso, considerando las acciones requeridas para la fase de construcción del proyecto que se han mencionado y los plazos estimados.

Como se puede visualizar, antes de la obtención de las licencias requeridas no se puede realizar ninguna actividad en la zona. Este proceso requiere un determinado tiempo, por lo que se aprovecha para llevar a cabo el proceso de diseño de manera paralela. Una vez la planta haya sido diseñada y se posean todas las licencias se empieza con las labores de construcción. Al no tratarse de instalaciones de estructuras complejas o grandes edificaciones, 2 años son aproximadamente suficientes para entrar en operación desde el comienzo de las obras.

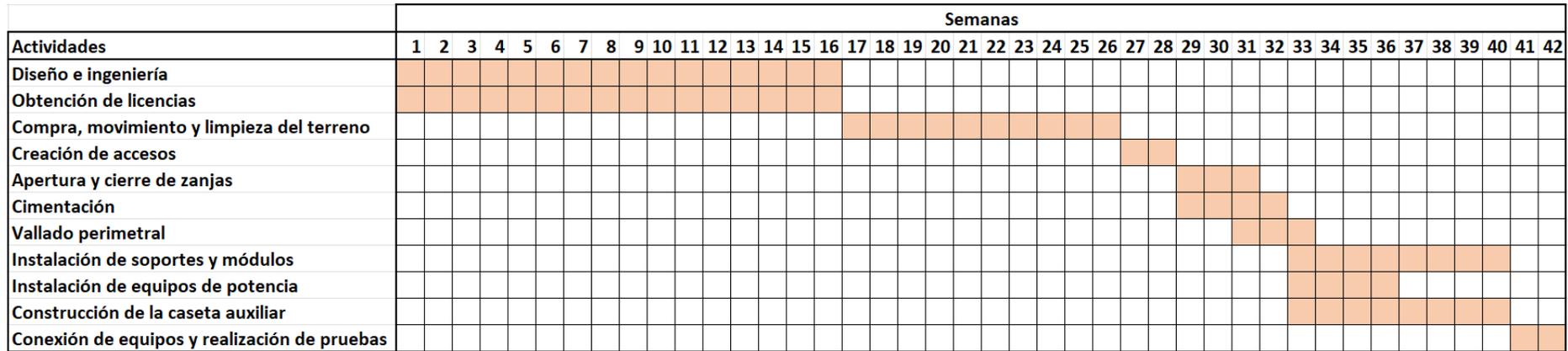


Figura 8-10. Cronograma de la fase de construcción del proyecto con los plazos estimados.

9. INVENTARIO AMBIENTAL

El inventario ambiental recoge los aspectos técnicos que permiten caracterizar el entorno que rodea el proyecto y su emplazamiento, teniendo en cuenta el aspecto social, económico y medioambiental, por lo que se trata de un apartado esencial para determinar el impacto y los efectos que tendrá el proyecto y que se deberán analizar uno a uno posteriormente. Dado que el inventario ambiental se realiza de una manera estimada y suponiendo los impactos que se pueden tener en base a las características de la ubicación como del propio proyecto, en realidad los resultados pueden variar, por lo que el inventario ambiental que se recoge en este apartado es una estimación de las condiciones ambientales. Para realizar el actual inventario ambiental se han considerado los factores ambientales determinados que se ven afectados por el proyecto por la herramienta Excel, lo cual será explicado más adelante.

9.1 Medio inerte

9.1.1 Aire

La ubicación del parque solar se encuentra en las inmediaciones de la ciudad de Miranda de Ebro, aproximadamente a una distancia de 4 km. Por otro lado, existen otros municipios de menor tamaño cuya repercusión en la calidad del aire y su composición es menor. Además de ello existe una amplia red de carreteras, algunas de ellas de elevado tráfico diario, como es el caso de las autopistas AP-1 y AP-68 y la autovía A-1.

La Junta de Castilla y León dispone de una extensa red de estaciones públicas de la Red de Control del Aire, siendo la estación de Miranda de Ebro 2 la que se encuentra más cercana a la ubicación de la central. En ellas se recogen los datos de la calidad del aire de los contaminantes con valores legislados para la protección de la salud en el Real Decreto 102/2011 y que se describen a continuación [35], teniendo en cuenta valores del año 2022:

- **Valores de dióxido de azufre (SO₂):** En ningún momento se supera un valor de 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que supone un riesgo para la salud humana, ni los 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor guía fijado por la OMS, siendo la media anual de datos horarios de 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- **Partículas en suspensión PM₁₀ y PM_{2.5}:** El número de días en los que se supera el valor límite diario para la protección de la salud humana de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ es de 4, mientras que la barrera fijada por la OMS de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ es superada en 10 días. La media de los datos diarios se sitúa en 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En el caso concreto de las partículas en suspensión PM_{2.5} no se dispone de datos medidos en la estación de Miranda de Ebro 2, pero de acuerdo con los datos de la red de vigilancia del aire de la CAPV los niveles están por debajo de los niveles permitidos por la norma.
- **Dióxido de nitrógeno (NO₂):** En ningún caso se supera ni la cifra de 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, umbral de alerta a la población para la protección de la salud humana, ni la cifra de 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor límite horario para la protección de la salud humana, de modo que el valor anual se sitúa en 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- **Ozono (O₃):** En ningún caso se superan los valores anualmente de 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ni de 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pero durante el año 2022 el valor de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ha sido superado 9 veces como

media diaria de las medias octohorarias, mientras que el valor de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ha sido superado 26 veces, por lo que se puede considerar que es el principal contaminante de la calidad del aire de la zona. Según la red de vigilancia de la CAPV los valores del ozono son mejorables en toda la provincia de Álava.

- **Dióxido de carbono (CO₂)**: El contenido de CO₂ en el aire no es considerado como índice para el cálculo de la calidad del aire, pero el hecho de situarse en las inmediaciones de la zona industrial de Arasur y las carreteras AP-1, AP-68 y A-1 supone sin duda un aspecto a tener en cuenta.
- **Generación de ruido**: Se encuentra asociado al uso de la maquinaria empleada para determinadas actividades. A pesar de ello se estima que la generación de ruido no es la emisión más relevante, ya que la existencia de la red ferroviaria, varias carreteras y la zona industrial de Arasur también suponen fuentes de ruido mayores que las actividades requeridas en el proyecto, especialmente durante la construcción y desmantelamiento. Como se comentará más tarde, la generación de ruido será diurna, ya que todas las actividades serán limitadas con un horario para evitar la generación de ruido nocturno.

De esta manera, la realización del proyecto puede alterar los valores actuales normales de la calidad del aire de la zona, especialmente durante las fases de construcción y desmantelamiento, ya que las actividades de la fase de explotación son más escasas y exigen menor uso de maquinaria que funciona mediante motores de combustión. Las emisiones que se producirán estarán asociadas, por lo tanto, al uso de maquinaria, siendo los principales contaminantes emitidos el CO₂, NO₂ (ya que se trabaja con motores diésel) y SO₂. A pesar de ello se estima que las emisiones no supondrán una alteración ni aumento de las emisiones actuales.

9.1.2 Clima y condiciones climáticas

El clima y las condiciones climáticas tienen una gran repercusión en la determinación de las condiciones físicas de la zona, ya que las condiciones climáticas influyen en la actitud y actividad de los humanos, fauna y flora, pero también en los fenómenos meteorológicos.

En términos generales dentro del territorio vasco se definen tres zonas climáticas como se muestra en la Figura 9-1: la vertiente atlántica al norte, la Euskal Herria media en el centro y el extremo sur, que agrupa la depresión del Ebro y la Rioja Alavesa.



Figura 9-1. Mapa climatológico de Euskadi [36].

La central se ubica en el borde entre la zona media y la zona sur, pero dentro de la zona media. Esta zona se caracteriza por ser una zona de transición entre el clima oceánico y el clima mediterráneo, por lo que el verano no es totalmente seco, aunque a su vez presenta precipitaciones menores que en la vertiente atlántica y un verano templado con temperaturas más cálidas. En la Tabla 9-1 se muestran los datos meteorológicos más relevantes de la zona, en concreto de Miranda de Ebro, de cada mes, considerando los valores medios desde 1991 hasta 2021.

Tabla 9-1. Datos meteorológicos históricos (1991-2021) de Miranda de Ebro [37 y 39].

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
T media, °C	4,4	4,7	7,4	9,6	12,7	16,5	18,5	19,0	16,6	13,1	7,6	4,9
T mín. med., °C	0,9	0,8	2,7	4,8	7,8	11,4	13,5	13,9	11,8	8,5	4,1	1,2
T máx. med., °C	8,3	9,0	12,3	14,5	17,8	22,1	24,4	25,2	22,3	18,3	11,6	9,0
Precipitación, mm	71	63	64	77	70	58	37	31	43	67	83	65
Humedad, %	83	80	75	75	75	73	70	67	69	73	81	82
Días lluviosos	9	8	8	10	9	7	6	5	6	8	10	9
Días nublados	13,7	11,6	11,3	11,9	11,4	7,2	3,7	4,2	6,3	9,5	13,2	13,5
Días de sol	4,7	4,6	6,0	4,2	3,5	5,9	9,0	9,1	8	6,6	5,2	4,9
Horas de sol	4,2	4,6	6,2	6,9	7,5	8,1	7,8	7,9	7,3	6,5	4,6	4,5

Uno de los aspectos más determinantes de la climatología de la zona que repercute directamente en el rendimiento de la generación eléctrica por la tecnología solar fotovoltaica es la radiación solar media. En la Figura 9-2 se muestra el mapa de la CAV de la radiación.

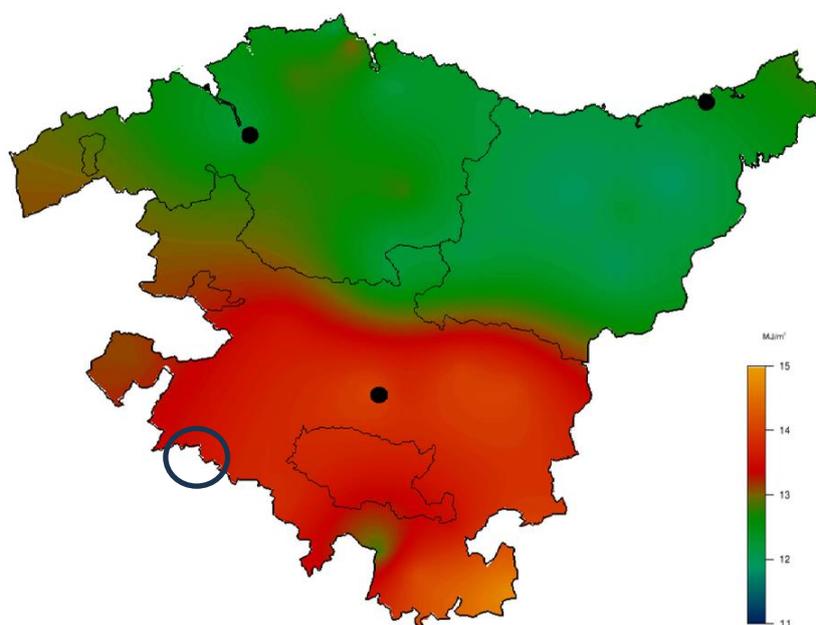


Figura 9-2. Mapa de radiación solar diaria de la CAV [38].

Como se muestra en el mapa de la Figura 9-2, la ubicación de la central presenta uno de los valores más altos de radiación solar diaria dentro de Euskadi. Por su parte, en la Figura 9-3 se muestran los valores de la radiación solar diaria media mensual sobre la superficie horizontal.

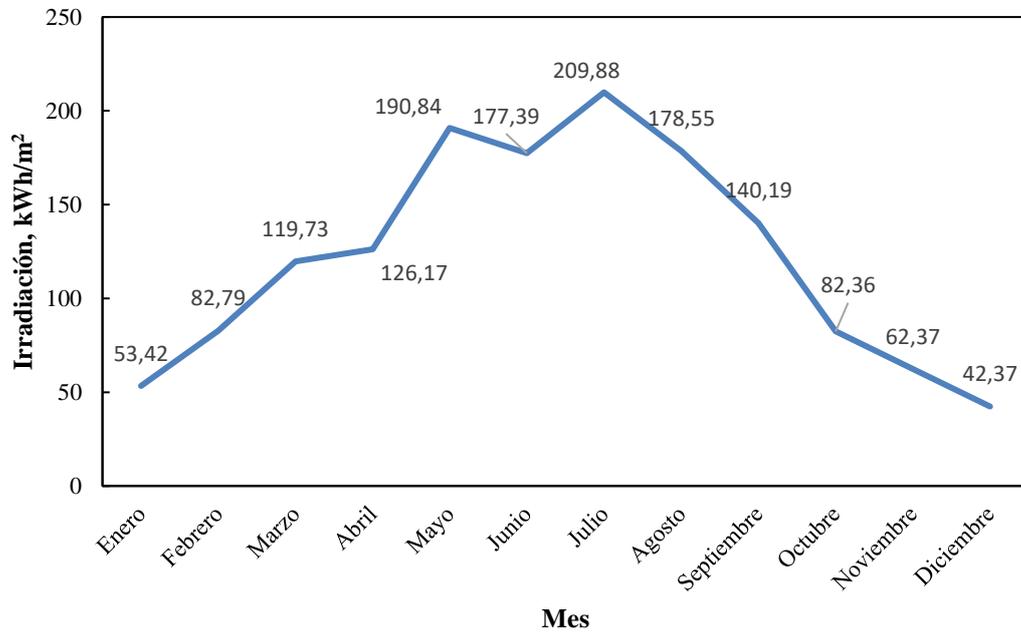


Figura 9-3. Datos de irradiación global sobre la superficie horizontal en el año 2020 [29] (Elaboración propia).

La temperatura también es una variable a tener en cuenta que está directamente asociado al rendimiento de los módulos fotovoltaicos, ya que esta disminuye con la temperatura. En las Figuras 9-4 y 9-5 se muestran el mapa de temperatura media anual y los valores de temperaturas medias mensuales respectivamente.

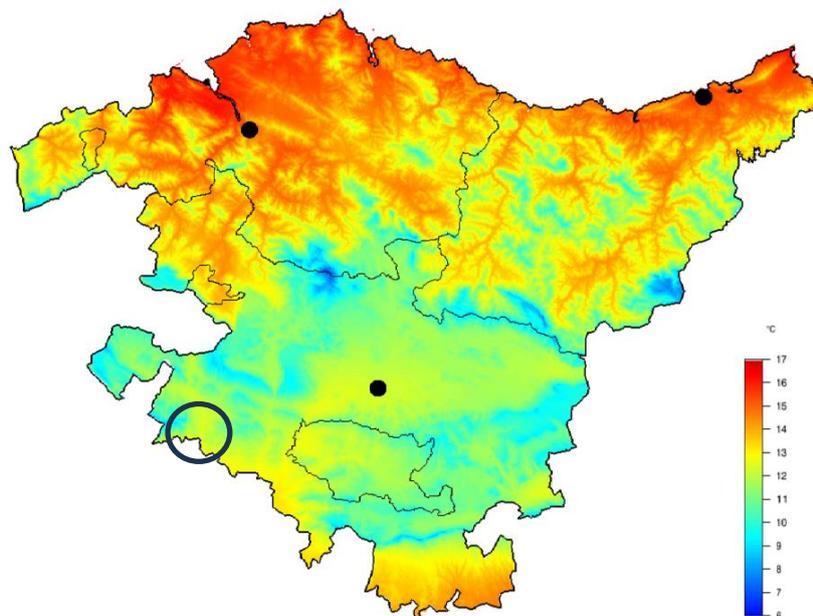


Figura 9-4. Mapa de temperatura media anual de la CAV [38].

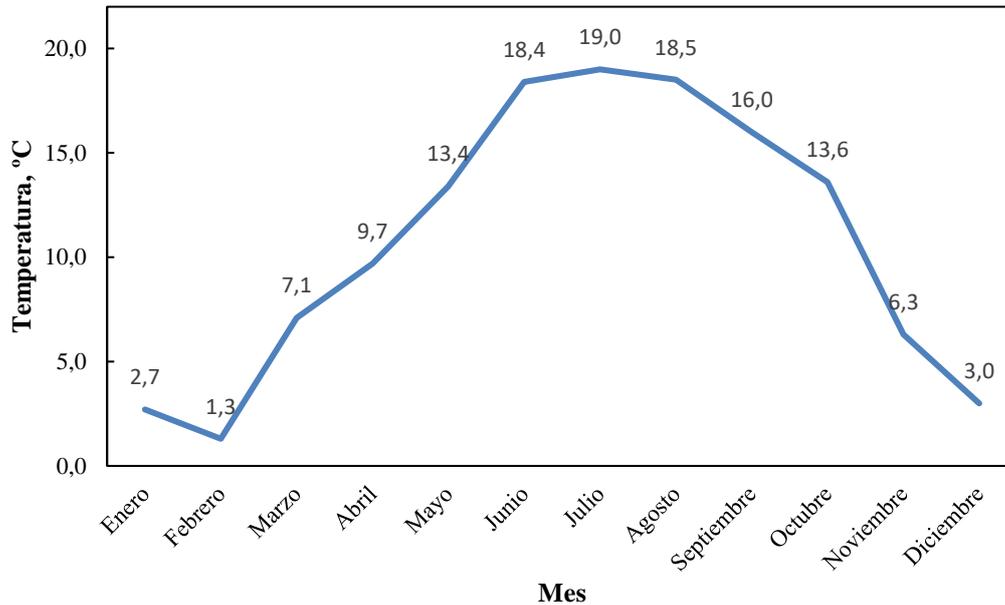


Figura 9-5. Datos de temperatura media mensual en el año 2020 [29] (Elaboración propia).

Por último, el viento puede ser otro aspecto meteorológico importante, ya que puede resultar perjudicial y puede poner en riesgo la integridad de los módulos y la estructura formada por los módulos y los soportes. Generalmente, los soportes están diseñados para soportar rachas de viento elevadas, pero es otra variable que hay que tener en cuenta. En la Figura 9-6 se recogen los datos del viento de Miranda de Ebro, donde se muestran la media mensual y los valores máximos y mínimos de cada mes.

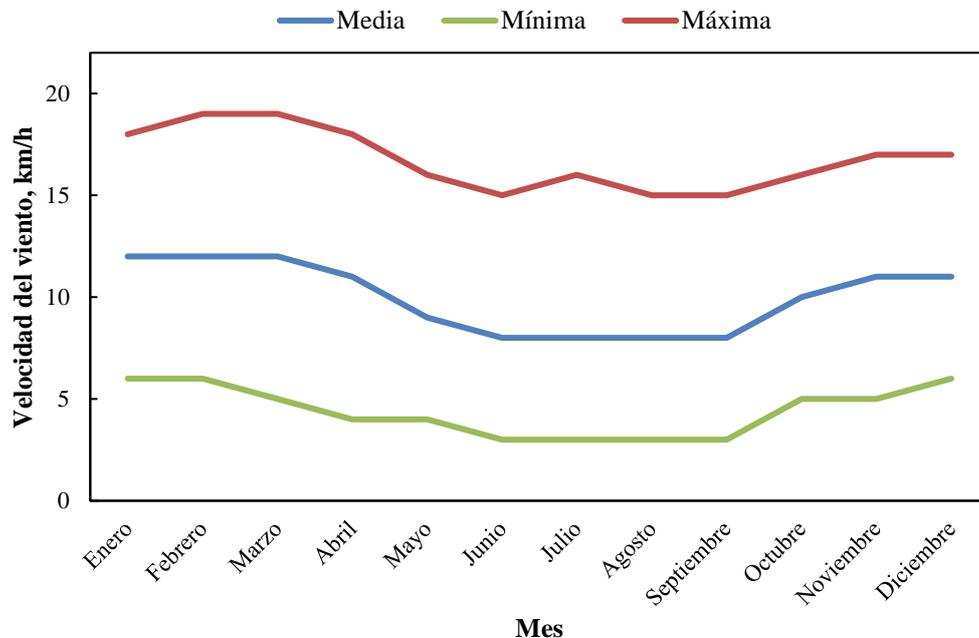


Figura 9-6. Velocidad del viento media, mínima y máxima de Miranda de Ebro desde 1940 [39] (Elaboración propia).

Las estructuras de soporte se encuentran diseñadas para soportar vientos de hasta 100 km/h en este caso, por lo que al tratarse de una zona de bajas velocidades de viento se estima que no es un problema para la integridad de los equipos y los módulos fotovoltaicos.

9.1.3 Tierra y suelo

Como se ha descrito anteriormente, las tierras ocupadas por la central suponen la pérdida de productividad de la actividad que se llevaba a cabo anteriormente. En este caso en concreto la totalidad del ámbito de afección es destinado a uso agrícola, en concreto a cultivo cerealista. A pesar de ello, tal y como se concreta en el Plan Territorial Sectorial Agroforestal de la CAPV las tierras no están clasificadas como de alto valor agrológico y en dicho planeamiento figura como Suelo Urbanizable de uso industrial [40].

La afección del proyecto sobre las tierras se da especialmente durante la fase de construcción, ya que se llevan a cabo acciones de creación de zanjas e introducción de cableado, cimentación de estructuras, vallado perimetral y creación de la infraestructura viaria y de accesos. Todas estas acciones son perjudiciales para el estado del suelo, mientras que el impacto durante la fase de explotación consiste en la ocupación del terreno, lo que imposibilita el hecho de destinar las tierras a usos agrarios. Es por ello que durante la fase de desmantelamiento se llevan a cabo acciones de restauración de las tierras para recuperar el estado previo a la realización del proyecto. En términos generales se estima que el impacto sobre las tierras será de baja magnitud, ya que antes de la realización del proyecto ya existía un plan de ampliación de la Plataforma Logística Arasur mediante la ejecución de la segunda fase [40].

En cuanto a las características de la tierra, se caracteriza por el hecho de estar dominada por margas, limolitas y niveles inferiores de calizas, margocalizas, areniscas y yesos. Aun en menor medida se pueden encontrar calizas margosas y calcarenitas [25]. Debido a estas características la permeabilidad de la tierra está clasificada como baja, y en combinación con la orografía se presenta cierto peligro de ocurrencia de inundaciones en el margen suroeste de la ubicación.

Por último, los márgenes exteriores de la ubicación, al encontrarse delimitados por carreteras o vías ferroviarias y sus consecuentes infraestructuras, presentan cierto riesgo de erosión.

9.1.4 Aguas continentales

La ubicación de la central se encuentra en medio de las cuencas del río Bayas y del río Zadorra como se muestra en la Figura 9-7, ambas catalogadas dentro del apartado de lugares de interés cultural (LIC) de la Red Natura 2000. Aparte de estos dos ríos no existen otros cauces aparentes en las inmediaciones de la ubicación seleccionada, tan solo las cunetas de desagüe que la rodean correspondientes a las carreteras y a la vía ferroviaria [40].

De esta manera, el drenaje se realizará, en primer lugar, por la orografía de la ubicación, que presenta una altitud descendente de norte a sur, por lo que se estima que el drenaje de las aguas se realizará por los desagües correspondientes a la vía ferroviaria. Esta vía de drenaje, que confluye con la de la autopista AP-1, evacuará las aguas finalmente al río Zadorra, que se encuentra aproximadamente 700 m aguas abajo. Por lo tanto, el ámbito se encuentra prácticamente en su totalidad sobre la cuenca del río Zadorra, que con una extensión de 1.357 km² es la cuenca más grande del margen mediterráneo en el País Vasco, y que gracias a sus

aguas se abastecen las ciudades de Bilbao y en menor medida Vitoria-Gasteiz, finalmente desembocando en el río Ebro a la altura de Miranda de Ebro.

Por su parte, el margen oeste del ámbito se encuentra sobre la cuenca del río Bayas. Su nacimiento se encuentra en el monte Gorbea y al igual que el río Zadorra sus aguas son desembocadas al río Ebro. A lo largo del recorrido el río Bayas atraviesa una zona de rocas calcáreas que realizan la transferencia subterránea de aguas al río Zadorra.

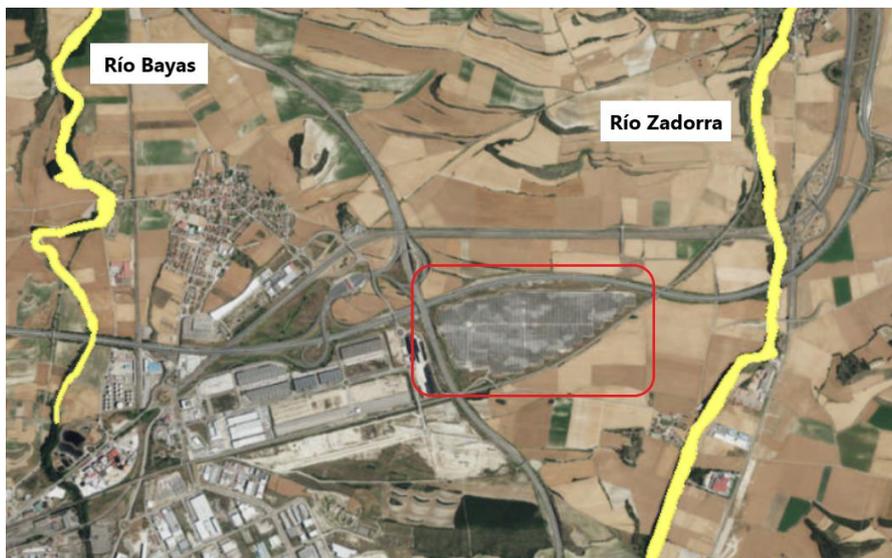


Figura 9-7. Ríos cercanos a la ubicación de la central [40] (Elaboración propia).

Dentro del ámbito, según el Plan Territorial Sectorial de Ordenación de Márgenes de los Ríos y Arroyos de la Comunidad Autónoma del País Vasco (vertiente mediterránea) no existen cauces ni barrancos, pero sí que se encuentra, como se ha comentado anteriormente en la divisoria entre las cuencas del río Bayas el río Zadorra. Esto significa que a la hora de realizar los movimientos de tierra necesarios durante la fase de construcción se tendrá en cuenta en todo momento dicha divisoria para no alterar de forma indirecta la calidad de las aguas de drenaje de la parcela. Las medidas de integración ambiental como los drenajes sostenibles permiten respetar la hidrología actual a la vez que permiten realizar un drenaje sostenible.

9.1.5 Procesos entre elementos del medio

En base a las actividades que exige la realización del proyecto existen varios procesos que tienen lugar en el ámbito que se dan de forma natural y espontánea que se pueden ver afectadas. En primer lugar, existe el transporte de material sólido que corresponde a la propia ubicación, que bien será movido para adecuar el terreno o bien será transportado al vertedero más cercano. Dicho movimiento de tierras supone la alteración de las escorrentías y de los movimientos hídricos de la zona, que además se hacen más pronunciados en las épocas más húmedas, dando lugar incluso a posibles alteraciones en los acuíferos más cercanos situados al margen del río Zadorra. Esto último puede verse además afectado por el hecho de que el extremo sur de la zona se encuentra a una cota inferior, por lo que la eliminación de la cobertura vegetal, al conllevar una mayor escorrentía superficial, exige una mayor evacuación de aguas en dicha zona que como se ha comentado será llevada a cabo mediante la infraestructura de la línea ferroviaria, siempre respetando la divisoria entre las cuencas de los ríos y sin alterar los

acuíferos. Además, el movimiento de tierras exige una posterior compactación y asiento de las mismas, ya que pueden derivar en desprendimientos o deslizamientos superficiales en caso de que la red de drenaje no se diseñe adecuadamente. Actualmente la cobertura vegetal es densa en la zona, ya que existen diferentes prados, setos y cultivos e incluso manchas de bosque mediterráneo de frondosas, que junto a una orografía irregular permite una buena evacuación de la escorrentía y una buena transpiración.

9.2 Medio biótico

9.2.1 Vegetación o flora

La realización del proyecto no supone tan solo la pérdida de la vegetación que se encuentra en la propia ubicación, sino que los hábitats y ecosistemas de los alrededores también se ven afectados como consecuencia de la afección sobre los diversos factores ambientales anteriormente mencionados.

La vegetación potencial en la zona estudiada es el quejigal submediterráneo, el cual puede ser la especie mayormente afectada. Si no fuese por la participación del ser humano se estima que la totalidad del ámbito de estudio estaría totalmente colonizada por el quejigal submediterráneo, hábitat compuesto especialmente por las especies *Helleborus viridis*, *Rosa arvensis*, *Pulmonaria longifolia* y *Iris gramínea*, pero actualmente la zona se encuentra en un estado de degradación generalizada del bosque climácico, especialmente ocupado por cultivos de cereal. Las especies características del hábitat quejigal submediterráneo presentes en la zona son el *Quercus faginea*, de porte arbustivo y el más abundante, y en las zonas mejor conservadas *Viburnum lantano*, *Ligustrum vulgare* y *Rubia peregrina* [25].

A razón de ello se ha realizado un estudio de los hábitats presentes mediante el GIS que pueden ser de interés comunitario. Dicho estudio determina que un total de 7.147 m² del hábitat 9240, que está compuesto por quejigos se vería afectado, los cuales se encuentran repartidos de manera dispersa. Si bien es cierto que los quejigales presentan carencias en cuanto a su cortejo florístico, también hay que tener en cuenta su función en la conectividad ecológica y la fauna silvestre al tratarse de una de las pocas especies autóctonas dentro de una zona altamente antropizada. A su vez 5.371 m² de superficie del hábitat 6620, compuesto por pastos xerófilos (*Brachypodium retusum*) y gramíneas, también se verían afectados. En la Figura 9-8 se muestran los hábitats mencionados presentes en la zona.



Figura 9-8. Ubicación de los hábitats 6220 y 9240 sobre el ámbito de estudio [40].

De esta manera se estima como requerimiento la implantación de 61.564 m² de zonas verdes que simulen la vegetación potencial de la zona, el quejigal submediterráneo, en el perímetro de la parcela con el fin de que la afección sobre los hábitats sea señalada como compatible e incluso positiva, en proporción al estado actual de la zona.

Por otro lado, considerando el río Zadorra y Bayas, que se encuentran en las inmediaciones de la ubicación a unos cuantos kilómetros, existe flora de interés presente en ellos, destacando la anémona amarilla (*Anemone ranunculoides*) o el briofito *Orthotrichum casasianum*, la única en la Península Ibérica y en el mundo [42].

9.2.2 Fauna

Como se ha comentado existe cierta vegetación que es propia de la ubicación, que son los quejigales. El hecho de eliminar las manchas de quejigal disponibles en el ámbito supone cierta afección sobre la fauna característica de estos hábitats. Cabe destacar que, además, los cultivos de cereal de secano que ocupan la mayoría del área de la central son de especial interés para la supervivencia de ciertas especies. Por ejemplo, este tipo de hábitats suponen una zona esencial de nidificación para el Aguilucho Pálido o también una zona de campeo para otras especies que destacan en época estival como el Aguilucho Lagunero Occidental, la Culebra Europea o el Aguililla Calzada.

La fauna de vertebrados presenta una mezcla de seres típicos de diferentes ecosistemas, ya que se mezclan las especies de carácter mediterráneo debido a los quejigales con especies de origen atlántico y centroeuropeo debido a la cercanía al Mar Cantábrico. Además de los anteriormente mencionados, los vertebrados que se encuentran en la zona de ubicación de la central son los siguientes [40]:

- **Culebra de Escalera (*Elaphe scalaris*)**: Se trata de una especie de la zona mediterránea pero que se puede encontrar en esta zona, ya que se pueden encontrar aguas arriba del río Ebro hasta la zona de Sobrón, donde limitan los Valles Alaveses con la provincia de Burgos.
- **Culebra bastarda (*Malpolon monspessulanus*)**: Esta especie de culebra se encuentra en la mitad sur de la provincia de Álava, especialmente en la Rioja Alavesa y extendiéndose al igual que la Culebra de Escalera hacia el oeste, hacia los Valles Alaveses.
- **Lagarto Ocelado (*Lacerta lepida*)**: Dentro del País Vasco esta especie abunda especialmente en la zona mediterránea y subcantábrica, y en menor medida en las zonas atlánticas de la provincia de Álava donde abundan los hábitats de carácter submediterráneos como los quejigales, por lo que es una especie que habita en matorrales, áreas abiertas y secas, como por ejemplo las tierras de cultivo.
- **Chotacabras Gris (*Caprimulgus europaeus*)**: Se trata de una especie migradora y estival, por lo que frecuentan la zona en la época comprendida entre el mes de mayo y el mes de octubre. Normalmente habita en zonas abiertas, por lo que también frecuentan en hábitats como los quejigales, a pesar de que se amoldan a una gran variedad de biotopos.

- **Aguilucho Pálido (*Circus cyaneus*)**: Se trata de un ave rapaz sedentaria, pero también existen poblaciones migradoras. Su hábitat de nidificación se caracteriza por matorrales, bosques bajos o también zonas de cultivos, características propias de esta zona.

Por otro lado, las especies catalogadas como “raras” en el Catálogo de Especies Amenazadas del País Vasco y que se pueden encontrar en la zona son las siguientes [40]:

- **Aguililla calzada (*Hieraaetus pennatus*)**: A pesar de que se trata de una especie que habita normalmente en zonas forestales, este tipo de zonas abiertas son las que suele emplear para la caza, por lo que es probable que esta especie frecuente la zona. Se trata de una especie estival como algunas anteriores.
- **Aguilucho Lagunero Occidental (*Circus aeruginosus*)**: Al igual que la Aguililla calzada, es probable la presencia de esta especie en la zona ya que emplea zonas donde abundan los cultivos de cereal para la caza, además de áreas encharcadas y húmedas de vegetación abundante, presentes en las inmediaciones del río Zadorra.
- **Culebrera Europea (*Circaetus gallicus*)**: Se trata de otra especie estival, en este caso migradora, que puede frecuentar la zona para las actividades de caza y nidificación. Su presencia se alarga desde el mes de marzo hasta finales de septiembre a la llegada del otoño.
- **Alcotán (*Falco subbuteo*)**: Es una especie migradora que al igual que la anterior puede emplear la zona para la nidificación, ya que normalmente suele emplear lugares abiertos que también le favorecen la caza.

Por último, se encuentra la Abubilla (*Upupa epops*), especie vulnerable según el Catálogo de Especies Amenazadas del País Vasco. Esta especie es típica de zonas abiertas como cultivos y matorrales, que los emplea para ubicar los nidos. Estas características hacen que pueda ocupar la zona, a pesar de que su presencia no es segura.

Por otro lado, en los alrededores de la zona se encuentran el río Zadorra y el río Bayas, sobre cuyas cuencas se ubicará la central. Las riberas del Zadorra albergan una población estimable de visón europeo (*Mustela lutreola*), un carnívoro semiacuático amenazado de desaparición a escala global. También se verifica la presencia de ejemplares en dispersión de nutria (*Lutra lutra*) procedentes del río Ebro, el martín pescador, la garceta común, el martinete, el avetorillo común o la calimorfa entre otros, de modo que actúa como corredor y vía de desplazamiento para distintas especies [41]. El río Bayas por su parte presenta interés también para la conservación del visón europeo (*Mustela lutreola*), ya que teóricamente albergan hábitats potenciales y se encuentran conectadas con el río Ebro, donde se localizan los núcleos más importantes. En el mismo caso también se encuentra la nutria (*Lutra lutra*). Otras especies presentes son la bermejuela, el martín pescador o el milano real. Al tratarse de un río sin regulaciones ni alteraciones en su estructura presenta un estado de naturalidad superior a la mayoría de los ríos del País Vasco [42].

Teniendo todo esto en cuenta se considera que la magnitud del impacto es moderada en el entorno en base a la fauna presente.

9.2.3 Procesos del medio biótico

El ámbito de estudio aguarda, como se ha mencionado, gran importancia en la vida de varias especies, especialmente aves y reptiles, incluso algunas de ellas catalogadas como “raras” y “vulnerables”. Las características de la zona, caracterizada por estar ocupada en su mayoría por cultivos de cereales que lo hacen una zona abierta junto a los quejigales y arbustos de tamaño medio de carácter submediterráneo convierten la zona en un campo ideal para las aves para la caza en zonas abiertas y para la nidificación durante las épocas de reproducción.

Por otro lado, las diferentes especies que habitan la zona son tanto sedentarias como migratorias, por lo que gracias a sus características la zona es ideal para la migración de aves, sirviendo como corredor verde. Las temperaturas más cálidas durante la época estival dentro de un ambiente seco potencian también la aparición de ciertas especies como la Aguililla calzada y la Culebrera europea [40].

Por último, los matorrales y los quejigales y el hecho de mezclar el clima mediterráneo y el atlántico son ideales para ciertas especies de reptiles que abundan en la zona y que se extienden aguas arriba del río Ebro dentro de los Valles Alaveses [40].

Por su parte, a pesar de que se encuentran fuera del ámbito de la central, varias especies características habitan los ríos Zadorra y Bayas, especialmente este último, que al tratarse de un río sin regulaciones ni especiales modificaciones posee características naturales que hacen posible la presencia del briofito *Orthotrichum casasianum*, especie única en el mundo [42].

9.2.4 Ecosistemas especiales

Al hilo con lo comentado en el apartado anterior, existen ecosistemas especiales característicos de la zona. Dentro del ámbito de la central destacan los hábitats 9240, que destacan por lo quejigales de tamaño medio y que gracias a sus características son ideales para que puedan habitar, nidificar o cazar algunas especies, y los hábitats 6620, compuestos por gramíneas y pastos [40].

En los alrededores de la central los ecosistemas especiales se ubican en los ríos Zadorra y Bayas, donde habitan ciertas especies características de la zona como se ha comentado anteriormente.

9.3 Medio perceptual

9.3.1 Paisaje intrínseco

Por sus características, el ámbito a estudiar pertenece a la unidad de paisaje “Agrícola de secano en dominio fluvial”, caracterizado por situarse en laderas e interfluvios alomados donde tan solo ciertas manchas de quejigal degradadas se encuentran dispersas en los cultivos. Durante el año el cambio de colores es habitual en la zona por la diferenciación entre las épocas más secas y las más húmedas [40].

En los alrededores destacan la ciudad de Miranda de Ebro, el complejo industrial Arasur, las carreteras de grandes dimensiones, la línea de ferrocarril y los municipios de menor tamaño de Rivaguda y Rivabellosa.

Las cuencas visuales divisables desde la zona son Rivabellosa al oeste y Armiñón al este, pero no se encuentran incluidas dentro del Catálogo Abierto de paisajes Singulares y Sobresalientes del País Vasco al tratarse de un paisaje cotidiano, de reducida calidad paisajística y de baja densidad de población. A pesar de ello existen áreas que sí se encuentran recogidas dentro de este catálogo y que se encuentran en las zonas próximas a la central, que son el Humedal de Lacorzana, el curso bajo del río Zadorra y el río Bayas, todos ellos declarados como “Paisaje Sobresaliente”.

La ejecución de la obra supone un impacto visual en el paisaje, ya que la instalación y en especial la gran área que ocupan los módulos fotovoltaicos será ampliamente visible desde los alrededores, por lo que se considera que el impacto paisajístico es moderado e incluso puede ser severo. A pesar de ello, cabe destacar que por sus características la altura a la que se colocan los módulos fotovoltaicos no es muy elevada, por lo que el impacto visual es menor por ejemplo que si se realizara la ampliación de la zona industrial de Arasur mediante la construcción de naves industriales. Gracias a ello se estima que el impacto paisajístico sobre los paisajes sobresalientes anteriormente mencionados sería menor.

9.3.2 Intervisibilidad

Al igual de lo que se ha comentado en el apartado anterior, la presencia de la central genera un impacto visual en el paisaje que también afecta en la intervisibilidad de la zona. Dentro de la intervisibilidad hay que tener en cuenta que la presencia de los módulos obstruye la visibilidad, pero además la construcción del vallado perimetral y la plantación de arbustos y setos como barrera vegetal, a pesar de disminuir el impacto paisajístico integrando el parque solar en el paisaje, suponen una barrera visual todavía mayor.

Por otro lado, también hay que destacar que la intervisibilidad no solo se ve afectada durante la fase de explotación de la central una vez esta ha sido ya construida, sino que también hay que tenerla en cuenta durante las fases de construcción y desmantelamiento. Durante las actividades que se llevan a cabo en estos proyectos, al tratarse de una zona seca donde abundan tanto el polvo como la gravilla ligera se levantan partículas de polvo con el tránsito de vehículos y camiones en la zona y durante las diferentes actividades de construcción, por lo que dichas partículas en suspensión en el aire tienen un impacto visual que dificultan la visibilidad en la zona. En este caso en concreto dichas partículas pueden llegar a las carreteras circundantes y suponer una pérdida parcial de visibilidad para los conductores en los casos más extremos.

9.3.3 Componentes singulares del paisaje

Dentro del paisaje no destacan hitos paisajísticos reseñables y la zona de estudio no se encuentra catalogada dentro del Catálogo Abierto de paisajes Singulares y Sobresalientes del País Vasco, aunque sí lo han sido el Humedal de Lacorzana, el curso bajo del río Zadorra y el río Bayas, situados en los alrededores de la ubicación de la central, todos ellos destacables desde el punto de vista de lugares naturales singulares.

Por otro lado, dentro de la zona de estudio se encuentran varios fondos de cabañas y asentamientos como los de Montegrande, Ladera del Monte y El Alta, todos ellos declarados bienes culturales dentro del patrimonio arqueológico [25]. Por su parte también cabe destacar la Iglesia de la Asunción del municipio de Rivaguda y el puente de Puentenuevo que cruza el

río Zadorra en el margen noreste de la central, declarado bien arquitectónico. Todos ellos ya han sido identificados en la Figura 8-2.

9.4 Uso del suelo rústico

9.4.1 Uso recreativo al aire libre

En los alrededores del ámbito existen varias zonas declaradas para la caza y pesca, siendo estas dos las actividades recreativas más destacables de la zona de estudio. En el oeste y en el norte existen zonas de reserva amplias, y también al este, al otro lado del río Zadorra. Por su parte, al sur destaca el gran vedado de caza de Lacorzana. Por último, cabe destacar que existe una zona especial al sur del municipio de Rivabellosa dedicada exclusivamente a las actividades cinegéticas.

9.4.2 Uso productivo

La gran mayoría de la zona está cubierta por tierras arables dedicadas a la agricultura de labor en secano, a pesar de que al norte y al sur existen ciertas manchas de bosques y matorrales. Las actividades productivas que se llevan a cabo exclusivamente en la zona son las asociadas a la agricultura, por lo que destacan los cultivos de cereal.

9.5 Características culturales y relaciones económicas

9.5.1 Características culturales

Los estudios realizados en la zona han concluido que en cuanto a patrimonio cultural vasco no existen elementos integrantes, tanto a nivel de patrimonio construido como a nivel de patrimonio arqueológico. A pesar de ello existen ciertos elementos arqueológicos a considerar en el entorno que se han comentado anteriormente, a pesar de no ser de gran peso cultural. Por otro lado, se concluye que en el área no existen elementos o zonas de interés cultural, por lo que entre los límites de actuación no se identifican elementos de patrimonio cultural [40]. Aun así, al norte a una distancia de aproximadamente 10 km se ubica el Camino Francés del Camino de Santiago.

Por otro lado, desde el punto de vida cultural la realización del proyecto puede influir en la vida de los habitantes cercanos. En primer lugar, la generación de emisiones durante la fase de construcción, es decir, las emisiones de gases GEI y en especial la emisión de partículas y ruido puede generar cierto riesgo en la salud y seguridad de los habitantes, generando enfermedades respiratorias por inhalación de partículas y ansiedad en los casos más extremos. Todo esto, junto al impacto visual que genera la gran ocupación del parque de 55 ha, puede resultar en un rechazo por parte de la población.

9.5.2 Actividades y relaciones económicas

Analizando las características culturales desde un punto de vista económico, la realización del proyecto resulta beneficioso por parte de los habitantes locales, ya que supone una nueva forma de generación de empleo en la zona en la que los habitantes puedan verse involucrados. Por otro lado, este tipo de empleo exige cierta cualificación, por lo que resulta una opción

interesante para los habitantes locales cualificados, ya que la gran mayoría de ellos, al tratarse de una zona rural, necesitan viajar diariamente a las ciudades de Miranda de Ebro o Vitoria-Gasteiz, las ciudades que agrupan la gran mayoría de las industrias en la zona.

9.6 Infraestructuras

9.6.1 Infraestructura viaria

La realización de obras exige la entrada de material y maquinaria de construcción a la zona. La llegada de ese material, equipamiento y maquinaria se realizará mediante camiones, para lo que se utilizará la infraestructura viaria disponible en la zona, es decir, en especial las autopistas AP-1 y AP-68, que gracias a sus dimensiones facilitan el transporte de maquinaria pesada. Por último, será la carretera A-4304 la que dará acceso a la central. Se trata de una carretera comarcal de un ancho escaso que dificulta la entrada de maquinaria de grandes dimensiones, por lo que en los casos más complicados la maquinaria será descargada de los camiones antes de la llegada a la entrada de la central para conducir la maquinaria por la carretera. Para dicho caso se deberá realizar una solicitud de licencia. El gran peso de la maquinaria y equipamiento que circule sobre dicha calzada puede generar defectos y roturas en ella, ya que esta no se encuentra diseñada para dichos fines. Durante la fase de desmantelamiento de la central y al finalizar el proyecto se deberá evaluar el estado de la carretera y se realizará una evaluación de su restauración.

Por otro lado, el hecho de utilizar la infraestructura viaria de la zona y compartirla con los habitantes locales supone un riesgo para estos, por lo que la realización del proyecto supone un mayor riesgo de ocurrencia de accidentes en las carreteras de la zona, especialmente durante las fases de construcción y desmantelamiento, fases en las que el tránsito de la maquinaria es mayor. Por un lado, se debe considerar el empeoramiento de las condiciones del asfalto, que sufre un deterioro por el peso y tránsito de la maquinaria, condiciones para las que la carretera no se encuentra diseñada. Por otro lado, también hay que considerar la obstaculización, la entrada y salida de camiones y el ensuciamiento de la carretera, generando condiciones peligrosas al volante que exigen la prudencia de todos los conductores que utilicen la carretera A-4304.

9.7 Infraestructura urbana

9.7.1 Morfología y planeamiento urbanístico

El terreno sobre el que se construye la central posee cualidades de alto valor agrológico que se perdería mediante la ampliación de la Plataforma Logística de Arasur [40]. A pesar de ello, la ocupación y urbanización del suelo constituye la segunda fase del plan de ampliación de la Plataforma Logística Arasur, la denominada sector I10/S, que ocupará una extensión total de 643.622,62 m². Su objetivo es ampliar la oferta de actividades logísticas y de transporte en el territorio alavés, dando solución a los problemas existentes en las provincias de Vizcaya y Guipúzcoa de indisponibilidad de suelo y generando una nueva alternativa al Polígono de Júndiz, en Vitoria-Gasteiz. Dicho plan fue promovido por la sociedad foral Álava Agencia de Desarrollo y fue aprobado por la Orden Foral 655/2006, de 27 de julio, por lo que la zona se encuentra catalogada como Suelo Urbanizable de Uso Industrial.

De esta manera se da respuesta a las D.O.T. (Directrices de Ordenación Territorial) en sus propuestas para las Áreas de Actividad del Modelo Territorial, desarrolladas en el Plan Territorial Parcial de Álava Central, y al Plan Territorial Sectorial de Creación Pública de Suelo para Actividades Económicas y de Equipamientos Comerciales de la Comunidad Autónoma del País Vasco, señalando los Ámbitos Territoriales de Interés Preferente para la localización de Suelo para Actividad Económica y la Política Especial de Generación de una oferta pública de nuevos suelos para actividades económicas en puntos considerados por el Plan como de interés Estratégico General.

El plan de ordenación establece como criterio básico la reducción al mínimo de la urbanización pública para disminuir los costes, por lo que el terreno disponible se destina exclusivamente a la ampliación de la zona industrial.

En total la zona se encuentra dividida en dos parcelas. La P.1 está destinada a la implantación del huerto solar, mientras que las 1,25 ha restantes son cedidas al Ayuntamiento de Ribera Baja para equipar la parcela con equipamiento social y comercial, además del entorno de la central cubierto con zonas verdes. De esta manera, de las 643.622,62 m² disponibles 272.880 m² son edificables, pero tan solo 18.500 m² serán utilizados para dicho fin. Por su parte, para dar acceso a las parcelas se estima la construcción de un vial rodado de un ancho de 7 m con un arcén de 1 m a cada lado. Por último, el camino agrícola que atraviesa la zona deberá ser repuesta en el margen norte del parque fotovoltaico para el máximo aprovechamiento del terreno. En todo caso se tienen en cuenta la Norma Foral de Carreteras del Territorio Histórico de Álava y la Ley del Sector Ferroviario para la construcción, y en el caso del requerimiento de menores distancias establecidas por la ley se realiza una solicitud [40].

9.8 Población

9.8.1 Dinámica poblacional

Se considera que la construcción de la central puede generar movimientos migratorios y alterar la dinámica poblacional mediante movimientos inmigratorios o emigratorios.

Considerando el municipio de Ribera Baja, en el que se sitúa el huerto solar, en la Tabla 9-2 se muestran las inmigraciones y emigraciones del municipio según las estadísticas demográficas de Eustat, el Instituto Vasco de la Estadística.

Tabla 9-2. Movimientos migratorios de inmigración y emigración de Ribera Baja entre 2012 y 2021 [43].

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Inmigraciones	39	61	60	47	60	46	62	71	76	50
Emigraciones	35	42	46	45	29	18	62	33	51	61

Las inmigraciones por lo general son mayores que las emigraciones. Según el lugar de nacimiento, el 40,9 % de los habitantes son de origen alavés, mientras que un 36,8 % proviene de otras provincias a nivel estatal, además de que tan solo un 8,3 % es guipuzcoano o vizcaíno de nacimiento [43].

9.8.2 Estructura poblacional

Según Eustat (Instituto Vasco de Estadística) en el año 2022 el municipio de Ribera Baja tenía 1.574 habitantes, que considerando las 2.540 ha de extensión supone una densidad de población de 61,96 habitantes por km².

Según los datos recogidos por Eustat entre los años 2017 y 2022, aproximadamente un 11-14 % de los habitantes tiene una edad inferior a los 19 años, un 33-34 % de los habitantes tiene una edad comprendida entre 20 y 64 años y un 5-8 % de los habitantes es mayor de 65 años. Cabe destacar, además, que la cifra está en aumento durante los últimos años, lo que demuestra el envejecimiento de la población en el municipio de Ribera Baja [43].

En cuanto a los datos de educación de la población, en la Figura 9-9 se muestran las estadísticas de la población mayor de 10 años según el nivel de instrucción.

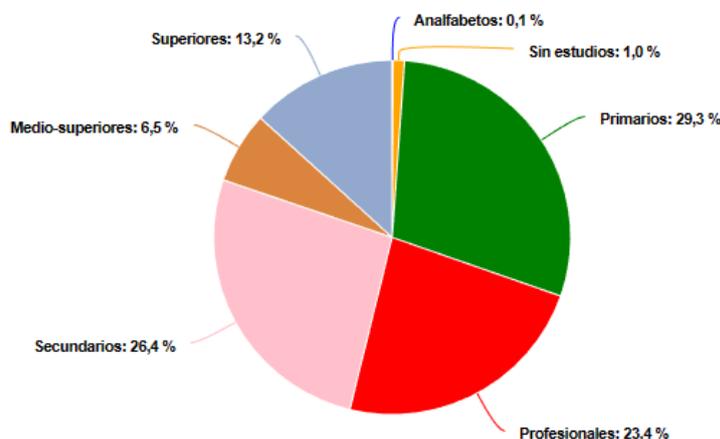


Figura 9-9. Estadísticas de educación de Ribera Baja [43].

La mayoría de la población, por tanto, posee estudios secundarios y primarios, y el número de habitantes que posee el grado de profesionalidad y estudios superiores es menor.

En cuanto a los datos del mercado laboral, la tasa de ocupación en el municipio en el año 2021 era de 53,6 %, mientras que la tasa de paro se situaba en un 10,8 %, la mayoría de ellos hombres, de modo que la cifra de población ocupada era de 704 habitantes. La mayor ocupación se da entre los habitantes que tienen una edad comprendida entre los 45 y 54 años, siendo la tasa de ocupación y la tasa de actividad mayor entre los hombres que entre las mujeres [43].

9.9 Economía

9.9.1 Renta

La renta personal media disponible es mayor en el caso de los hombres en comparación con las mujeres. En el caso de los hombres la media se sitúa entre los años 2009 y 2020 entorno a los 20.000 euros, mientras que en el caso de las mujeres se sitúa aproximadamente en 13.000 euros. Se estima que el 67 % de esa renta proviene del trabajo, mientras que un 21,2 % de la renta proviene de diferentes transferencias. Para finalizar con la renta personal, se estima que la media

de renta personal del 20 % de las personas con mayor ingreso es de aproximadamente 53.000 € entre 2014 y 2020, mientras que la media del 50 % de los habitantes con menor ingreso es de 3.500-4.500 €, por lo que existe una gran diferencia en la renta entre las personas con mayores y menores ingresos [43].

En cuanto a la renta familiar, se estima que la cifra ha ido subiendo desde el año 2009, de modo que la renta familiar en el año 2020 fue de 47.460 €, proveniente en su mayoría de la renta del trabajo.

9.9.2 Actividades y relaciones económicas

El PIB per cápita de la localidad se sitúa en 57.853 € en el año 2020, alcanzando la mayor cifra en el año 2015 con un PIB per cápita de 69.664 €. La actividad industrial supone un 55,5 % del valor agregado bruto (VAB) de la actividad económica, mientras que los servicios suponen un 41,3 % del VAB. La agricultura, ganadería y pesca por su parte tan solo suponen un 1,5 % del VAB, y la construcción un 1,7 %. En la Tabla 9-3 se muestran los valores del valor añadido bruto según sector de actividad.

Tabla 9-3. Valor añadido bruto (VAB) a precios corrientes (miles de €) según sector de actividad.

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Total	93.449	94.885	74.854	71.428	86.373	82.507
Agricultura, ganadería y pesca	1.233	1.446	1.279	1.320	1.401	1.209
Industria y energética	47.382	51.700	39.653	37.799	39.929	45.822
Construcción	1.119	1.663	2.126	1.387	1.728	1.430
Servicios	43.715	40.076	31.796	30.922	43.315	34.046

Por lo tanto, los sectores más importantes son la industria y energética en primer lugar y los servicios en segundo lugar. En cuanto a los puestos de trabajo del municipio, la cifra ha aumentado en los últimos años, desde los 669 en el año 2008 a los 1.114 en el año 2020. La mayoría de esos puestos de trabajo corresponden al sector de los servicios, un 39,6 % en concreto en el año 2020, y un 21,3 % a la industria y energética. El municipio cuenta con un total de 112 establecimientos, de los cuales la gran mayoría, 38 en concreto, corresponden al sector del comercio, transporte y hostelería [43].

9.10 Infraestructura y servicios

9.10.1 Infraestructura viaria

Como se ha venido comentando hasta ahora, la ubicación ofrece una gran cantidad de alternativas de acceso al huerto solar mediante transporte viario. El ámbito de actuación se encuentra delimitado por la autopista AP-1 al norte, por la autopista AP-68 al oeste, y también conecta con la carretera comarcal A-4304 al sur. Además, a pesar de no delimitar con la propia ubicación, es destacable el paso de la carretera N-1 por el margen norte del huerto solar, que es paralela a la AP-1. Por otro lado, la infraestructura delimitante al sur y al este es la línea de ferrocarril Madrid-Irún. La estación de tren de Miranda de Ebro se sitúa a escasos kilómetros hacia el sur, lo que también facilita cualquier tipo de maniobra a la hora de transportar la maquinaria o el transporte del personal. Por lo tanto, el hecho de ubicarse en una zona de gran

densidad viaria que cuenta con una infraestructura viaria tanto por carretera como por línea de ferrocarril ofrece una gran flexibilidad a la hora de acceder a la central, tanto para el personal como para todo tipo de equipamiento y maquinaria. En cuanto al acceso a la propia ubicación, esta se realiza exclusivamente por la carretera A-4304. A pesar de ello el vallado perimetral, que contará con una serie de puertas de pequeñas y medianas dimensiones, permitirá la salida y entrada de personal y vehículos de pequeñas dimensiones para facilitar el tránsito y no depender tan solo de la entrada principal.

9.10.2 Infraestructura no viaria

Dentro de la infraestructura no viaria cabe destacar varios apartados. En primer lugar, en cuanto al abastecimiento de agua, el municipio de Ribera Baja cuenta con diferentes distribuidores de aguas que a su vez se encargan de las Unidades de Control y Vigilancia (UCV). De esta manera, el Consorcio de Aguas de Mendi-Haran se encarga del abastecimiento y control de las aguas de las localidades de Igay, Manzanos, Melleles y Quintanilla de la Ribera, el Consorcio de Aguas de Álava Urbide de la localidad de Rivabellosa e Hidrocontrol de la localidad de Rivaguda. Esto es debido a que el abastecimiento de aguas de Álava se divide por consorcios, y el municipio de Ribera Baja se encuentra dividido entre los consorcios de Mendi-Haran y Troperagain, de modo que la localidad de Rivabellosa corresponde a este último. En la Figura 9-10 se muestra la infraestructura de abastecimiento hídrico de la zona.



Figura 9-10. Infraestructura de abastecimiento hídrico de la zona [44].

Como se muestra en la Figura 9-10, las zonas de captación, de color azul, que abastecen las localidades de Rivabellosa y la zona de Arasur se encuentran en Zambrana, al sur, o en Ribera Alta, al norte. Por otro lado, las localidades de Rivaguda y Lacorzana cuentan con su propia captación de aguas. Cada localidad también cuenta con su propio depósito. Por su parte, dentro de la red que abastece dichas localidades no se aprecia ninguna Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP).

Por otro lado, en la Figura 9-11 se muestra la infraestructura de saneamiento de aguas de la zona.

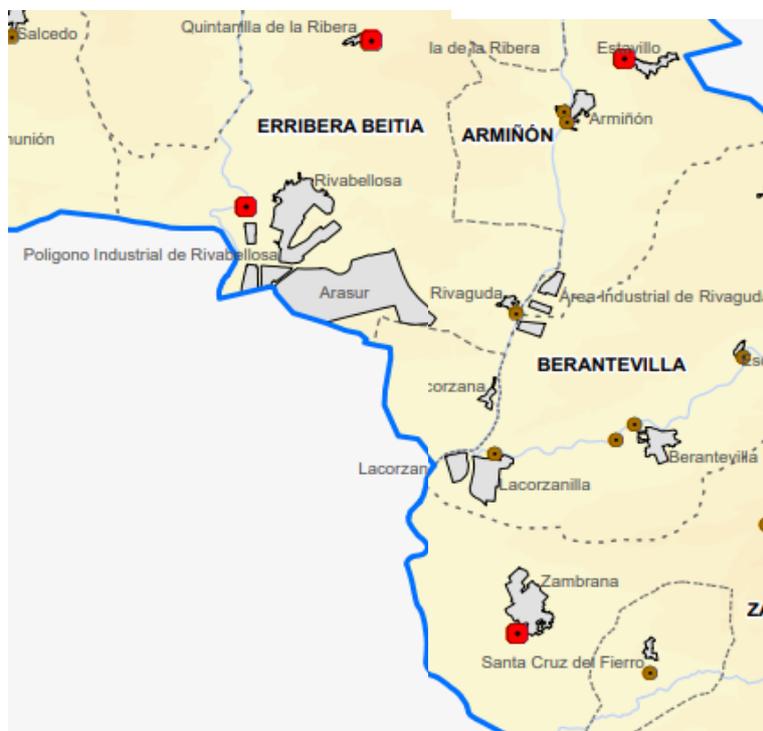


Figura 9-11. Red de saneamiento de aguas de la zona del huerto solar [44].

En este caso la Estación de Depuración de Aguas Residuales (EDAR) más cercana es la de Rivabellosa, que se encuentra al norte del Polígono Industrial de Rivabellosa y al este de la localidad de Rivabellosa, como se muestra en la Figura 9-11.

Por otro lado, otro aspecto a considerar de la infraestructura no viaria es la infraestructura energética de la zona. Como se ha estudiado anteriormente y basándose en el Plan Territorial Sectorial de Energías Renovables de Euskadi, existe una gran densidad de redes eléctricas de alta tensión de 220 kV en las inmediaciones de la central, siendo las más próximas las líneas que abastecen de electricidad los municipios de Rivabellosa y Rivaguda. Asimismo, la subestación más cercana a la ubicación se encuentra en la localidad de Miranda de Ebro, en la provincia de Burgos, a una distancia de aproximadamente 2 km. Dentro del territorio Alavés la subestación más cercana se encuentra en el municipio de Lantarón, la subestación eléctrica de Puentelarrá, a una distancia de aproximadamente 10 km. Por último, se espera que para finales de 2023 el huerto solar de Ekienea se encuentre finalizado, en el municipio colindante de Armiñón, que con 100 MW instalados será el de mayores dimensiones de Euskadi, aproximadamente 3,5 veces más grande que el de Ekian.

9.10.3 Equipamientos y servicios

La construcción del huerto solar se realiza como parte de la segunda fase de la ampliación de la Plataforma Logística Arasur, lo que permite ampliar la oferta de actividades logísticas y del transporte de la zona, ofreciendo servicios a empresas, al vehículo, al empleado y de carretera. Por otro lado, como se ha determinado anteriormente, la ampliación tiene lugar mediante dos

parcelas, de las cuales la segunda, la denominada parcela P.2, de 1,25 ha, será cedida al ayuntamiento de Ribera Baja en el Proyecto de Reparcelación para contribuir al equipamiento social y comercial ordenados en el Plan Parcial. Por otro lado, una reserva no inferior al 12 % será destinada a la construcción de zonas verdes.

10. ASPECTOS ECONÓMICOS

Todo proyecto exige la realización de una evaluación económica previa que considere la alternativa escogida, el diseño y las actividades requeridas para poder llevarlo a cabo, lo que permite justificar de manera preliminar la viabilidad del desarrollo del proyecto y realizar una evaluación de la inversión requerida y los futuros ingresos. Por lo tanto, los valores considerados son meramente orientativos, pero sirven para obtener las primeras estimaciones, de modo que los datos más precisos se obtienen durante las fases más posteriores.

Asimismo, el artículo del Decreto 105/2008 de medidas urgentes en desarrollo de la Ley 2/2006 exige la presencia de un estudio de viabilidad económico-financiera entre la documentación de los planes urbanísticos, por lo que se trata de un documento de carácter obligatorio. A continuación, se muestra la estimación de costes dividida en diferentes apartados [40].

10.1 Descripción del presupuesto

En primer lugar, los costes de urbanización son los que engloban la obra civil requerida. En este caso en concreto, la obra civil consiste en los siguientes apartados: la adecuación del terreno, es decir, el movimiento de tierras y la pavimentación; la reposición del camino agrícola que atraviesa la zona, trasladándola al margen norte; construcción de la infraestructura y servicio. Por último, también se debe considerar un gasto adicional que consiste en los gastos imprevistos y los gastos de seguros y gestión de residuos. De esta manera, en la Tabla 10-1 se muestra el desglose de los gastos de obra civil.

Tabla 10-1. Desglose de los gastos de obra civil [40].

	Medición	Precio unitario, €	Total, €
1- VIAL RODADO			218.457
Pavimento con pluviales (m ²)	2.697	77	207.669
Movimiento de tierras (m ²)	2.697	4	10.788
2-REPOSICIÓN CAMINO AGRÍCOLA			13.845
Movimiento de tierras desde cantera y apisonado (m ³)	4.615	3	13.845
3-INFRAESTRUCTURA SERVICIO			58.500
Conducción agua potable (ml)	780	65	50.700
Conducción de saneamiento (ml)	780	10	7.800
4- VARIOS			30.372
Varios e imprevistos (10 %)	0,1	303.772	30.372
5- SALUD Y RESIDUOS (3 %)			334.099
	0,03	334.099	334.099
TOTAL			344.122

Por su parte, la Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA), ofrece un desglose de los diferentes costes que requiere la realización de un parque solar fotovoltaico dentro de su documento anual de costes de las energías renovables. En el caso de España el coste del hardware, el coste de la instalación y los costes indirectos suponen 816 \$/kW, que traducidos a € y considerando que el huerto solar de Ekian posee una potencia instalada de 24 MW, el coste instalado asciende a 17.888.000 € aproximadamente. A continuación, en la Tabla 10-2, se muestra el desglose de los costes basándose en los datos aportados por IRENA.

Tabla 10-2. Desglose estimado de costes instalados del huerto solar de Ekian [12].

	Coste respecto al total, %	Coste, €
1- HARDWARE	67,8	12.128.666
Módulos	37,9	6.779.888
Inversores	6,3	1.126.999
Montaje	8,4	1.502.666
Conexión a la red	8,4	1.502.666
Cableado	5,3	948.111
Seguridad	1,0	178.888
Control y monitorización	0,5	89.444
2- INSTALACIÓN	17,9	3.202.110
Instalación mecánica	8,4	1.502.666
Instalación eléctrica	7,4	1.323.777
Inspección	2,1	375.666
3- COSTES INDIRECTOS	14,3	2.558.110
Margen de imprevistos	6,3	1.126.999
Diseño de sistemas	2,7	482.999
Autorizaciones	5,3	948.111
TOTAL	100	17.888.888

Una vez considerados los costes de obra civil y los costes instalados, los siguientes costes a considerar son los costes de operación y mantenimiento, los cuales tienen lugar durante la fase de operación. Los costes que se han considerado hasta ahora, en cambio, tienen lugar durante la fase previa a la construcción y la fase de construcción. En el reportaje anual de la IRENA [12] se establece un coste anual de operación y mantenimiento de 10 \$/kW, lo que traducido a euros supone aproximadamente 9,2 €/kW. Teniendo en cuenta una potencia instalada de 24 MW en el caso de Ekian, los costes de O & M ascienden por lo tanto a 220.800 € anuales.

Una vez terminada la vida útil de la central, es decir, aproximadamente entre 25 y 30 años después del comienzo de la fase de operación en el caso de las centrales solares fotovoltaicas, hay que considerar el valor residual de la instalación, ya que en este caso no se trata de un desembolso a realizar sino de ingresos. En el Documento Ambiental Estratégico simplificado de Ekian [40] se estima un valor de construcción de 325 €/m²·t, lo que se traduce a un total de 6.012.500 €. Por su parte, se estima un precio de venta de edificios de 680 €/m², lo que supone un total de 11.100.000 €. Finalmente, se estima un valor residual del suelo bruto de 4,06 €/m².

El último coste que considerar es el coste de desmantelamiento. El desmantelamiento consiste, por un lado, en la retirada del material, transporte a vertederos y en caso posible del reciclaje de estos, y por otro, en la restauración de la zona y la vegetación para establecer las condiciones previas a la realización del proyecto en la zona.

Como base de cálculo se ha considerado la desmantelación de la planta solar fotovoltaica de Puerta del Jerte, que al situarse en el mismo país y con una potencia instalada de 29,979 MWp presenta características similares a la planta solar de Ekian. De esta manera, a partir de sus datos se han extrapolado los presupuestos aproximados de las etapas de desmantelamiento que se muestran en la Tabla 10-3.

Tabla 10-3. Desglose de costes aproximados de desmantelamiento del huerto solar [45].

	Coste, €
1- DESMANTELAMIENTO DE INSTALACIONES	559.465
Desmantelamiento de paneles, de centros de transformación y del vallado	545.000
Restitución de viales y cunetas	10.900
Retirada de cableado y restauración de zanjas	3.565
2- RECUPERACIÓN DEL SUELO	997.785
Restauración y acondicionamiento	407.260
Implantación vegetal	590.525
3- RECICLAJE Y GESTION DE RESIDUOS	286.440
Reciclado de materiales	286.440
TOTAL	1.843.690

10.2 Análisis económico de las medidas correctoras

En este apartado se definen los aspectos económicos de las medidas correctoras, las cuales serán definidas posteriormente en la descripción del estudio ambiental, ya que se debe llevar a cabo un proceso de Estudio de Impacto Ambiental para poder definir las.

A continuación, se enumeran brevemente las medidas correctoras, preventivas o compensatorias que se han considerado adoptar en base al EsIA realizado:

- Máximo aprovechamiento de los recursos del terreno y del relieve.
- Selección de componentes y equipos que no incorporen ni sustancias nocivas ni peligrosas y que permitan obtener el máximo rendimiento en base a los recursos disponibles.
- Evitar zonas de acopio de materiales en ubicaciones sensibles.
- Realización de un inventario que contenga fichas de mantenimiento de la maquinaria.
- Respetar y limitar el horario de trabajo a las horas diurnas, así como establecer un calendario anual de trabajos que requieren el uso de maquinaria pesada.

- Aislamiento del suelo en la zona auxiliar donde se aparca y se almacena la maquinaria pesada y el equipamiento.
- Realización de un jalonamiento para identificar las zonas de vegetación que pueden resultar afectadas.
- Siembra de especies características de la zona que cubra el vallado perimetral.
- Establecer un límite de velocidad de 20 km/h en el interior del parque y la instalación de señales que lo determinen.
- Instalación del sistema de salvapájaros.
- Empleo de materiales que favorezcan la integración del parque en el paisaje, teniendo en cuenta el paisaje y la morfología del terreno.

Las medidas consideradas, por lo general, no son medidas adicionales que se deben considerar aparte de la construcción del parque, sino más bien son medidas o principios básicos que se deben considerar durante la planificación y diseño del parque. De esta manera, se considera que la mayoría de los costes asociados a las medidas ya han sido integradas en las Tablas 10-1, 10-2 y 10-3. Los presupuestos para el resto de las medidas cuyos costes no han sido considerados se recogen en la Tabla 10-4.

Tabla 10-4. Desglose de costes aproximados de las medidas correctoras.

	Coste unitario	Coste, €
Aislamiento del suelo en la zona del almacén (30 x 40 m)	12,40 €/m ²	16.000
Jalonamiento de las zonas de vegetación (3,6 m)	129 €/ud.	12.900
Siembra de vegetación a lo largo del vallado y jardinería	-	2.000
Señales viales de 20 km/h	22 €/ud.	500
Instalación del sistema de salvapájaros	100 €/ud.	5.000
TOTAL		36.400

11. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

El presente apartado se ha realizado mediante la herramienta Excel que permite identificar los efectos y los factores ambientales afectados tan solo mediante la definición de las acciones que se llevarán a cabo durante las diferentes fases que componen el proyecto. Además, también se realiza la definición de medidas correctoras, obteniendo como resultado un balance entre las acciones y medidas que permite determinar los aspectos ambientales más delicados. Por lo tanto, en este apartado se describen los pasos que se han ido siguiendo en cada uno de los apartados de la hoja Excel.

El archivo consta de un total de 11 hojas, agrupadas en tres fases: la fase 1, referente a las acciones del proyecto, la fase 2, referente a las medidas correctoras y la fase 3, que se trata del resumen final. A continuación, se irá describiendo por puntos el procedimiento que se ha ido siguiendo en cada una de las hojas que componen las tres fases del archivo.

11.1 Fase de definición de acciones

Esta fase está dedicada a la elección de las acciones que se van a realizar durante las diferentes fases del proyecto y que ya han sido definidas en el apartado 8.7. Asimismo, se definen cuáles son los subfactores afectados por dichas acciones. De esta manera, esta primera fase está compuesta por 5 hojas.

11.1.1 Selección de acciones

Se trata de la primera hoja que constituye el archivo, el cual dispone de una lista de acciones que se deben realizar generalmente para llevar a cabo un proyecto de construcción de un parque fotovoltaico. Las acciones se muestran clasificadas según la fase del proyecto (construcción, operación & mantenimiento y desmantelamiento) y cada acción tiene su correspondiente código que se respetará a lo largo del archivo Excel para la identificación de la propia acción.

De modo que las acciones se encuentran clasificadas según la fase correspondiente del proyecto, en este caso la mayoría de las acciones corresponden a la fase de construcción, la fase que más acciones requiere en el caso concreto de un parque fotovoltaico. Es por ello que, a diferencia de las fases de operación y desmantelamiento, las acciones de la fase de construcción se encuentran a su vez clasificadas de la siguiente manera:

- Adecuación del terreno
- Cimentaciones:
 - Cimentación de los seguidores o soportes
 - Cimentación de los centros de transformación
- Canalizaciones o zanjas
- Drenajes
- Viales internos
- Subestación eléctrica transformadora
- Línea de evacuación

- Acciones adicionales

De entre todas las acciones enumeradas en la hoja, 112 en total, se han seleccionado las consideradas en el apartado 8.7, es decir, un total de 91. Para los casos en los que se vaya a realizar una acción se ha escrito el número “1” en la casilla que se encuentra al lado de la acción, lo que hace que la casilla se vuelva de color verde, como se muestra en la Figura 11-1, mientras que en el caso en el que la acción no se vaya a realizar se ha escrito un “0”, lo que hace que la casilla se vuelva de color rojo.

CÓDIGO	ACCIONES	¿Se realizará la acción?
FC1	Desbroce del terreno: eliminar cualquier elemento que dificulte la implementación o el acceso.	1
FC2	Atenuar el terreno mediante la nivelación del mismo, de forma que se consiga una pendiente apta para la instalación de las estructuras.	1
FC3	Retirar la cubierta vegetal y reservarla para labores posteriores de recuperación y restauración.	0
FC4	Excavación de zanjas y zapatas, con medios mecánicos y acopio en terreno propio.	1

Figura 11-1. Ejemplo de la tabla de selección de acciones en el archivo Excel.

En algún caso se han seleccionado varias acciones de la lista que corresponden a tan solo una acción descrita en el apartado 8.7. Por ejemplo, la acción de apertura de zanjas para el soterramiento de las líneas eléctricas engloba las siguientes acciones de la hoja: *Diseñar la apertura de zanja, el tendido del cable, la protección del cable por medio de arena y el posterior relleno del material procedente de la excavación* (acción FC15), *efectuar el resto de las canalizaciones del cableado de la planta mediante zanjas adecuadas al número y tipo de tubos que deberán albergar* (acción FC18), *alojar los cables directamente enterrados en las zanjas o entubados (bajo tubo de polietileno homologado)* (acción FC19), *señalizar las zanjas de baja tensión y media tensión con su correspondiente cinta señalizadora* (acción FC20), *colocar arquetas en los cambios de dirección del cableado eléctrico* (acción FC21), *utilizar cable unipolar debidamente embreado para el cableado de corriente alterna* (acción FC22) y *cargar y transportar a vertedero las tierras sobrantes* (acción FC23).

Una vez seleccionadas las acciones que se van a realizar y las que no, la hoja permite visualizar mediante varios botones de forma enumerada todas las acciones disponibles, todas las acciones que se van a realizar o todas las acciones que no se vayan a realizar, es decir, cualquiera de estas tres acciones.

11.1.2 Acciones seleccionadas

En esta hoja simplemente se muestran las acciones que se han seleccionado y que se van a realizar en el proyecto junto a su propio código, y que son las mismas que han sido seleccionadas en el apartado anterior. Es decir, es una hoja que resume de forma enumerada las acciones que se han escogido para que sean realizadas. La distribución de las acciones seleccionadas en función de la fase del proyecto ha sido la siguiente:

- **Fase de construcción:** 55 acciones

- **Fase de operación:** 23 acciones
- **Fase de desmantelamiento:** 14 acciones

En definitiva, la fase de construcción es la fase más exigente, ya que es la que tiene mayores requerimientos de personal, maquinaria y actividad, por lo que desde el punto de vista ambiental se trata de la fase más importante y la que más atención requiere.

11.1.3 Identificación de efectos

En esta hoja se muestra la relación entre las acciones y los factores ambientales que se ven afectados al ejecutar las diferentes acciones. Por una parte, a la izquierda, verticalmente, se enumeran los factores y subfactores ambientales analizados, clasificados en diferentes subsistemas. Por otra parte, en la parte superior, se muestran las acciones representadas por sus códigos. Al igual que las acciones se clasifican por fases, los subfactores ambientales se clasifican de la siguiente manera:

Subsistema → Medio → Factor → Subfactor

En total existen 124 subfactores, que se agrupan en 37 factores, estos a su vez en 10 medios y finalmente los medios en los 5 subsistemas, que son el subsistema físico-natural, el subsistema perceptual, el subsistema de la población y el poblamiento, el subsistema socio-económico y el subsistema de núcleos e infraestructuras. A modo de ejemplo en la Figura 11-2 se muestra una fracción de la tabla utilizada para realizar este apartado.

SUBSISTEMAS	MEDIOS	FACTORES	SUBFACTORES	NÚMERO	FC1	FC2	FC3	FC4	FC5	FC6	FC7	
1. SUBSISTEMA FÍSICO NATURAL	A	1.1.1. AIRE	Nivel de CO.	1.1.1.1	X							
			Nivel de NOx.	1.1.1.2	X							
			Nivel de SOx.	1.1.1.3								
			Nivel de HC.	1.1.1.4								
			Confort sonoro diurno.	1.1.1.5	X							
			Confort sonoro nocturno.	1.1.1.6								
			Spray marino.	1.1.1.7								
			Calidad perceptible del aire.	1.1.1.8	X							
			Polvo, humos y partículas en suspensión.	1.1.1.9	X			X				
			Olores.	1.1.1.10								
	Otros.	1.1.1.11										
	1.1.2. CLIMA. CONDICIONES CLIMÁTICAS	Régimen térmico.	1.1.2.1									
		Régimen pluviométrico.	1.1.2.2									
		Régimen de vientos.	1.1.2.3									
		Régimen de radiación solar.	1.1.2.4									
		Índices de aptitud climática.	1.1.2.5									
				Relieve y carácter topográfico.	1.1.3.1	X	X		X			X

Figura 11-2. Ejemplo de la tabla Excel de factores ambientales afectados por cada acción teniendo en cuenta todas las acciones.

El archivo tiene previamente establecida una relación entre los subfactores y las acciones, es decir, la tabla ya se encuentra rellena antes de que las acciones hayan sido determinadas para un caso genérico de un parque solar fotovoltaico. Esto significa que los efectos que se encuentran identificados en la tabla no se ajustan estrictamente a las condiciones concretas del proyecto que se está estudiando, sino a un caso genérico de un proyecto que tiene como objetivo la construcción de un huerto solar. Además, al no tener en cuenta la selección de las acciones, las acciones que no han sido seleccionadas en las anteriores hojas aparecen representadas en esta hoja.

Por lo tanto, esta tabla debe ser revisada y en caso de no ajustarse a las condiciones concretas del proyecto, debe ser modificada. De esta manera, si se considera que determinada acción no

afecta a un subfactor, la celda que los une estará en blanco, y si lo afecta la casilla se encontrará marcada mediante una “X”. Aun así, la tabla puede ser modificada, de manera que si se considera que una acción afecta a un subfactor determinado y que no ha sido marcado, se puede marcar manualmente la casilla. De manera inversa, si se considera que una acción no afecta a un subfactor y que ha sido marcado por el sistema, también se puede modificar y anular la relación.

11.1.4 Factores ambientales

Esta hoja es muy parecida a la anterior. La diferencia entre ambas es que esta hoja no tiene en cuenta los impactos de las acciones que no se van a realizar, de modo que las columnas de la tabla correspondientes a estas acciones se encuentran anuladas y marcadas de color gris y con un "-" escrito en las celdas. Teniendo en cuenta que las casillas de la hoja anterior son modificadas y ajustando la identificación de efectos al huerto solar que es objetivo de estudio, esta hoja Excel posee un botón "Actualizar" que se muestra en la parte superior de la hoja para que la tabla identifique cuáles son las acciones que se van a llevar a cabo, teniendo en cuenta las modificaciones realizadas. El proceso de actualización termina cuando aparece una ventana emergente con el mensaje "Se han actualizado los valores de la tabla", lo que significa que los cambios realizados han sido considerados. A modo de ejemplo en la Figura 11-3 se muestra una fracción de la tabla realizada en este apartado.

					Actualizar tabla							
SUBSISTEMAS	MEDIOS	FACTORES	SUBFACTORES	NÚMERO	FC1	FC2	FC3	FC4	FC5	FC6	FC7	FC8
		1.1.1. AIRE	Nivel de CO.	1.1.1.1	X		-		-	-		
			Nivel de NOx.	1.1.1.2	X							
			Nivel de SOx.	1.1.1.3								
			Nivel de HC.	1.1.1.4								
			Confort sonoro diurno.	1.1.1.5	X							
			Confort sonoro nocturno.	1.1.1.6								
			Spray marino.	1.1.1.7								
			Calidad perceptible del aire.	1.1.1.8	X							
			Polvo, humos y partículas en suspensión.	1.1.1.9	X			X				
			Olores.	1.1.1.10								
			Otros.	1.1.1.11								
		1.1.2. CLIMA. CONDICIONES CLIMÁTICAS	Régimen térmico.	1.1.2.1								
			Régimen pluviométrico.	1.1.2.2								
			Régimen de vientos.	1.1.2.3								
			Régimen de radiación solar.	1.1.2.4								
			Índices de aptitud climática.	1.1.2.5								
		TIERRA - JELO	Relieve y carácter topográfico.	1.1.3.1	X	X		X			X	
			Recursos minerales.	1.1.3.2								
			Recursos culturales.	1.1.3.3								

Figura 11-3. Ejemplo de la tabla Excel de factores ambientales afectados por cada acción.

11.1.5 Definición de las relaciones

Se trata de la última hoja de la fase de determinación de acciones. Esta hoja muestra a modo de resumen las relaciones establecidas entre las acciones que se vayan a realizar durante las diferentes fases del proyecto y los subfactores ambientales, ajustándose a los cambios realizados en el apartado 10.1.3.

La hoja contiene un botón de “*Muéstrame los subfactores afectados por sus acciones correspondientes*”, lo que genera la tabla teniendo en cuenta las relaciones establecidas en las hojas anteriores. Además, este botón se utiliza también una vez realizada la tabla para actualizarla en caso de que se introduzcan cambios en las hojas anteriores.

En la columna izquierda se muestran los subfactores ambientales que se van a ver afectados por la realización del proyecto, ajustándose a la tabla de la hoja anterior. Por otro lado, a la derecha de cada subfactor ambiental afectado se muestran de forma enumerada las acciones que son responsables de que el factor ambiental se vea afectado junto a su código. En la Figura 11-4 se muestra a modo de resumen una parte de la tabla obtenida.

SUBFACTORES AMBIENTALES		ACCIONES QUE AFECTAN A LOS SUBFACTORES AMBIENTALES	
NÚMERO	SUBFACTORES	CÓDIGO	ACCIONES
1.1.1.1	Nivel de CO.	FC1	Desbroce del terreno: eliminar cualquier elemento que dificulte la implementación o el acceso.
1.1.1.1		FC18	Efectuar el resto de las canalizaciones del cableado de la planta mediante zanjas adecuadas al número y tipo de tubos que deberán albergar.
1.1.1.1		FC23	Cargar y transportar a vertedero las tierras sobrantes.
1.1.1.1		FC28	Ejecutar viales interiores para comunicar las diferentes zonas de implantación de módulos de la planta fotovoltaica y la SET.
1.1.1.2	Nivel de NOx.	FC1	Desbroce del terreno: eliminar cualquier elemento que dificulte la implementación o el acceso.
1.1.1.2		FC18	Efectuar el resto de las canalizaciones del cableado de la planta mediante zanjas adecuadas al número y tipo de tubos que deberán albergar.
1.1.1.2		FC23	Cargar y transportar a vertedero las tierras sobrantes.
1.1.1.2		FC28	Ejecutar viales interiores para comunicar las diferentes zonas de implantación de módulos de la planta fotovoltaica y la SET.
1.1.1.2		FC32	Desbroce de la capa vegetal y retirada a vertedero de la capa superficial del terreno.

Figura 11-4. Ejemplo de la tabla obtenida de las relaciones entre los subfactores ambientales y las acciones realizadas.

De esta manera, se pueden además visualizar de forma general los subfactores que se ven más afectados por la realización del proyecto y cuáles son los subfactores que se ven afectados en menor medida. Es decir, cuanto más larga sea la lista de acciones que repercuten en el subfactor ambiental, mayor será el impacto, mientras cuanto menor sea el número de acciones, menor es el impacto. Esta conclusión no es del todo correcta, ya que se debe realizar una serie de ponderaciones y valorar de forma individual y cualitativa el impacto sobre cada subfactor, pero a modo de resumen de impactos se trata de una tabla que permite obtener las primeras conclusiones.

11.2 Fase de medidas correctoras

Esta fase está dedicada a la elección de las medidas preventivas, correctoras y/o compensatorias que se van a tomar en el proyecto. Asimismo, se define cuáles son los subfactores afectados por las medidas que se decidan implementar. Esta segunda fase está compuesta en total de otras 5 hojas, de diseño muy parecido a las de la fase 1.

11.2.1 Elección de medidas correctoras

Esta primera hoja contiene una gran tabla con una serie de medidas preventivas, correctoras y compensatorias, de la misma manera en la que se muestran en la Figura 11-1 en el caso de las acciones, pero esta vez con las medidas enumeradas. La tabla se compone de un total de 124 medidas o procedimientos, que a su vez se encuentran agrupados según su ámbito de aplicación. Al igual que en la selección de las acciones, se ha escrito un “1” en las medidas que si se van a adoptar y un “0” en las que no se vayan a realizar.

En la Tabla 11-1 se muestra cómo se clasifican estas medidas correctoras.

Por lo tanto, se puede decir que se realizará un gran esfuerzo especialmente en el apartado de gestión de residuos y en el paisaje, ya que son los apartados en los que se han seleccionado más medidas. En cuanto al primero, la generación de residuos no es muy grande en el caso de un

parque fotovoltaico, pero las exigencias legales son altas, de modo que se debe ajustar a diferentes normas y leyes establecidas en este apartado. Además, hay que tener en cuenta que el huerto solar se encuentra ubicado en la intemperie, por lo que el impacto generado por derrames, emisiones y vertidos es directo sobre el medio ambiente. Por otro lado, uno de los mayores inconvenientes de los parques fotovoltaicos es la gran ocupación de terreno que requieren, lo que genera un impacto visual y paisajístico elevado. Es por ello que se realiza un gran hincapié en introducir medidas en este ámbito, ya que además se trata de un factor de gran repercusión a nivel social. Por último, las medidas introducidas para la vegetación y la fauna y los movimientos de tierras han sido más contenidas, ya que se considera que al tratarse de un huerto solar de pequeñas dimensiones el impacto no es muy grande, por lo que no es necesario introducir todas las medidas posibles que se plantean en la hoja Excel.

Tabla 11-1. Clasificación de las medidas correctoras, preventivas y/o compensatorias planteadas en la hoja Excel.

Ámbito de aplicación de la medida		Número de medidas consideradas
Medidas generales		6
Calidad de la atmósfera	Prevención de la contaminación acústica	4
	Protección de la emisión de gases y partículas	8
Protección de la geología, geomorfología y los suelos	Ocupación	4
	Movimientos de tierras	3
	Compactación, erosión y contaminación de los suelos	4
	Restauración	4
Hidrología	Escorrentía superficial	5
	Contaminación de las aguas	8
Vegetación	Destrucción directa	4
	Riesgo de incendio forestal	6
	Daños indirectos	3
Fauna	Protección de los hábitats faunísticos	1
	Molestias producidas sobre las especies de interés	7
Paisaje		10
Patrimonio artístico y cultural		3
Gestión de residuos		10
Otras medidas	Infraestructuras y servicios	1
	Usos y medio socioeconómico	6
	Salud	1

A pesar de haber considerado la adopción de tantas medidas, muchas de ellas son previamente establecidas por la ley, por lo que son procedimientos o prácticas de obligatorio cumplimiento. Por otro lado, otras medidas son exigidas por diferentes entidades, como confederaciones hidrográficas, arqueológicas o ambientales, e incluso los propios ayuntamientos. Por último, varias medidas se asemejan entre ellas, por lo que el cumplimiento de una actividad de corrección cumple en varios casos con más de una medida considerada en la hoja Excel.

A modo de ejemplo, la implantación del vallado perimetral “*evita que los movimientos de tierras afecten a superficies que no se incluyan en las zonas de actuación*” (M27), “*evitará que los daños sobre el medio sean superiores a los estrictamente necesarios*” (M34) y “*supondrá una limitación para la circulación fuera de las áreas permitidas, minimizando la compactación de terrenos adicionales a los necesarios*” (M42).

11.2.2 Medidas seleccionadas

Al igual que la hoja descrita en el apartado 11.1.2 “*acciones seleccionadas*”, se trata de una hoja que en la que se enumeran tan solo las medidas que se van a adoptar junto a su código. Las medidas que aparecen en la hoja de elección de medidas descrita en el apartado anterior pero que no se vayan a realizar no son consideradas en esta hoja.

11.2.3 Relación medidas-factores

Esta hoja se asemeja a la hoja Excel descrita en el apartado 11.1.3 de “*Identificación de efectos*”. Se muestra de la misma manera que en la Figura 11-2, en la columna izquierda los subfactores ambientales, que como se ha descrito anteriormente se agrupan, en primer lugar, en factores, posteriormente en medios y finalmente en subsistemas. Por otro lado, a diferencia de la hoja de identificación de efectos relacionados con las acciones, donde los subfactores son analizados individualmente en relación con las actividades realizadas, en este caso son analizados en función de las medidas correctoras introducidas.

Esta hoja también se encuentra previamente rellenada, considerando las condiciones genéricas de los huertos solares, por lo que existen ciertas características que se ajustan concretamente a las condiciones del huerto solar que es objeto de estudio, pero existen otras relaciones entre las medidas correctoras y los subfactores ambientales que de acuerdo con las condiciones concretas que se dan en el entorno del parque fotovoltaico de Ekian no tienen lugar. Por lo tanto, esta hoja ha sido modificada teniendo en cuenta las características ambientales que se han recogido en el apartado 9 del “*Inventario ambiental*”, las cuales describen el entorno del parque fotovoltaico en detalle.

Al igual que en el caso anterior la tabla ha sido rellenada mediante una “X” cuando existe relación entre la medida correctora y el subfactor ambiental, mientras que en caso de considerar que no existe relación entre ellos la casilla ha sido marcada en blanco.

11.2.4 Factores ambientales de las medidas

Esta hoja es muy parecida a la anterior y también a la del apartado 11.1.4. La diferencia entre esta hoja y la anterior es que esta hoja no tiene en cuenta los impactos de las acciones que no se van a realizar, de modo que las columnas de la tabla correspondientes a estas acciones se encuentran anuladas, marcadas de color gris y con un “-” escrito en las celdas, mientras que respecto a la tabla de la Figura 11-3, en vez de las acciones a realizar se consideran las medidas correctoras introducidas.

Teniendo en cuenta que las casillas de la hoja anterior son modificadas, ajustando la identificación de efectos al huerto solar que es objetivo de estudio, esta hoja Excel posee un botón “*Actualizar*” que se muestra en la parte superior de la hoja para que la tabla identifique

cuáles son las medidas correctoras que se van a introducir, teniendo en cuenta las modificaciones realizadas. El proceso de actualización termina cuando aparece una ventana emergente con el mensaje "*Se han actualizado los valores de la tabla*", lo que significa que los cambios realizados han sido considerados.

11.2.5 Definición de las relaciones de las medidas

Se trata de la última hoja de la fase de determinación de medidas correctoras. Esta hoja muestra a modo de resumen las relaciones establecidas entre las medidas que se vayan a adoptar durante las diferentes fases del proyecto y los subfactores ambientales, ajustándose a los cambios realizados en la tabla descrita en el apartado 11.2.3.

La hoja contiene un botón de "*Muéstrame los subfactores afectados por sus acciones correspondientes*", lo que genera la tabla teniendo en cuenta las relaciones establecidas en las hojas anteriores. Además, este botón se utiliza también una vez realizada la tabla para actualizarla en caso de que se introduzcan cambios en las hojas anteriores.

En la columna izquierda se muestran los subfactores ambientales que se van a ver involucrados por la introducción de las medidas correctoras, ajustándose a la tabla de la hoja anterior. Por otro lado, a la derecha de cada subfactor ambiental afectado se muestran de forma enumerada las medidas que son responsables de que el factor ambiental se vea afectado. De esta manera se obtiene una tabla similar a la que se muestra en la Figura 11-4 pero considerando las medidas correctoras en vez de las acciones.

Mediante esta tabla se pueden visualizar, además, de forma general los subfactores que se ven más afectados por la introducción de medidas, y por otro lado cuales son los subfactores que se ven afectados en menor medida. Es decir, cuanto más larga sea la lista de acciones que repercuten en el subfactor ambiental, el impacto que tiene la realización del proyecto sobre dicho subfactor ambiental será menor, mientras cuanto menor sea el número de medidas, el impacto será mayor. Esta conclusión no es del todo correcta, ya que se debe realizar una serie de ponderaciones y valorar de forma individual y cualitativa la afección sobre cada subfactor, ya que la introducción de menos medidas sobre un subfactor no significa estrictamente que vaya a verse afectado en menor medida que el resto de subfactores, pero a modo de resumen de impactos se trata de una tabla que permite obtener las primeras conclusiones.

11.3 Resumen

Se trata de la tercera y última fase que compone el archivo Excel. Esta última fase está formada solamente por una única hoja, la hoja nº11, que recoge todos los datos y cambios introducidos en las tablas anteriores en una única tabla. En ella se define el número de acciones seleccionadas y el número de medidas tomadas que afectan a cada subfactor ambiental. Es decir, esta hoja está formada por una tabla de tres columnas, donde se relacionan los subfactores ambientales, por un lado, con el número de acciones que afectan al subfactor, y por otro lado en otra columna, el número de medidas correctoras que afectan al subfactor. Gracias a ello, se pueden identificar, de forma numérica y como se ha descrito anteriormente, cuáles son los subfactores afectados por una gran cantidad de acciones, así como el número de medidas que se han seleccionado para reducir la severidad de dichas acciones. Una fracción de la tabla obtenida se muestra en la Figura 11-5 a modo de ejemplo.

SUBFACTORES AMBIENTALES			NÚMERO DE ACCIONES QUE AFECTAN AL SUBFACTOR	NÚMERO DE MEDIDAS QUE AFECTAN AL SUBFACTOR
FACTORES	NÚMERO	SUBFACTORES		
1.1.1. AIRE	1.1.1.1	Nivel de CO.	14	2
	1.1.1.2	Nivel de NOx.	16	2
	1.1.1.3	Nivel de SOx.	3	2
	1.1.1.4	Nivel de HC.	1	2
	1.1.1.5	Confort sonoro diurno.	27	7
	1.1.1.6	Confort sonoro nocturno.	3	7
	1.1.1.7	Spray marino.	0	0
	1.1.1.8	Calidad perceptible del aire.	14	10
	1.1.1.9	Polvo, humos y partículas en suspensión.	29	10
	1.1.1.10	Olores.	3	2
	1.1.1.11	Otros.	1	0
1.1.2. CLIMA. CONDICIONES CLIMÁTICAS	1.1.2.1	Régimen térmico.	0	0
	1.1.2.2	Régimen pluviométrico.	2	0
	1.1.2.3	Régimen de vientos.	0	0
	1.1.2.4	Régimen de radiación solar.	0	0
	1.1.2.5	Índices de aptitud climática.	1	2
1.1.3. TIERRA - SUELO	1.1.3.1	Relieve y carácter topográfico.	22	15
	1.1.3.2	Recursos minerales.	8	8
	1.1.3.3	Recursos culturales.	1	4
	1.1.3.4	Contaminación del suelo y subsuelo.	24	26
	1.1.3.5	Capacidad agrológica del suelo.	19	19

Figura 11-5. Fracción de la tabla resumen obtenida que relaciona las acciones completadas y las medidas correctoras introducidas con los subfactores ambientales.

Para hacerlo más visual, si el número de acciones que afectan a un subfactor se incrementa, el color de la celda muestra una tendencia a adoptar un color rojo, mientras que muestra una tendencia a tomar un color más verde si el número de acciones es reducido. Por el contrario, si el número de medidas que afectan a un subfactor se incrementa, la celda tiende a coger un color verde más intenso, ya que se considera que el impacto que tienen las medidas correctoras sobre todos los subfactores ambientales es positivo.

De modo que esta tabla es resultado de todas las tablas completadas anteriormente, si se realiza algún cambio en las hojas anteriores, se deberá hacer clic en el botón "Actualizar la tabla" para que la tabla vuelva a contar el número de acciones y medidas según los cambios introducidos. Al finalizar el proceso de conteo, aparece una ventana emergente con el mensaje "Se ha actualizado la HOJA RESUMEN".

12. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El estudio realizado tiene como objetivo el análisis de la herramienta Excel que se ha utilizado para el análisis y Evaluación de Impacto Ambiental del parque solar fotovoltaico ya existente de Ekian. De esta manera, el presente trabajo permite, por un lado, obtener conclusiones sobre la viabilidad ambiental del parque solar basándose en la herramienta, y por otro lado evaluar el propio funcionamiento de la herramienta. De esta manera, este apartado se divide en dos subapartados diferenciados, donde en primer lugar se analizará y evaluará la utilización de la herramienta, analizando el funcionamiento y las fases que la constituyen una a una, y por otro lado se analizarán las conclusiones obtenidas sobre el impacto ambiental del proyecto.

12.1 Análisis de la herramienta

Como se ha ido describiendo a lo largo del apartado anterior, donde se ha ido siguiendo paso a paso el procedimiento fijado por la herramienta, esta está compuesta por 3 fases en total. En primer lugar, el archivo comienza con una hoja de instrucciones de uso que explica el funcionamiento de cada una de las hojas. Las descripciones de las pestañas y tablas presentes en cada hoja y las instrucciones de funcionamiento resultan fácilmente comprensibles e intuitivas, y gracias a un muy correcto uso de colores, como por ejemplo el uso de estos para diferenciar las fases, las acciones que se vayan a realizar o para diferenciar los factores de las acciones y medidas correctoras en las tablas, permite que trabajar con el programa resulte mucho más sencillo. En definitiva, el uso de colores y unas instrucciones y descripciones detalladas hacen que el uso del programa sea mucho más simple e intuitivo.

En segundo lugar, se ha realizado la definición de las acciones (hoja “*Selección de acciones*”). De nuevo este apartado resulta fácilmente comprensible e intuitivo mediante el uso de colores, en este caso utilizando el color verde para definir las acciones que sí se vayan a realizar y el color rojo para aquellas acciones que no se vayan a realizar, tal y como se ha mostrado anteriormente en la Figura 11-1. Por otro lado, los macros que contiene la hoja permiten visualizar las acciones de diferentes maneras una vez toda la tabla haya sido rellenada, es decir, una vez se haya definido del todo qué acciones se van a realizar y cuáles no. En este caso al lado de la tabla se encuentran los botones para clicar de “*Mostrar todas las acciones*”, “*Mostrar únicamente las acciones seleccionadas*”, “*Mostrar las acciones descartas*” y “*Mostrar las acciones a las que no se ha asignado ningún valor*”, lo que permite visualizar de una manera más simplificada la larga lista de posibles acciones a realizar, para así identificar también errores a la hora de rellenar la tabla.

Por su parte, las acciones se encuentran agrupadas en diferentes grupos dependiendo, en primer lugar, de la fase del proyecto, y en el caso concreto de las acciones de la fase de construcción también se realiza una agrupación de acciones. Todas las acciones que se definían para la elaboración del proyecto se encuentran presentes en la lista de acciones propuestas en la hoja, por lo que se determina que las acciones que se proponen en la hoja se adecúan y describen muy bien los pasos que se deben dar para la elaboración de un parque solar. Se ha encontrado, aún así, una propuesta de acciones un tanto desproporcionada. Es verdad que la fase de construcción, desde el punto de vista ambiental y en el caso concreto de un parque solar fotovoltaico, resulta la fase más compleja y sensible, por lo que la búsqueda de la exactitud y precisión es más importante que en el resto de las fases, pero el hecho de que se propongan 76 acciones para la fase de construcción del proyecto mientras que para la fase de explotación tan

solo se definan 23 y 14 para el proceso de desmantelamiento resulta un tanto desproporcionado y alarga el procedimiento de evaluación de las posteriores hojas. Como se ha comentado en el apartado anterior, tan sólo una acción definida en el apartado 8.7 ha resultado ser compatible con más de una acción que se define en la tabla de la hoja Excel. Dicho de otra manera, resulta posible agrupar varias acciones de la tabla bajo una única acción que englobe el impacto ambiental de todas ellas. Esto supone que el procedimiento de identificación de efectos y la identificación de la relación entre los factores ambientales y las acciones resulten más sencillos y visuales, mediante tablas más resumidas, lo que también facilita la obtención de conclusiones más claras. Asimismo, permite reducir la descompensación que existe entre las acciones propuestas para la fase de construcción y el resto de las fases. A modo de ejemplo, en el apartado de adecuación del terreno se propone “*Retirar la cubierta vegetal y reservarla para labores posteriores de recuperación y restauración*”, mientras que a su vez en el apartado de viales interiores se propone la acción de “*Retirar y acopiar en obra la tierra vegetal retirada de forma previa para la construcción y adecuación de viales, para su posterior utilización en la restauración del terreno, así como en la adopción de medidas compensatorias y correctoras del impacto de la instalación*” y “*Desbroce de la capa vegetal y retirada a vertedero de la capa superficial del terreno*” en el apartado de la subestación eléctrica transformadora. A pesar de no tratarse exactamente de acciones idénticas, sí que se trata de tres acciones que se pueden agrupar en tan sólo una. Por otro lado, se comenta la construcción de cunetas hormigonadas tanto en el apartado de drenajes como en el apartado de viales interiores. Por último, el apartado de construcción de zanjas está compuesto por 9 acciones, es decir, se trata de una actividad que en la tabla se encuentra muy detallada en comparación por ejemplo con la fase de desmantelamiento, el cual tiene tan solo 14 acciones en total, por lo que resulta un tanto desproporcionado. Por su parte, en las fases de explotación y desmantelamiento se ha visto que la precisión de las acciones es menor, donde faltan acciones como la limpieza de paneles con agua o el riego de los viales para evitar la propagación del polvo al entorno en la fase de explotación, la descompactación de las tierras y la recuperación de la cobertura vegetal y tierras retiradas durante la fase de construcción.

La siguiente hoja (“*Acciones seleccionadas*”) tan solo resume las acciones seleccionadas junto a su código en una tabla. Se trata de una hoja prescindible que tan solo muestra las acciones que se han escogido en la hoja anterior. Teniendo en cuenta que la hoja anterior ya posee el botón de “*Mostrar únicamente las acciones seleccionadas*”, se plantean las siguientes posibilidades: O bien eliminar esta hoja, que tan solo muestra lo mismo que la hoja anterior pero clicando el botón citado, o bien generar esta tabla en la hoja anterior paralelamente a la hoja de selección de acciones. De esta manera se consigue prescindir de una hoja que en realidad no cumple ninguna función adicional, sino que tan solo hace que el archivo Excel resulte más largo.

En cuanto a la hoja de “*Identificación de efectos*”, se muestra una tabla muy intuitiva que relaciona los subfactores con todas las acciones, las que han sido seleccionadas y las que no. Esta tabla se encuentra previamente rellena teniendo en cuenta las características propias de los parques fotovoltaicos en general. La clasificación de los subfactores junto a su número de identificación en factores, medios y subsistemas sucesivamente resulta muy visual y fácilmente comprensible. Por su parte, la definición de las acciones mediante sus correspondientes códigos y el uso de colores también ayudan en la comprensión. En esta tabla se ha visto la necesidad de introducir varios cambios, ya que la tabla se encontraba previamente rellena pero las condiciones definidas no se ajustaban en varios aspectos al parque que es objeto de estudio en

concreto. Se han eliminado los efectos sobre el uso productivo ganadero y forestal de todas las acciones marcadas, ya que las tierras se utilizan exclusivamente para el cultivo. Por otro lado, la alteración sobre el planeamiento vigente de la trama urbana es prácticamente nula, ya que la construcción del parque entra dentro del plan de ampliación del complejo industrial de Arasur. Asimismo, dentro del recinto y en las inmediaciones la presencia de lugares o monumentos artísticos e históricos y bienes culturales es prácticamente nula, pero sí que existen yacimientos arqueológicos de interés dentro del propio recinto, por lo que en este apartado también se han introducido cambios. Por defecto los subfactores del factor marino y costero se muestran descartados, ya que los parques fotovoltaicos por lo general no generan ningún tipo de impacto en este medio. En este caso, al tratarse de una ubicación interior, no se ha considerado la generación de ningún tipo de impacto por parte de ninguna acción sobre el medio marino y costero. Por último, se ha hecho gran hincapié sobre la calidad del aire y la visibilidad, ya que al tratarse de una zona seca debido a su clima, los movimientos de la maquinaria y la realización de diferentes actividades, especialmente durante la fase de construcción, generan una nube de polvo que resulta perjudicial para la calidad perceptible del aire y la salud humana. En definitiva, los cambios introducidos se han enfocado especialmente en estos campos.

De esta manera se concluye que dependiendo de las condiciones que conforman el entorno del parque, como las condiciones climatológicas, la presencia de aguas marinas cercanas, la presencia de zonas de pasto, cultivos y bosques, la tabla de identificación de efectos debe ser modificada, para precisamente ajustarse a estas condiciones. Si a esto se le suma lo comentado anteriormente, que existe una gran cantidad de acciones que en realidad se podrían reducir sin perder precisión, el proceso de revisión de la tabla resulta complejo y costoso, ya que supone revisar el efecto de cada una de las acciones sobre cada subfactor uno a uno. Con el fin de agilizar el proceso de llenado y modificación de la tabla se propone realizar un cuestionario previo donde se concreten las condiciones básicas del entorno como por ejemplo las que se han comentado anteriormente. De esta manera, dependiendo de la respuesta a cada una de las preguntas planteadas, la hoja se rellenaría automáticamente dependiendo de las respuestas. A modo de ejemplo, si la presencia de zonas de pasto y bosques es nula en el entorno del parque, todas las casillas correspondientes se encontrarían vacías y ninguna acción tendría ningún efecto sobre estos subfactores, sin tener que realizar el cambio en las casillas marcadas una a una.

La siguiente hoja de “*Factores ambientales*” muestra la selección de impactos del proyecto teniendo en cuenta las acciones realizadas. Se trata de una tabla idéntica a la anterior pero donde las columnas de las acciones que no se van a realizar se encuentran marcadas de otro color, lo cual resulta de gran ayuda para la comprensión. Por su parte, en el margen superior se muestra un botón de “*Actualizar tabla*”, que es muy útil para confirmar que se realizan los debidos ajustes en la tabla en caso de que se introduzcan variaciones en hojas anteriores.

Para finalizar con la fase de definición de las acciones, la hoja de “*Definición de las relaciones*” muestra en una tabla todas las relaciones que ha considerado el programa entre los subfactores ambientales y las acciones. La hoja contiene un botón de “*Unir las celdas que contengan el mismo valor*”, lo cual resulta muy funcional y facilita la comprensión de la tabla, ya que agrupa todas las acciones que tienen efecto sobre un mismo subfactor bajo un único título en la forma de la que se muestra en la Figura 11-4. De nuevo la tabla resulta ser muy extensa para la comprensión, debido al gran número de acciones, que como se ha comentado, se debería realizar un esfuerzo por resumirlo.

De esta manera se ha finalizado la primera fase de la hoja, la fase de definición de las acciones, y se ha dado lugar a la fase de definición de las medidas correctoras. El procedimiento y funcionamiento de las hojas es muy similar a la fase anterior, por lo que los inconvenientes y problemas que se han tenido a lo largo del archivo son también similares.

Al igual que con las acciones, la selección de las medidas se realiza mediante una tabla en la que se agrupan una serie de medidas, que de nuevo permite visualizar todas ellas, todas las seleccionadas o todas las que no se han seleccionado junto a un uso de colores que facilita la comprensión, marcando de color verde las acciones que se vayan a realizar y de rojo las que no. De nuevo se ha topado con el mismo problema, y es que la lista de medidas es excesivamente extensa, tanto en cantidad, 124 en total, como en la manera en la que se redactan. Algunas de las medidas son prácticas obligatorias legisladas por ley, por lo que en algún caso se ha visto que no es necesario introducirlas en la hoja, ya que se da por hecho que son prácticas obligatorias. Por otro lado, existen otras medidas que, a pesar de ser necesarias, resultan ser parte del diseño de la planta, es decir, que aunque sí permiten atenuar el impacto ambiental global, son medidas y procedimientos que se adoptan habitualmente en este tipo de proyectos, como el máximo aprovechamiento del terreno, búsqueda de materiales no peligrosos, mayor rendimiento generación eléctrica/superficie ocupada... Con esto no se quiere decir que ciertas medidas que se proponen no sirvan, sino que existe una serie de medidas que se da por hecho que se adoptan bien por el diseño de la planta, bien por cumplimiento de la ley, o bien porque los procedimientos actuales ya exigen este tipo de medidas. La finalidad de esto es de nuevo reducir la propuesta de medidas correctoras que resulta demasiado extensa. Asimismo, la redacción de ciertas medidas resulta un tanto extensa y confusa, y en algún caso demasiado precisa.

Al igual que con la tabla que resume las acciones seleccionadas, existe la hoja de “*Medidas seleccionadas*”, que resulta una hoja prescindible, ya que la hoja anterior ofrece la posibilidad de visualizar tan solo las medidas seleccionadas.

La propuesta de la realización de preguntas resultaría útil también para el caso de la tabla que define la “*Relación medidas-factores*”. En esta se muestran las medidas correctoras en columnas y los subfactores ambientales en filas. De nuevo se ha debido analizar la tabla de columna en columna, ya que la tabla se encuentra previamente rellena, por lo que la realización de la encuesta de preguntas básicas que se ha propuesto para la tabla de las acciones resultaría útil también para esta.

De nuevo la penúltima tabla de esta fase muestra la selección de la relación entre subfactores ambientales y medidas correctoras para el proyecto estudiado, y finalmente se muestran en una tabla como la de la Figura 11-4 pero para las medidas correctoras de manera resumida. El problema de esta tabla es el mismo que el anterior, y es que la definición de tantas medidas correctoras da lugar una tabla demasiado extensa, en este caso en concreto de 811 filas en total.

La última fase consiste tan solo en una hoja, la “*Hoja resumen*”. En lo global se trata de una hoja muy intuitiva, que gracias al empleo de una escala de colores que va desde los tonos más rojizos para señalar un impacto mayor hacia tonos más verdes que señalan un menor impacto se facilita en gran medida la comprensión.

En primer lugar, en la columna izquierda se muestran los subfactores ambientales junto a su código que se ha empleado a lo largo de todas las hojas. Al lado de estas se muestra la columna de “*Número de acciones que afectan al subfactor*”, donde se suma el número de acciones que generan un impacto en el propio subfactor, teniendo en cuenta las tablas rellenas. Además, los números son representados mediante una escala de colores que varía desde el rojo al verde. Los colores más rojizos se utilizan en los casos en los que un mayor número de acciones afecta al subfactor, mientras que el color verde es utilizado cuando el número de acciones que afectan al subfactor es menor. De esta manera, la representación de los resultados resulta muy intuitivo y fácilmente comprensible, de modo que una vez terminado todo el procedimiento resulta muy fácil obtener conclusiones. El empleo de colores resulta aun así confuso en los casos en los que el impacto sea positivo, ya que por ejemplo la generación de empleo es sin duda un factor positivo, por lo que cuantas más acciones afecten sobre ella mejor, pero en este caso resulta ser lo contrario. Dicho de otra manera, los colores tratan todos los impactos como si fuesen negativos, pero en realidad también existen impactos positivos, lo que puede dar lugar a confusiones en ciertos subfactores.

La segunda columna hace referencia al “*Número de medidas que afectan al subfactor*”. En este caso la escala de colores es siempre de color verde, ya que se estima que toda medida genera un impacto positivo sobre el subfactor ambiental. Por lo tanto, se emplean tonos más oscuros de color verde para los casos en los que un mayor número de medidas afectan al subfactor y tonos de color verde más claros para los subfactores a los que afecta un menor número de medidas. Asimismo, el hecho de tener ambas columnas una al lado de la otra permite ver qué subfactores son los más críticos al ser los más afectados por el proyecto y si la elección de medidas es correcta para atenuar el impacto sobre dichos subfactores. De esta manera, en caso de visualizar que se han adoptado medidas sobre subfactores que en realidad no sufren un gran impacto, se pueden realizar cambios en la planificación y realizar un replanteamiento de presupuestos para centrarse en aquellos subfactores que sí sufren un gran impacto.

En definitiva, la herramienta resulta ser muy intuitiva y fácil de usar. Las instrucciones de uso son muy comprensibles y descriptivas, que junto al uso de colores y tablas ordenadas resultan en una herramienta muy interesante. Otra de las funciones destacables es el uso de botones, que permite introducir cambios en cualquier momento en las hojas y poder actualizarlos al momento y también visualizar las tablas de diferentes maneras. Como contrapartida, se ha visto que tanto en el caso de las acciones como en el caso de las medidas correctoras, la propuesta es demasiado extensa, además de que la de acciones está desequilibrada entre las diferentes fases del proyecto. Esto ocurre no por el hecho de que no exista la necesidad de realizar las acciones que se proponen o porque la propuesta sea errónea, sino porque existen acciones que se pueden agrupar, resumir y redactar de manera más sencilla, ya que se ha visto que en las hojas posteriores el proceso de análisis se alarga mucho, siendo posible realizarlo de manera más breve. Por otro lado, se propone eliminar las hojas de “*Acciones seleccionadas*” y “*Medidas seleccionadas*”, ya que contribuiría también a recortar el archivo, además teniendo en cuenta que ya existe la opción de visualizar las acciones seleccionadas en la propia hoja de “*Selección de acciones*” mediante el botón “*Mostrar únicamente las acciones seleccionadas*” y en la hoja de “*Medidas seleccionadas*” mediante el botón “*Mostrar únicamente las medidas seleccionadas*”. Finalmente se ha conseguido una tabla de resultados en los que se resumen de manera breve, directa y sencilla los resultados obtenidos, que junto al uso de colores resulta muy intuitivo. Cabe destacar que como resultado final se obtiene el número de acciones y el número de medidas que afectan a cada uno de los factores ambientales, pero en realidad la manera en la

que cada una de ellas afecta al subfactor no es la misma. Es decir, puede resultar que un determinado subfactor se vea afectado por varias acciones mientras que otro subfactor, a pesar de resultar afectado por una menor cantidad de acciones, resulte determinante a la hora de determinar las medidas, procedimientos o incluso el diseño de la planta. Por lo tanto, la herramienta resulta muy útil y muy intuitiva como primer método de identificación de subfactores mayormente afectados y especialmente descartar aquellos afectados en menor medida, pero se requiere un análisis más profundo que se base en la ponderación de los subfactores, por ejemplo mediante el reparto de las unidades de importancia (UIP) y la realización de una valoración cuantitativa y cualitativa. Además, no se tienen en cuenta los impactos positivos como se ha comentado anteriormente.

12.2 Valoración del impacto ambiental mediante los resultados obtenidos

Gracias a las características que identifican a la ubicación escogida, esta se postula como una de las ubicaciones más idóneas del territorio de la CAPV para la construcción de un parque fotovoltaico, al tratarse de un complejo industrial bien comunicado mediante carretera y línea ferroviaria, con una población bastante reducida alrededor y una irradiación solar de las más altas que se pueden encontrar en el territorio para una mayor generación eléctrica.

Considerando la tabla obtenida en la hoja de resultados como la que se muestra a modo de ejemplo en la Figura 11-5, se han seleccionado aquellos 10 subfactores a los que se determina que afectan una mayor cantidad de acciones y se han clasificado en la Tabla 12-1 que se muestra a continuación. En ella se muestran los subfactores que se ven afectados en mayor medida junto al número de medidas que se introducen para atenuar el impacto sobre estas. Por último, se ha introducido una tercera columna que muestra la resta entre las acciones y medidas que afectan al subfactor.

Tabla 12-1. Clasificación de los subfactores mayormente afectados por las acciones y el número de medidas adoptadas para atenuar el impacto.

Subfactor	Nº de acciones que lo afectan	Nº de medidas que atenúan el impacto	Resultado final
Especies y poblaciones en general	39	15	24
Compactación y asiento	37	14	23
Incidencia visual	35	25	10
Polvo, humos y partículas en suspensión	29	10	19
Aceptabilidad social	29	51	-22
Confort sonoro diurno	27	7	20
Drenaje superficial	27	13	14
Contaminación del suelo	24	26	-2
Relieve y topografía	22	15	7
Capacidad agrológica	19	19	0

Las especies y poblaciones son, según los resultados obtenidos, los que mayor impacto sufren por la realización del proyecto. Es verdad que la ubicación escogida no se encuentra dentro de la Red Natura 2000, pero la cercanía a los ríos Bayas y Zadorra y la presencia de especies características de la zona gracias a los quejigales hace que el impacto sobre este tipo de poblaciones sea considerable. A pesar de haber realizado un esfuerzo adoptando medidas para

la atenuación del impacto, puede que las medidas consideradas no resulten suficientes según los resultados obtenidos. Como se ha comentado en el apartado anterior, los resultados que se obtienen mediante esta hoja tan sólo se dan en el número de acciones y medidas, por lo que se debería realizar una ponderación y valoración más exhaustiva para determinar si las medidas adoptadas son suficientes o no.

En segundo lugar, existe una compactación de la tierra a causa de los movimientos de maquinaria y la presencia de equipamiento de gran peso sobre la superficie durante largos periodos de tiempo, lo que conduce a un deterioro y pérdida de cualidades de la superficie. Esto también genera una pérdida de capacidad de drenaje del suelo, pérdida de capacidad agrológica, que puede resultar perjudicial a la larga para las labores de cultivo que se lleven a cabo en la propia parcela una vez la central haya sido desmantelada, y por último, en caso de derrames y fugas se puede contaminar el propio suelo. En este apartado se ha introducido una serie de medidas que resulta ser efectiva, centrándose en un estudio exhaustivo de la topografía para evitar zonas inundadas, aprovechar los recursos disponibles de tierras y vegetación, disminuir la compactación del suelo al máximo e impulsar la presencia de puntos de recogida de residuos además de establecer un plan de seguimiento del estado de la maquinaria.

Al tratarse de una zona donde las lluvias se limitan a las épocas invernales la generación de nubes de polvo y partículas en suspensión es habitual, por lo que se han introducido medidas de regadío para evitar esto, ya que resulta nocivo para la salud humana y también peligroso para la seguridad vial, teniendo en cuenta la presencia de varias carreteras en las inmediaciones. Esto, sumado al confort sonoro y la pérdida paisajística a causa de la ocupación de grandes extensiones, puede resultar clave a la hora de que la población se decante a favor o en contra de la realización del proyecto, ya que se trata de subfactores que repercuten directamente en el estilo de vida de los habitantes. Por lo tanto, se ha realizado un esfuerzo considerando medidas aplicables sobre estos apartados, que tienen como base asegurar la calidad de vida de los ciudadanos. Muestra de ellos es que la aceptabilidad social del proyecto es con diferencia el subfactor sobre el que afectan el mayor número de medidas introducidas, 51 en total.

En definitiva, desde el análisis de los resultados se concluye que las medidas correctoras introducidas son en la mayoría de los casos más que suficientes para atenuar el impacto que tienen las acciones que requiere el proyecto sobre el entorno. En caso de introducir más medidas, estas deberían estar destinadas a corregir el impacto sobre los subfactores que se muestran en la Tabla 12-1. Algunas propuestas para la reducción del impacto sobre la fauna y la flora son el jalonamiento para proteger los hábitats de fauna, la apertura del vallado de manera estratégica para facilitar el paso de animales o la creación de pasillos para dicho fin (Figura 12-1) y la elaboración de un calendario de realización de labores de mantenimiento y labores que exigen la presencia de empleados en planta que tenga en cuenta el periodo reproductor de las especies características de la zona.

Dos de los subfactores que llaman la atención es que tanto la generación de empleo como el impulso de la actividad económica que generan este tipo de proyectos en las inmediaciones de la central no son muy grandes. Al analizar los resultados se concluye que el número de acciones y medidas que influyen sobre estos dos subfactores es bajo, pero en realidad su importancia es grande. Esto es debido a que los ciudadanos son quienes padecen las consecuencias de la realización de semejante proyecto cerca de sus hogares, mediante la expropiación del terreno, presencia de maquinaria o generación de ruido, pero en cambio los ciudadanos ven que el

proyecto no sirve para generar empleo e impulsar la actividad económica de la zona. La razón de ello es que un parque solar fotovoltaico no exige tanta mano de obra, mantenimiento o labores de operación como, por ejemplo, una central de ciclo combinado, ya que el trabajo in situ tan solo se reduce al proceso de obra civil y montaje y ciertas labores de mantenimiento y operación. Esto puede conducir a un rechazo del proyecto por parte de la sociedad, lo que supone que es imprescindible basarse en la economía local y nacional como primera opción para impulsar el proyecto e involucrar así a los habitantes locales en él.



Figura 12-1. Ejemplos de pasos para animales como propuesta de medidas correctoras.

En último lugar, cabe destacar lo que se ha comentado anteriormente, y es que la herramienta resulta muy eficaz, intuitiva y fácil de usar, pero su uso se reduce a obtener unos resultados que permiten obtener tan solo una imagen global del impacto que genera la realización del proyecto en el entorno. Esto es debido a que la importancia de las acciones y las medidas correctoras introducidas no es ponderada, por lo que se supone que la realización de cualquier acción o la introducción de cualquier medida tiene un mismo peso en la influencia que tienen en el medio. Esto tampoco significa que los resultados obtenidos sean erróneos, sino más bien que los resultados deben ser analizados de una forma general y global, sin fijarse en los valores concretos que se obtengan. De esta manera, los resultados obtenidos con esta herramienta deberían ser complementados mediante una valoración cualitativa y cuantitativa posterior que compare el impacto de las acciones de manera ponderada.

13. BIBLIOGRAFÍA

- [1] *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima*. MITECO. Recuperado el 12 de junio de 2023, de <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/pniec.aspx>
- [2] *Red Eléctrica de España*. (2022). REE. Recuperado 12 de junio de 2023, de <https://www.ree.es/es/datos/generacion/estructura-renovables>
- [3] *Zonificación ambiental para energías renovables: Eólica y Fotovoltaica*. MITECO. Recuperado el 12 de junio de 2023, de https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/evaluacion-ambiental/zonificacion_ambiental_energias_renovables.aspx
- [4] Smil, V. (2021). *Los números no mienten, 71 historias para entender el mundo*. Debate.
- [5] Ritchie, H. y Roser, M. (2022). *Energy Production and Consumption*. Our World in Data.
- [6] *Electricity information: Overview*. (2022) IEA.
- [7] Urban, N. y Muñoz, C. (2014). *Combustibles fósiles ¿Cuánto Queda?* Breves de Energía. Recuperado el 5 de junio de 2023, de <https://www.brevesdeenergia.com/blog/posts/combustibles-fosiles-cuanto-queda/>
- [8] Turiel, A. (2020). *Petrocalipsis*. Alfabeto. cap.1.
- [9] *Primary energy consumption worldwide from 2010 to 2021, by region*. (2022). BP.
- [10] *Oil 2021. Analysis and forecast to 2026*. (2021). IEA.
- [11] *Future of Solar Photovoltaic: Deployment, investment, technology, grid integration and socio-economic aspects*. (2021). IRENA.
- [12] *Average installed cost for solar photovoltaics worldwide from 2010 to 2021*. (2022). IRENA.
- [13] Bojek, P. (2022). *Solar PV*. IEA.
- [14] Tawalbeh, M., Al-Othman, A., Kafiah, F., Abdelsalam, E., Almomani, F. y Alkasrawi, M. (2021). *Environmental impacts of solar photovoltaic systems: A critical review of recent progress and future Outlook*. Science of the Total Environment.
- [15] *Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental*. (2013). BOE. Jefatura del Estado. Núm. 296.
- [16] *Red Natura 2000*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Vicepresidencia Tercera del Gobierno. Recuperado el 8 de junio de 2023, de <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-prottegidos/red-natura-2000/>

- [17] *Sobre Ekiola*. Ekiola kooperatibak. Recuperado el 9 de junio de 2023, de <https://ekiola.eus/es/proyectos/>
- [18] Encinas, V. y Seguro, M. (2020). *Parque Fotovoltaico Ekienea, en Lacorzana, Armiñón*. Ekienea.
- [19] *Qué es Ekian*. Ekian. Recuperado el 9 de junio de 2023, de <https://ekian.eus/es/que-es-ekian/>
- [20] *Ley 9/2018, de 5 de diciembre*. (2018). BOE.
- [21] *El Plan Territorial Sectorial de Energías Renovables de Euskadi cuenta con su aprobación inicial*. (2023). Euskadi. Recuperado el 12 de junio de 2023, de <https://www.euskadi.eus/gobierno-vasco/-/noticia/2023/el-plan-territorial-sectorial-energias-renovables-euskadi-cuenta-su-aprobacion-inicial/>
- [22] *Ley 10/2021, de 9 de diciembre, de Administración Ambiental de Euskadi*. (2021). BOPV.
- [23] *Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas*. (2015). BOE.
- [24] *Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental de proyectos de plantas solares fotovoltaicas y sus infraestructuras de evacuación*. (2022). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Secretaría del Medio Ambiente.
- [25] Jaurilaritza. *Visor de geoEuskadi*. Basque Administration Web Portal. Recuperado 19 de junio de 2023, de <https://www.geo.euskadi.eus/geobisorea/>
- [26] CIEMAT. *Acceso a los mapas*. Adrase. Recuperado el 19 de junio de 2023, de <http://www.adrase.com/nosotros.html>
- [27] *Global Wind Atlas*. Global Solar Atlas | Energydata.info. Recuperado el 19 de junio de 2023, de <https://globalwindatlas.info/es>
- [28] *Visor Sigpac*. Fondo Español de Garantía Agraria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Recuperado el 20 de junio de 2023, de <https://sigpac.mapa.es/fega/visor/>
- [29] *Monthly irradiation data*. Photovoltaic geographical information system. European Commission. Recuperado el 20 de junio de 2023, de https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/
- [30] *KyDymond High Efficiency Poly Module*. Canadian Solar.
- [31] *Ficha técnica, soporte inclinado con poste 18H*. Sunfer.
- [32] Sopena, A. (2019). *Diseño Instalación solar Fotovoltaica de 10 MWp en Cuerva, Toledo*. Departamento de Ingeniería Eléctrica. EHU/UPV.

- [33] *Inversor central 1500 V IFX6*. Jema, Irizar Group. Recuperado el 4 de julio de 2023, de <https://www.jemaenergy.com/es/inversores-centrales-1500-v/>
- [34] *Cables para instalaciones de energía solar fotovoltaica*. General Cable. Prysmian Group.
- [35] *Red de la calidad del aire*. (2022). Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio. Junta de Castilla y León.
- [36] *Climatología en el País Vasco*. Euskadi.eus. Recuperado el 16 de julio de 2023, de https://www.euskadi.eus/gobierno-vasco/contenidos/informacion/cla_clasificacion/es_7264/es_cliclasificacion.html
- [37] *Clima Miranda de Ebro*. Climate-data.org. Recuperado el 16 de julio de 2023, de <https://es.climate-data.org/europe/espana/castilla-y-leon/miranda-de-ebro-28522/>
- [38] *Mapas de parámetros meteorológicos, climatología de 2020*. (2020). Euskalmet. Recuperado el 16 de julio de 2023 de <https://www.euskalmet.euskadi.eus/clima/boletines-climatologicos/>
- [39] *Datos climáticos y meteorológicos históricos simulados para Miranda de Ebro*. Meteoblue. Recuperado el 16 de junio de 2023, de https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/miranda-de-ebro_espa%C3%B1a_3116689
- [40] *Documento ambiental estratégico*. (2018). Araba Logística S.A. Recuperado el 17 de julio de 2023, de <https://irekia.araba.eus/documents/2908004/2935338/18-90doc+amb%2Bpl.pdf/cb90215a-1e3d-336d-4521-302adc9caad3?t=1553507875703>
- [41] *ZEC Río Zadorra*. Red Natura 2000. Recuperado el 19 de julio de 2023, de <https://natura2000.araba.eus/es/-/zec-rio-zadorra>
- [42] *ZEC Río Bayas*. Red Natura 2000. Recuperado el 19 de julio de 2023, de <https://natura2000.araba.eus/es/web/natura2000/-/zec-rio-bayas>
- [43] *Datos estadísticos de la C.A. de Euskadi*. Eustat. Recuperado el 27 de julio de 2023, de https://www.eustat.eus/municipal/datos_estadisticos/ribera_baja_erribera_beitia.html
- [44] *Plan Director de abastecimiento y saneamiento del Territorio Histórico de Álava 2016-2026*. Portal de Gobierno abierto de la Diputación Foral de Álava.
- [45] *Plan de Desmantelamiento*. (2019). Proyecto de la Planta Solar Fotovoltaica del Puerta del Jerte e Infraestructura de Evacuación Asociada, Naturgy.