



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Diseño del Plan de Dirección del Proyecto de una Planta Solar Fotovoltaica de 100 kW en la cubierta de una nave industrial en la localidad de Paterna (Valencia)

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Dirección y Gestión de Proyectos

AUTOR/A: Rico Charco, Juan Carlos

Tutor/a: Fuentes Bargues, José Luis

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024



RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo el desarrollo de un plan de dirección del proyecto de una planta solar fotovoltaica de 100 kW de potencia nominal situada en la cubierta de una nave industrial en la localidad de Paterna (Valencia) con el objetivo del autoconsumo de la mayor cantidad de energía posible en el proceso productivo y la compensación de los excedentes generados. Dado que la cubierta actual de la nave industrial es de amianto, se incluye dentro del alcance del proyecto la retirada y sustitución de acuerdo con el Real Decreto 396/2006, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

Se hará una presentación inicial del proyecto incluyendo sus características y condicionantes. El proyecto se enfocará desde el punto de vista de la empresa promotora del proyecto, incluyendo en este desde el desarrollo documental inicial hasta la ejecución final.

A continuación, se desarrollará el Plan de dirección del proyecto, de acuerdo con el estándar internacional de dirección y gestión de proyectos elaborado por el Project Management Institute (PMI), recogido en la Guía de los Fundamentos Para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). A parte del Acta de Constitución del Proyecto se desarrollarán los siguientes planes: Plan de Gestión del Alcance, Plan de Gestión de los Interesados, Plan de Gestión de los Requisitos, Plan de Gestión de las Comunicaciones, Plan de Gestión del Cronograma, Plan de Gestión de los Costos, Plan de Gestión de los Riesgos, y finalmente, el Plan de Gestión de la Calidad, los cuales incluirán la información necesaria para una eficaz y eficiente gestión y dirección del Proyecto.

Palabras clave:

Dirección y Gestión de Proyectos; Project Management; Plan de dirección;
Fotovoltaica; Solar



RESUM

Aquest treball té com a objectiu el desenvolupament d'un pla de direcció del projecte d'una planta solar fotovoltaica de 100 kW de potència nominal situada a la coberta d'una nau industrial a la localitat de Paterna (València) amb l'objectiu de l'autoconsum de la major quantitat d'energia possible en el procés productiu i la compensació dels excedents generats. Atès que la coberta actual de la nau industrial és d'amiant, s'inclou dins de l'abast del projecte la retirada i la substitució d'acord amb el Reial decret 396/2006, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut aplicables als treballs amb risc d'exposició a l'amiant.

Es farà una presentació inicial del projecte incloent-hi les característiques i els condicionants. El projecte s'enfocarà des del punt de vista de l'empresa promotora del projecte, incloent-hi des del desenvolupament documental inicial fins a l'execució final.

A continuació, es desenvoluparà el Pla de direcció del projecte, d'acord amb l'estàndard internacional de direcció i gestió de projectes elaborat pel Project Management Institute (PMI), recollit a la Guia dels Fonaments Per a la Direcció de Projectes (Guia del PMBOK). A part de l'Acta de Constitució del Projecte es desenvoluparan els plans següents: Pla de Gestió de l'Abast, Pla de Gestió dels Interessats, Pla de Gestió dels Requisits, Pla de Gestió de les Comunicacions, Pla de Gestió del Cronograma, Pla de Gestió dels Costos, Pla de Gestió dels Riscos, i finalment, el Pla de Gestió de la Qualitat, els quals inclouran la informació necessària per a una eficaç i eficient gestió i direcció del Projecte.

Paraules clau:

Direcció i gestió de projectes; Project Management; Pla de direcció; Fotovoltaica; Solar



ABSTRACT

This work aims to develop a project management plan for a photovoltaic solar plant of 100 kW nominal power located on the roof of an industrial ship in the town of Paterna (Valencia) with the objective of the self-consumption of the greatest possible amount of energy in the production process and the compensation of generated surpluses. Since the current cover of the industrial ship is asbestos, the withdrawal and replacement of the project's supplies is included in accordance with Royal Decree 396/2006, which establishes the minimum safety provisions. and health applicable to the work at risk of exposure to lamiant.

This is an initial presentation of the project including its characteristics and conditions. The project will be focused from the point of view of the company promoting the project, including from the initial documentary development to the final execution.

Next, the Project Management Plan is developed, in accordance with the international standard of project management and management prepared by the Project Management Institute (PMI), compiled into the Project Management Guide PMBOK). From the Project Constitution, the following plans will be developed: Supply Management Plan, Interest Management Plan, Requirements Management Plan, Communications Management Plan, Schedule Management Plan, Cost Management Plan, Risk Management Plan, and finally, the Quality Management Plan, which includes the information necessary for effective and efficient management and direction of the Project.

Keywords:

Project Management and Direction; Project Management; Management plan;
Photovoltaics; Solar



ÍNDICE DE LA MEMORIA

1.	INTRODUCCIÓN.....	9
1.1	Introducción a la dirección de proyectos.....	9
1.2	Objeto y Alcance	9
1.3	Descripción técnica del proyecto	11
2.	PLAN DE DIRECCION Y GESTION DEL PROYECTO	13
2.1	Acta de constitución del proyecto.....	13
2.1.1	Necesidad comercial	13
2.1.2	Objetivos de alto nivel.....	13
2.1.3	Requisitos de alto nivel	13
2.1.4	Restricciones de alto nivel.....	14
2.1.5	Riesgos de alto nivel.....	14
2.1.6	Cronograma	14
2.1.7	Presupuesto.....	15
2.1.8	Lista de interesados	15
2.2	Plan de Gestión de los Interesados	16
2.2.1	Introducción	16
2.2.2	Criterios para la identificación de los interesados	16
2.2.3	Lista de los interesados del proyecto.....	17
2.2.4	Tabla de registro de interesados	19
2.2.5	Flujo de información	20
2.2.6	Análisis de los interesados.....	21
2.2.7	Aprobaciones	25
2.3	Plan de Gestión del Alcance.....	26
2.3.1	Introducción	26
2.3.2	Enfoque en la Gestión del Alcance.....	26
2.3.3	Alcance de las obras.....	27
2.3.4	Alcance de los interesados en el proyecto	31
2.3.5	Exclusiones del proyecto	33
2.3.6	Limitaciones del proyecto	33
2.3.7	Supuestos del proyecto.....	33
2.3.8	Definición de las fases del proyecto.....	33
2.3.9	Estructura descomposición del trabajo (EDT)	35
2.3.10	Verificación del alcance.....	40



2.3.11	Control del alcance	40
2.3.12	Aprobaciones.....	40
2.4	Plan de Gestión de los Requisitos	41
2.4.1	Introducción	41
2.4.2	Metodología de la gestión de requisitos.....	41
2.4.3	Priorización de los requisitos.....	44
2.4.4	Matriz de trazabilidad de requisitos	44
2.4.5	Aprobaciones.....	52
2.5	Plan de Gestión del Cronograma.....	53
2.5.1	Introducción	53
2.5.2	Metodología de la Gestión del Cronograma	53
2.5.3	Hitos del cronograma.....	53
2.5.4	Cronograma del proyecto.....	54
2.5.5	Secuencia de actividades.....	54
2.5.6	Asignación de recursos.....	56
2.5.7	Diagrama de Gantt	56
2.5.8	Control del cronograma	57
2.5.9	Aprobaciones.....	57
2.6	Plan de Gestión de los Costos	58
2.6.1	Introducción	58
2.6.2	Enfoque de la gestión de costes	58
2.6.3	Responsables en la gestión de los costos.....	58
2.6.4	Control de costes del proyecto	59
2.6.5	Costos del proyecto	61
2.6.6	Aprobaciones.....	63
2.7	Plan de Gestión de los Recursos	64
2.7.1	Introducción	64
2.7.2	Objetivos de la Gestión de Recursos.....	64
2.7.3	Identificación de los recursos	65
2.7.4	Métricas de evaluación	65
2.7.5	Gestión de los recursos	66
2.7.6	Aprobaciones.....	67
2.8	Plan de Gestión de los Riesgos.....	68
2.8.1	Introducción	68



2.8.2	Enfoque de la gestión de riesgos	68
2.8.3	Identificación de riesgos.....	68
2.8.4	Numeración de riesgos del proyecto	69
2.8.5	Estructura de descomposición de riesgos	70
2.8.6	Análisis de riesgos	71
2.8.7	Gestión de riesgos.....	73
2.8.8	Aprobaciones	75
2.9	Plan de Gestión de Comunicaciones	76
2.9.1	Introducción	76
2.9.2	Enfoque de la gestión de las comunicaciones	76
2.9.3	Gestión de las comunicaciones.....	76
2.9.4	Matriz de comunicaciones.....	79
2.9.5	Aprobaciones	80
2.10	Plan de Gestión de la Calidad	81
2.10.1	Introducción	81
2.10.2	Metodología para la gestión de la calidad	81
2.10.3	Gestión de la calidad.....	82
2.10.4	Monitorización de la calidad	85
2.10.5	Gestión de cambios de la calidad	85
2.10.6	Aprobaciones.....	85
2.11	Plan de Gestión de aprovisionamiento.....	86
2.11.1	Introducción	86
2.11.2	Objetivos del plan de aprovisionamiento	86
2.11.3	Peticion de la oferta.....	87
2.11.4	Selección de proveedores	88
2.11.5	Control del aprovisionamiento.....	92
2.11.6	Gestión del aprovisionamiento	93
2.11.7	Aprobaciones.....	93
3.	Conclusiones	94
4.	Bibliografía.....	95
	ANEXO I: DIAGRAMA DE GANTT DEL PROYECTO	96



INDICE DEL PRESUPUESTO

1. Presupuesto parcial de la elaboración del Plan de Dirección del Proyecto	99
2. Presupuesto parcial de medios técnicos y materiales	99
3. Presupuesto de elaboración del Plan de Dirección del Proyecto	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Fechas inicio-fin de las fases del proyecto	15
Tabla 2: Resumen previo presupuesto.....	15
Tabla 3: Registro de interesados con identificación y evaluación	20
Tabla 4: Matriz Poder-interés.....	21
Tabla 5: Matriz Influencia-Impacto	22
Tabla 6: Matriz Poder-Influencia	24
Tabla 7: Estructura de Descomposición del trabajo	36
Tabla 19: Matriz de Trazabilidad de requisitos.....	46
Tabla 8: Secuencia de actividades en la implementación fotovoltaica.....	55
Tabla 9: Asignación de recursos	56
Tabla 10: Coste unitario de cada recurso humano	61
Tabla 11: Coste real de cada recurso humano	61
Tabla 12: Coste unitario y total de cada recurso material	62
Tabla 13: Coste total del proyecto.....	62
Tabla 14: Gestion de los recursos del proyecto.....	66
Tabla 15: Riesgos identificados en cada una de las fases	70
Tabla 16: Matriz de probabilidad e impacto	71
Tabla 17: Riesgos con su probabilidad e impacto.....	72
Tabla 18: Gestión de riesgos.....	74
Tabla 19: Matriz de comunicaciones	80
Tabla 20: Gestion de la calidad.....	83
Tabla 21: Matriz de decisión entre los criterios	90
Tabla 22: Matriz de decisión del criterio precio	90
Tabla 23: Matriz de decisión del criterio Almacenamiento	90
Tabla 24: Matriz de decisión del criterio Stock.....	91
Tabla 25: Matriz de decisión del criterio Distancia.....	91
Tabla 26: Matriz de cálculo de prioridades globales.....	92
Tabla 27: Gestion del aprovisionamiento	93



Tabla 27: Presupuesto de la elaboración del Plan de Dirección del proyecto	99
Tabla 28: Presupuesto de medios técnicos y materiales	100
Tabla 29: Presupuesto de elaboración del Plan de Dirección del Proyecto	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Flujo de información existente en el proyecto	21
Figura 2: Matriz Poder-interés.....	22
Figura 3: Matriz Influencia-Impacto.....	23
Figura 4: Matriz Poder-Influencia	24
Figura 5: Fijación para anclaje directo sobre chapa.....	29
Figura 6: Anclajes intermedios y finales.....	30
Figura 7: Jerarquización del problema AHP.....	89



1. INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción a la dirección de proyectos

La dirección y gestión de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos de este. Se logra mediante la aplicación e integración adecuadas de los procesos de dirección de proyectos permitiendo a las organizaciones ejecutar proyectos de manera eficaz y eficiente.

Los proyectos desempeñan un papel fundamental en la generación de valor y beneficios dentro de las organizaciones. En el actual contexto empresarial, los líderes organizacionales deben ser capaces de manejar desafíos como presupuestos más ajustados, plazos más cortos, escasez de recursos y la constante evolución tecnológica. El entorno empresarial es dinámico y experimenta cambios a un ritmo acelerado. Con el fin de mantener la competitividad en la economía global, las empresas están optando por la gestión de proyectos como un enfoque para aportar de manera consistente valor al negocio.

La dirección de proyectos permite a las organizaciones que estos se desempeñen de manera más dinámica, eficiente y eficaz, obteniendo como resultados:

- Mas acceso a los mercados actuales.
- Relacionar los resultados de los proyectos a los objetivos estratégicos y de negocio internos.
- Unas bases estructurales para la ejecución de los proyectos de la mejor forma posible
- Poder adaptarse al cambio de entorno de los negocios sobre los proyectos

1.2 Objeto y Alcance

El siguiente trabajo desarrolla la elaboración del Plan de Dirección del proyecto de implementación de un sistema fotovoltaico de 100 kW sobre cubierta. Se planificarán todas las etapas y acciones necesarias para conseguir la implementación de un sistema de autoconsumo con una instalación fotovoltaica, esta instalación tiene la casuística que se plantea sobre una cubierta de amianto la cual se deberá de gestionar también la retirada e implementación de una cubierta nueva para la generación fotovoltaica. Para ello se hará uso de las técnicas, herramientas y principios recogidos en el PMBOK 6ªEd, así como en la norma ISO 21500:2013 de directrices para la dirección y gestión de proyectos.

La guía en cuestión abarca lo que se denomina áreas de conocimiento, las cuales son simplemente áreas identificadas en la dirección de proyectos y definidas por sus requisitos de conocimientos. Estas áreas se describen en términos de procesos, prácticas, entradas, salidas, herramientas y técnicas que las conforman. Aunque las áreas



de conocimiento están interrelacionadas, se definen de manera independiente desde la perspectiva de la dirección de proyectos. En este trabajo, se abordarán específicamente las siguientes áreas de conocimiento, de las diez definidas en la guía del PMBOK 6ª Edición:

- **La Gestión de Requisitos del Proyecto:** Abarca los procesos y actividades destinados a identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de dirección del proyecto en los Grupos de Procesos de la dirección de Proyectos.
- **La Gestión del Alcance del Proyecto:** Engloba los procesos necesarios para asegurar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido y únicamente el trabajo necesario para su conclusión exitosa.
- **La Gestión del Cronograma del Proyecto:** Implica los procesos necesarios para gestionar la finalización del proyecto dentro del plazo establecido.
- **La Gestión de los Costos del Proyecto:** Involucra procesos como la planificación, estimación, presupuestación, financiamiento, obtención de financiamiento, gestión y control de los costos, con el objetivo de completar el proyecto dentro del presupuesto aprobado.
- **La Gestión de los Recursos del Proyecto:** Comprende los procesos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión exitosa del proyecto.
- **La Gestión de las Comunicaciones del Proyecto:** Incluye procesos para garantizar que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sean oportunos y adecuados.
- **La Gestión de los Riesgos del Proyecto** Abarca procesos como la planificación de la gestión, identificación, análisis, planificación de respuesta, implementación de respuesta y monitoreo de los riesgos de un proyecto.
- **La Gestión de los Interesados del Proyecto:** Involucra procesos para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto. También implica analizar las expectativas de los interesados y su impacto en el proyecto, así como desarrollar estrategias de gestión adecuadas para lograr la participación efectiva de los interesados en las decisiones y la ejecución del proyecto.
- **La Gestión de la Calidad del Proyecto:** Establece las políticas y procedimientos para garantizar que los productos o servicios cumplan con los requisitos y expectativas. Define estándares, roles, y responsabilidades, detallando procesos de aseguramiento y control de calidad. Sirve como guía para mantener niveles

de calidad, identificando medidas preventivas y correctivas, y facilita la mejora continua a lo largo del proyecto.

- **La Gestión de Aprovisionamiento del Proyecto:** Conjunto de procesos que planifican, gestionan y controlan la obtención de bienes y servicios necesarios para el proyecto. Este plan establece las políticas, procedimientos y responsabilidades relacionadas con la adquisición, desde la identificación de necesidades hasta la selección y contratación de proveedores. Define cómo se llevarán a cabo las adquisiciones, incluyendo los criterios de evaluación y los contratos, asegurando una gestión eficiente de los recursos externos y minimizando riesgos.

Dicho trabajo se realiza con un enfoque académico, intentando asemejarse al planteamiento real de una instalación de esta envergadura.

1.3 Descripción técnica del proyecto

Es objeto del siguiente Trabajo Final de Máster la planificación, dirección y gestión de un sistema fotovoltaico sobre una cubierta existente de amianto la cual se va a sustituir previamente a la implementación de la instalación solar fotovoltaica, de tal modo que la ejecución completa del proyecto se realice de forma satisfactoria para las partes interesadas en plazo, coste y calidad.

Se plantea el siguiente proyecto para reducirse el consumo eléctrico a través de la red eléctrica y reducir sus emisiones de CO₂ indirectas, pudiendo obtenerse una reducción considerable en la facturación eléctrica de la nave.

Planificar una instalación solar fotovoltaica, donde previamente se debe retirar una cubierta de amianto implica definir y equipar a la instalación de todos los elementos de protección existentes, anclajes adecuados y conexiones a red eléctrica, para que la instalación pueda pasar todas las pruebas e inspecciones técnicas pertinentes.

El desarrollo del proyecto debe comenzar por la evaluación de la cubierta existente, viendo su estado actual, posibles grietas o deficiencias estructurales, además de contemplar si dispone de la capacidad portante suficiente para la instalación de una planta solar fotovoltaica

Tras la comprobación de la cubierta se realiza el diseño del sistema fotovoltaico, de acuerdo con la capacidad máxima y óptima de la cubierta, las necesidades energéticas de la localización y las características de la ubicación (Sombreados, canalizaciones, entorno...) además de la selección de los paneles solares, estructura, inversor, cableado y protecciones.

Una vez realizado este paso se realiza el desmontaje y montaje de la cubierta, subcontratando esta parte a una empresa especialista en el sector de la retirada de cubiertas de amianto, así como la posterior realización de resistencia y estanqueidad.



Cuando la cubierta está finalizada se puede comenzar con la instalación del sistema fotovoltaico, iniciando con el montaje de la estructura, e implementación de los módulos, le sigue el conexionado eléctrico de módulos a inversor y cuadros y se finaliza con la monitorización de la planta para supervisar en un futuro su rendimiento.

Paralelamente a esto se realizan las pruebas y explotación de la instalación para la detección de posibles deficiencias o errores que se hayan podido ejecutar.

Como finalización del proyecto se realiza la legalización y conexión a red eléctrica cumpliendo con los requisitos normativos y de seguridad y coordinar con la comercializadora la autorización y conexión del sistema.

Este proyecto requiere una planificación minuciosa, coordinada y efectiva entre las partes interesadas de la ejecución de obra, así como el cumplimiento de las normativas locales y estándares de seguridad. Además, la integración adecuada con la distribuidora de red eléctrica es esencial para garantizar la eficiencia, correcta legalización y estabilidad del sistema fotovoltaico



2. PLAN DE DIRECCION Y GESTION DEL PROYECTO

2.1 Acta de constitución del proyecto

2.1.1 Necesidad comercial

La necesidad de este proyecto esta impulsada por diversos factores:

- **Seguridad y salud ocupacional:** El amianto es reconocido por los riesgos que presenta para la salud cuando se manipula o se encuentra en condiciones deterioradas. La eliminación del amianto de las cubiertas puede ser una prioridad para asegurar un entorno laboral seguro y cumplir con las regulaciones de salud y seguridad laboral.
- **Regulaciones ambientales:** Dado los efectos perjudiciales del amianto para el medio ambiente y la salud humana, numerosos países han establecido regulaciones que prohíben o restringen su uso. Por consiguiente, la sustitución de cubiertas de amianto puede resultar necesaria para cumplir con dichas normativas y prevenir posibles multas o sanciones.
- **Eficiencia energética y sostenibilidad:** Integrar un sistema fotovoltaico de autoconsumo puede ser clave para reducir los costos energéticos a largo plazo y promover la sostenibilidad ambiental de la empresa. Además, en determinadas ubicaciones, se pueden encontrar incentivos fiscales o subvenciones dirigidas a proyectos de energía renovable, lo que hace que la inversión en paneles solares sea más atractiva desde el punto de vista financiero.
- **Imagen corporativa sostenible:** La implementación de prácticas sostenibles y la reducción de la huella de carbono pueden elevar la percepción de la empresa ante clientes, inversores y la sociedad en su conjunto, fortaleciendo su imagen corporativa. La integración de energía solar puede ser interpretada como un acto de responsabilidad ambiental, lo que podría beneficiar significativamente la reputación y las relaciones públicas de la compañía.

2.1.2 Objetivos de alto nivel

Los objetivos a cumplir dentro de este proyecto son:

- Finalizar la obra en el plazo estipulado
- Cumplir el presupuesto de ejecución material firmado.
- Entregar el proyecto con los estándares de calidad que requiere un proyecto de este calibre.
- Garantizar el cumplimiento de todas las disposiciones oficiales vigentes en materia laboral, seguridad social, seguridad e higiene en el trabajo, ordenanzas municipales, reglamentos de organismos oficiales, etc, incluidas las que pudieran promulgarse durante la ejecución de la obra.

2.1.3 Requisitos de alto nivel

Entre los requisitos de mayor importancia que se encuentran en este proyecto están:



- Tener los permisos de inicio de obra antes del 31/07/2023
- No sobrepasar el presupuesto de ejecución material en mas de un 10%.
- Contar con el personal cualificado en cada fase de ejecución del proyecto.
- Cumplir el Plan de Seguridad y Salud, Plan de Calidad y Plan de Gestión de residuos.
- No generar daños fuera del recinto de la instalación.
- Mantener en todo momento una comunicación fluida y eficaz entre las distintas partes jerárquicas del proyecto para no incurrir en ningún retraso.

2.1.4 Restricciones de alto nivel

Las restricciones que se pueden encontrar en este tipo de proyectos son:

- Limitaciones financieras que afectan la selección de materiales y contratistas.
- Restricciones temporales para la finalización del proyecto.
- Escasez de trabajadores calificados.
- Obtención de aprobaciones necesarias de las autoridades.
- Disponibilidad de materiales y habilidades técnicas necesarias.
- Cumplimiento con los requisitos de seguro y responsabilidad.

2.1.5 Riesgos de alto nivel

Entre los riesgos a la hora de realizar este proyecto se pueden encontrar:

- Accidentes laborales
- Terminación anticipada del contrato de construcción.
- Falta de conocimiento adecuado por parte del equipo de dirección en ciertas actividades.
- Situación financiera de las empresas participantes.
- Eventos catastróficos naturales.
- Inestabilidad política.
- Ausencias laborales significativas dentro del equipo, ya sea debido a epidemias u otras razones.
- Cumplimiento inadecuado de los plazos previstos, lo que podría resultar en gastos adicionales y/o demoras en la entrega del proyecto al cliente.
- Insatisfacción con respecto a los requisitos del cliente, ya sea debido a una definición inexacta de estos o a una ejecución deficiente del proyecto.
- Falta de respaldo o colaboración por parte de los líderes de las diversas estructuras jerárquicas involucradas en el proyecto.

2.1.6 Cronograma

A continuación, se muestra el resumen con el planteamiento inicial de inicio y fin de cada una de las fases a ejecutar en el proyecto:

Tabla 1: Fechas inicio-fin de las fases del proyecto

Fase	Inicio	Fin
Fase de estudio	09/01/2023	18/01/2023
Fase de diseño	23/01/2023	80/02/2023
Fase de ejecución	31/07/2023	11/10/2023
Fase de explotación	13/10/2023	07/11/2023

2.1.7 Presupuesto

A continuación se muestra en formato tabla el resumen del presupuesto. Destaca por estar separado en el costo de personal y material, además de incluir los gastos generales (13%) y el beneficio industrial (6%):

Tabla 2: Resumen previo presupuesto

Partida presupuestaria	Coste
Coste personal	84.480,00 €
Coste material	89.345,00 €
Presupuesto de ejecución material	173.825,00 €
Gastos generales	22.597,25 €
Beneficio industrial	10.429,50 €
Presupuesto de contrata	206.851,75 €
IVA	43.438,87 €
Presupuesto total	250.290,62 €

2.1.8 Lista de interesados

Se presenta una lista de cuales son los interesados principales de la buena ejecución del proyecto, explicando mas en detalle sus funciones en los apartados siguientes:

- Cliente
- Director del proyecto
- Director de obra
- Ayuntamiento de paterna
- I-DE
- Subcontrata fotovoltaica
- Subcontrata cambio cubierta
- Coordinador de seguridad y salud
- Empresas colindantes
- Servicio territorial de Industria
- Servicio territorial de Trabajo



2.2 Plan de Gestión de los Interesados

2.2.1 Introducción

El Plan de Gestión de los Interesados abarca los procedimientos esenciales para identificar a individuos, colectivos u entidades que puedan incidir o ser impactados por el proyecto. Su propósito es analizar las expectativas de estos involucrados y cómo estas pueden influir en el desarrollo del proyecto, además de elaborar estrategias de gestión apropiadas para asegurar una participación efectiva en las decisiones y ejecución del mismo. Por consiguiente, resulta crucial analizar sus necesidades, intereses y el potencial impacto que puedan tener en el éxito global del proyecto. La planificación de la gestión de interesados determina de qué manera el proyecto afectará a estos involucrados, permitiendo al Director del Proyecto idear estrategias que fomenten su participación efectiva, gestionen sus expectativas y, en última instancia, alcancen los objetivos previstos.

Cada proyecto involucra a distintos interesados que pueden verse impactados, ya sea positiva o negativamente, por sus resultados. Algunos de estos interesados pueden tener una capacidad limitada para influir en el desarrollo del proyecto, mientras que otros ejercen una influencia considerable en los resultados esperados. La investigación académica y el análisis de experiencias en proyectos notables resaltan la importancia de un enfoque estructurado en la identificación, priorización e inclusión de todos los involucrados. La habilidad del Director y el equipo del proyecto para identificar y comprometer adecuadamente a los interesados desde el principio puede marcar la diferencia entre el éxito y el fracaso del proyecto. Para maximizar las probabilidades de éxito, el proceso de identificación e involucramiento de los interesados debe comenzar tan pronto como se apruebe el acta de constitución del proyecto, se designe al Director del Proyecto y se inicie la formación del equipo.

El elemento clave para un compromiso efectivo de los interesados radica en mantener una comunicación continua con todos ellos, incluyendo a los miembros del equipo, con el propósito de comprender sus necesidades y expectativas. Esto implica abordar incidentes en el momento en que surgen, gestionar posibles conflictos de intereses y fomentar una adecuada participación de los interesados en las decisiones y actividades del proyecto.

2.2.2 Criterios para la identificación de los interesados

Antes de realizar la identificación de los interesados del proyecto a desarrollar es conveniente definir que se entiende por interesado en un proyecto como este:

- Cualquier persona física o jurídica la cual sus actos o acciones puedan afectar y repercutir de manera positiva o negativa al proyecto
- Cualquier persona física o jurídica que pueda verse afectado de manera positiva o negativa tanto por la fase de diseño, desarrollo o explotación del proyecto.



2.2.3 Lista de los interesados del proyecto

El proceso de identificar e implicar a los interesados en beneficio del proyecto es un proceso iterativo. Aunque los procedimientos de gestión de los Interesados del Proyecto se documentan una vez, las labores de identificación, jerarquización y participación se someterán a revisión y actualización periódica, al menos en los siguientes momentos:

- **Cambios significativos del proyecto:** Cuando se presenten modificaciones sustanciales en el proyecto que puedan afectar a los interesados de manera relevante.
- **Hitos Clave del Proyecto:** En momentos cruciales del proyecto, donde la participación o interés de los interesados podría cambiar o requerir ajustes.
- **Nuevos Interesados Relevantes:** Si surgen nuevos actores, individuos, grupos u organizaciones que podrían impactar o ser afectados por el proyecto y que no fueron inicialmente identificados.

Estos momentos representan oportunidades clave para revisar y ajustar las estrategias de gestión de los interesados, garantizando así una participación efectiva y adaptada a las necesidades cambiantes del proyecto.

En el proyecto que nos ocupa se pueden identificar a las siguientes partes Interesadas:

A) Cliente o Empresa con nave industrial situada en Paterna

La empresa con nave industrial situada en Paterna es el cliente, llamado a partir de ahora NIP. Se trata de una empresa situada en el polígono Fuente del Jarro en la localidad de Paterna, Valencia. Esta empresa delega a GSFI ENERGIA S.L. como responsable del contrato, velando por el éxito del proyecto en plazo, costes y calidad para la implementación de este proyecto

B) Director del proyecto

Juan Carlos Rico es el director del proyecto. Se encargará de atender todas las preocupaciones que puedan surgir por parte del cliente y se asegurará de que el proyecto avance sin contratiempos. Tendrá la responsabilidad de seleccionar a los miembros que integrarán el proyecto. Una vez que comience la ejecución del proyecto, mantendrá una comunicación constante tanto con la dirección de la obra como con el cliente, priorizando una excelente comunicación entre ambas partes para garantizar que el proyecto se complete con éxito en términos de tiempo, costo y calidad.

Además el director del proyecto será el responsable de la redacción del proyecto, teniendo también el papel de proyectista de este mismo, integrando todos los cálculos, mediciones y materiales necesarios para su correcta ejecución.



C) Director de obra

El director de obra lo compone MMR, se sitúa un escalón jerárquico por debajo del director del proyecto, pero se trata de un interesado más del proyecto, ya que su buena dirección en obra vera condicionada el éxito del proyecto. Tendrá poder para tomar decisiones guiando y solicitando a los subcontratistas todo lo necesario para cumplir los estándares del proyecto.

Esta figura será la encargada también de intermediar entre las situaciones que sucedan en obra junto con las que sucedan en la parte de dirección.

D) Ayuntamiento de Paterna

Es un interesado con gran poder, ya que de él depende obtener los permisos necesarios para toda la ejecución de la obra, autorizando a las empresas subcontratistas la realización de los trabajos.

E) i-DE

Se trata de la empresa distribuidora y al igual que el ayuntamiento, se trata de un interesado con gran poder, ya que de esta empresa depende que la instalación, una vez finalizada, se pueda conectar a la red eléctrica de distribución y verter todos los excedentes a la red.

F) Subcontrata Fotovoltaica

Es la empresa encargada de la instalación, conexión y explotación de toda la instalación fotovoltaica. Tiene la responsabilidad de que el proyecto se cumpla en plazos e intenten minimizar al máximo los sobrecostos que puedan suceder, siempre y cuando no se pierda calidad en la entrega final del proyecto

G) Subcontrata cambio de cubierta

Es la empresa encargada de la retirada, tratamiento de residuos de amianto y colocación de la nueva cubierta. Tiene la responsabilidad de que el proyecto se cumpla en plazos, costes y calidad, ya que es la parte que más coste acarrea de todo el proyecto.

H) Coordinador de seguridad y salud

Será el encargado de garantizar que se cumplen las normativas y el plan de seguridad y salud durante toda la ejecución de las obras, posee el derecho de paralizar las obras siempre que no se estén cumpliendo los protocolos de seguridad, teniendo un gran impacto en el desarrollo del proyecto.

Es un recurso externo de la empresa que será el encargado de llevar un registro del libro de incidencias del proyecto, el libro de órdenes, además de gestionar y llevar a obra el libro de subcontrataciones junto a la realización de la apertura del centro de trabajo.



I) Empresas colindantes a la ubicación de la nave

Al resto de naves colindantes a esta no tienen un gran interés en el desarrollo de este proyecto, lo único que les interesa es que estas no se demoren en el tiempo y les entorpezcan demasiado en su desarrollo de la actividad diaria.

J) Servicio territorial de Industria

Es el encargado de tramitar que la instalación fotovoltaica cumple las condiciones y certificados correctos, a través de la memoria e inspección técnica para dar el visto bueno de conexión a la empresa distribuidora.

K) Servicio territorial de Trabajo

Será el encargado de autorizar que el plan de desmontaje de la cubierta de amianto es correcto y se puede ejecutar según lo planificado.

2.2.4 Tabla de registro de interesados

En la tabla 3 se plasma en una tabla todos los interesados implicados en el proyecto. Podremos observar la información identificativa del interesado en cuestión, así como una evaluación y clasificación que nos permitirá ubicar la posición del interesado.

Tabla 3: Registro de interesados con identificación y evaluación

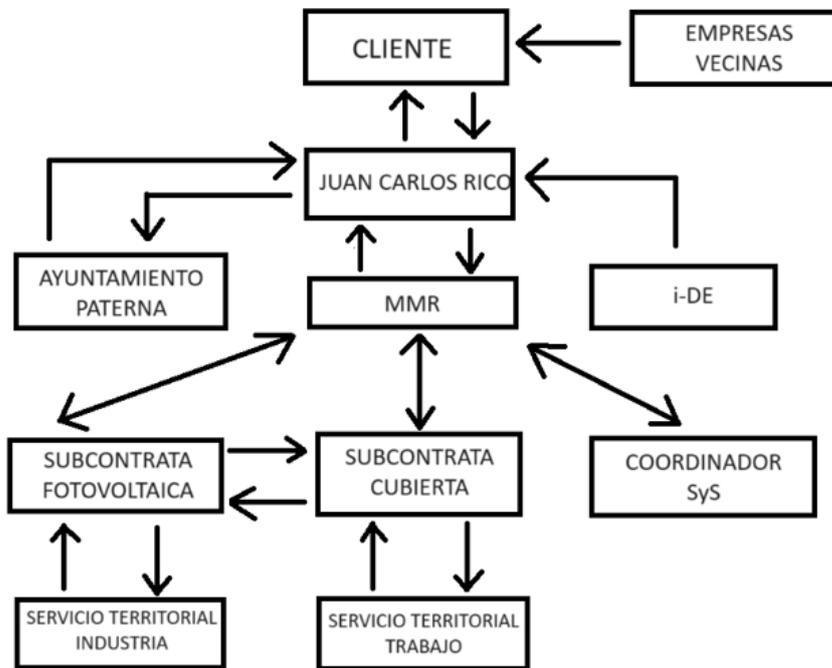
Registro interesados						
Identificación			Evaluación			
Nombre	Rol	Contacto	Requisitos	Expectativa	Influencia	Fases de proyecto
Cliente (NIP)	Responsable contrato	Mail/Telefono	Obtencion proyecto	Éxito proyecto	Alta	Todas
Juan Carlos Rico	Director del proyeco	Mail/Telefono	Director de proyecto	Éxito proyecto	Alta	Todas
MMR	Director de obra	Mail/Telefono	Director de obra	Éxito proyecto	Alta	Todas
Ayuntamiento Paterna	Validacion de los permisos de obra, corte de via publica y control de obra municipal	Mail	Legalidad	Cumplimiento normativa	Media-Alta	Todas
i-DE	Autorizacion de acceso y conexión y legalizacion de la instalacion	Web i-DE	Legalidad	Cumplimiento tecnico	Alta	Fase de explotacion
Subcontrata fotovoltaica	Subcontrata de la implementacion del sistema fotovoltaico	Mail/Telefono	Realizar obra	Correcta ejecucion del trabajo	Media-Alta	Fase de ejecucion
Subcontrata Cubierta	Subcontrata de sustitucion de cubierta y tratamiento de los residuos generados	Mail/Telefono	Realizar obra	Correcta ejecucion del trabajo	Media	Fase de ejecucion
Coordinador de Seguridad y Salud	Hacer que se cumplan los protocolos de Seguridad y Salud aprobados	Mail/Telefono	Garantizar seguridad	Seguridad	Alta	Todas
Empresas vecinas	Ser lo menos entorpecidas posibles	Mail/Telefono	No aplica	Seguir trabajando	Baja	Fase de ejecucion
Servicio territorial de Industria	Validar que la instalacion se haya realizado correctamente	Mail	Legalidad	Cumplimiento normativa	Media-Alta	Fase de explotacion
Servicio territorial de trabajo	Validar que el desmontaje de la cubierta se realiza adecuadamente	Mail	Legalidad	Cumplimiento normativa	Alta	Fase de desarrollo

2.2.5 Flujo de información

El cliente designa a GSFI ENERGIA S.L. como la empresa adjudicataria del proyecto, la cual va a coordinar todo el proyecto, llevando ellos la comunicación ya sea directa o indirectamente con todas las partes interesadas y teniendo un contacto directo con el cliente de todas las modificaciones, mejoras o inconvenientes que puedan desarrollarse durante la ejecución del proyecto.

En la figura 1 se muestra a modo de diagrama la relación entre interesados en función de si solo reciben información, solo proporcionan información o hay un feedback mutuo de información.

Figura 1: Flujo de información existente en el proyecto



2.2.6 Análisis de los interesados

El análisis de los stakeholders (interesados) permite a la dirección del proyecto identificar y comprender el rol que desempeña cada uno de ellos en el desarrollo del proyecto. Este análisis se lleva a cabo mediante el uso de tablas y diagramas comparativos que evalúan la relación entre el poder e interés, poder e influencia, así como influencia e impacto de cada parte interesada. De esta manera, se logra obtener una visión más completa y detallada sobre cómo interactuar y qué nivel de atención dedicar a cada uno de los actores involucrados en el proyecto. A partir de esta comprensión, la empresa puede diseñar estrategias específicas para mejorar o facilitar la colaboración con cada uno de los stakeholders.

A. Matriz Poder-Interés

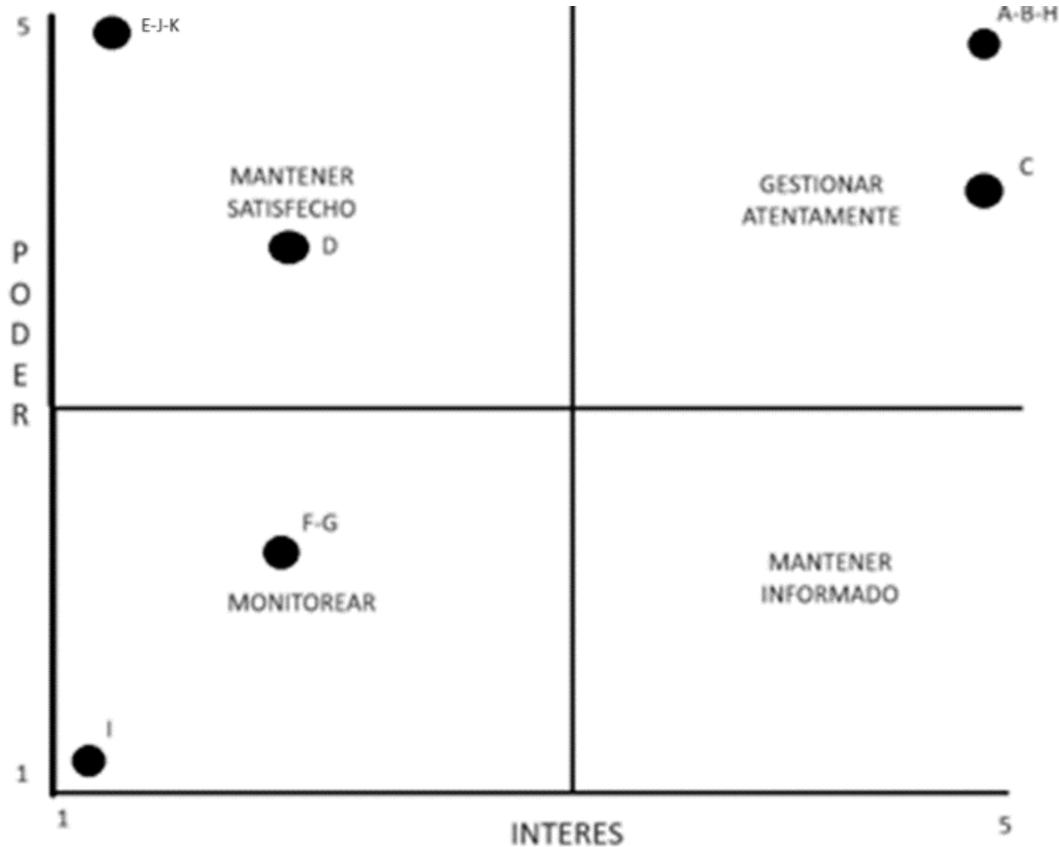
Dicha matriz permite identificar el poder que tiene cada interviniente frente a lo interesado que esté en el proyecto. Para ello, se establece una escala poder-interés del 1 al 5, donde 1 equivale a 'muy poco' y 5 a 'muy alto'. De esta forma sabremos si hay que mantener informado, mantener satisfecho, gestionar atentamente o simplemente monitorear al interesado en cuestión

Tabla 4: Matriz Poder-interés

ID	NOMBRE	PODER (1-5)	INTERES (1-5)
A	CLIENTE	5	5
B	JUAN CARLOS RICO	5	5
C	MMR	4	5

D	AYUNTAMIENTO PAERNA	4	2
E	i-DE	5	1
F	SUBCONTRATA FOTOVOLTAICA	2	2
G	SUBCONTRATA CUBIERTA	2	2
H	COORDINADOR SEGURIDAD Y SALUD	5	5
I	EMPRESAS VECINAS	1	1
J	SERVICIO TERRITORIAL INDUSTRIA	5	1
K	SERVICIO TERRITORIAL TRABAJO	5	1

Figura 2: Matriz Poder-interés



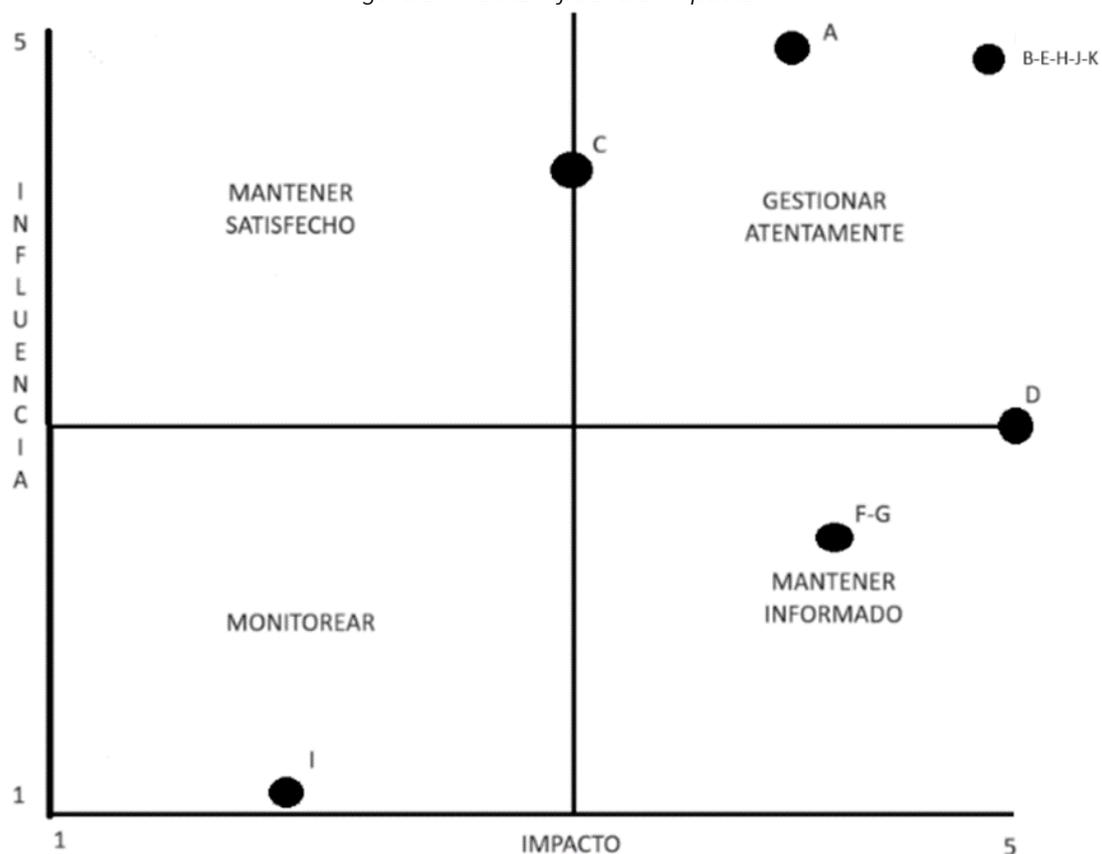
B. Matriz Influencia-Impacto

Dicha matriz permite identificar la influencia que tiene cada interviniente frente al impacto que pueda generar en el proyecto. Para ello, se establece una escala Influencia-Impacto del 1 al 5, donde 1 equivale a 'muy poco' y 5 a 'muy alto'. De esta forma sabremos si hay que mantener informado, mantener satisfecho, gestionar atentamente o simplemente monitorear al sujeto en cuestión.

Tabla 5: Matriz Influencia-Impacto

ID	NOMBRE	INFLUENCIA (1-5)	IMPACTO (1-5)
A	CLIENTE	5	4
B	JUAN CARLOS RICO	5	5
C	MMR	4	3
D	AYUNTAMIENTO PAERNA	3	5
E	i-DE	5	5
F	SUBCONTRATA FOTOVOLTAICA	2	4
G	SUBCONTRATA CUBIERTA	2	4
H	COORDINADOR SEGURIDAD Y SALUD	5	5
I	EMPRESAS VECINAS	1	2
J	SERVICIO TERRITORIAL INDUSTRIA	5	5
K	SERVICIO TERRITORIAL TRABAJO	5	5

Figura 3: Matriz Influencia-Impacto



C. Matriz Poder-Influencia

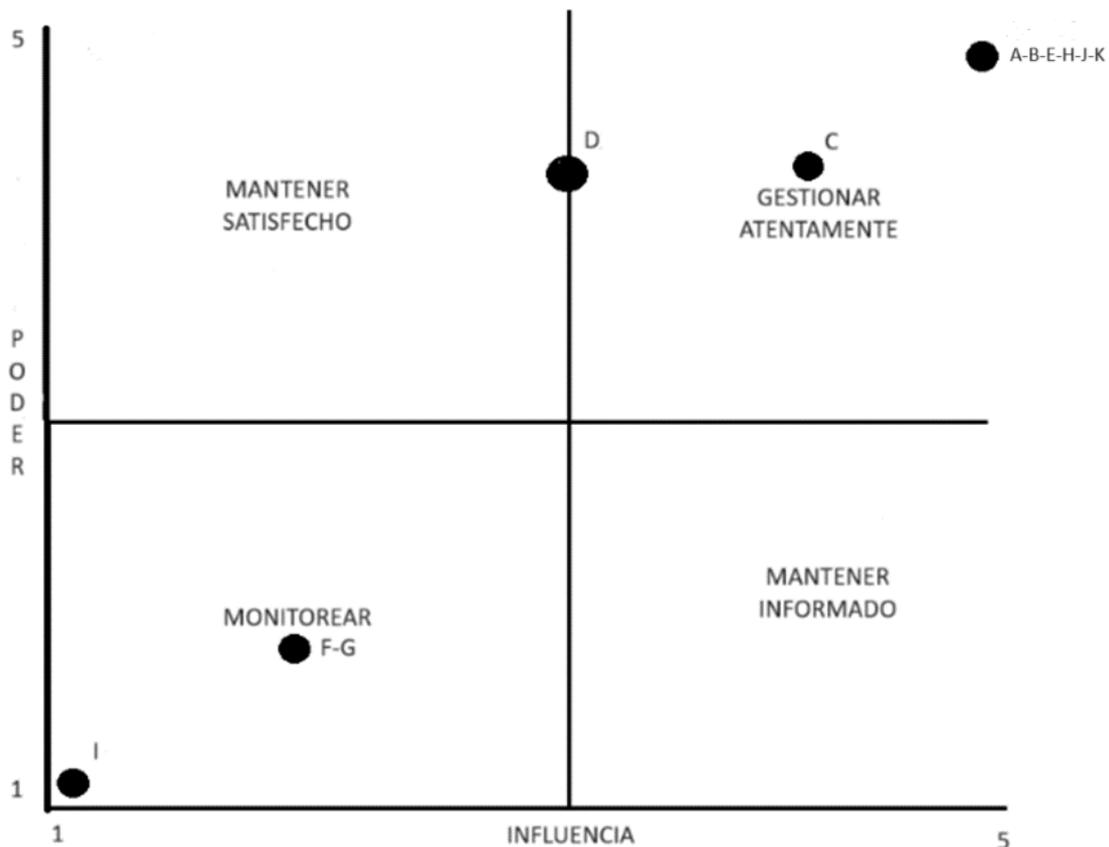
Dicha matriz permite identificar el poder que tiene cada interviniente frente a la influencia que pueda tener en el proyecto. Para ello, se establece una escala poder-influencia del 1 al 5, donde 1 equivale a 'muy poco' y 5 a 'muy alto'. De esta forma

sabremos si hay que mantener informado, mantener satisfecho, gestionar atentamente o simplemente monitorear al sujeto en cuestión.

Tabla 6: Matriz Poder-Influencia

ID	NOMBRE	PODER (1-5)	INFLUENCIA (1-5)
A	CLIENTE	5	5
B	JUAN CARLOS RICO	5	5
C	MMR	4	4
D	AYUNTAMIENTO PAERNA	4	3
E	i-DE	5	5
F	SUBCONTRATA FOTOVOLTAICA	2	2
G	SUBCONTRATA CUBIERTA	2	2
H	COORDINADOR SEGURIDAD Y SALUD	5	5
I	EMPRESAS VECINAS	1	1
J	SERVICIO TERRITORIAL INDUSTRIA	5	5
K	SERVICIO TERRITORIAL TRABAJO	5	5

Figura 4: Matriz Poder-Influencia





2.2.7 Aprobaciones

La firma del Director de proyecto da el valor al contenido del presente Plan de Gestión de los Interesados, demostrándose de esta forma la aprobación y validez del mismo.

Juan Carlos Rico, director del proyecto de construcción: Proyecto de una Planta Solar Fotovoltaica de 100 kW en la cubierta de una nave industrial en la localidad de Paterna. A 25 de julio de 2024.

2.3 Plan de Gestión del Alcance

2.3.1 Introducción

El Plan de Gestión del Alcance constituye una parte fundamental dentro del plan de dirección del proyecto, detallando cómo se va a definir, desarrollar, supervisar, controlar y verificar el alcance del mismo. Su importancia radica en establecer los límites del proyecto de manera precisa. Este plan abarca todos los procesos necesarios para asegurar que el proyecto englobe todas las tareas requeridas y únicamente aquellas indispensables para su conclusión exitosa.

En la Estructura de Descomposición del Proyecto (EDP) se recopilan todas las actividades esenciales que deben llevarse a cabo para lograr el éxito en la culminación del proyecto. Además, se establecen los distintos roles y responsabilidades de cada uno de los involucrados en el proyecto, con el fin de que desempeñen eficazmente sus respectivas funciones dentro del alcance establecido. Esta definición de roles es crucial, ya que cada interesado no participa en el proyecto de la misma manera ni con la misma intensidad.

El monitoreo y control de la gestión del alcance se ejecutarán a lo largo de todo el desarrollo del proyecto, asegurando así el seguimiento constante y la correcta administración del alcance establecido.

Los componentes del Plan de Gestión del alcance son:

- Enfoque de la Gestión del Alcance.
- Definición del alcance de las obras y de los interesados en el proyecto
- Enunciado de la gestión del alcance
- Definición de las fases del proyecto
- Estructura de descomposición del proyecto
- Verificación del alcance
- Control del alcance
- Aprobaciones

2.3.2 Enfoque en la Gestión del Alcance

Conforme a la definición ofrecida por la Guía del PMBOK 6ª Edición, los enfoques de los ciclos de vida de los proyectos pueden fluctuar desde enfoques predictivos hasta enfoques adaptativos o ágiles de manera continua. En un ciclo de vida predictivo, como el mencionado, los entregables del proyecto se establecen al inicio y cualquier modificación en el alcance se gestiona de manera progresiva.

El propósito primordial de la gestión del alcance es cumplir con los objetivos delineados en el proyecto, procurando la satisfacción del cliente. Para alcanzar este fin, es crucial establecer canales de comunicación eficaces y eficientes con los distintos interesados del proyecto, de manera que se puedan determinar con precisión las necesidades y

requisitos del mismo. La responsabilidad de la gestión del alcance y su enfoque recae en el director del proyecto y en la dirección de obra.

2.3.3 Alcance de las obras

Las obras que se van a ejecutar durante el siguiente proyecto es el retirado de cubierta de amianto, sustitución de esta por una de chapa y la implementación de todo el sistema fotovoltaico para que se quede correctamente conectado a la red interior de la nave.

A. Sustitución de la cubierta de amianto

La sustitución de la cubierta se realiza en toda la superficie de la nave, según catastro una superficie construida de 3.219 m². Se trata de una cubierta construida en 1973, formada por 2 naves paralelas de 9 pórticos cada una, siendo las cubiertas a dos aguas, unidos mediante correas y arriostrados en cubierta entre los pórticos 5 y 6 de cada nave. La luz de cada pórtico es de 9,75m y la altura hasta el centro de cada una de las cumbreras de 9,40m.

La terminación de la cubierta es con planchas de fibrocemento con presencia de amianto. Los pilares están formados por HEB 160, tienen una altura de 7,80m.

La tabiquería interior, formada por una fábrica de ladrillo hueco doble, revestido por ambas caras con un enfoscado de mortero más un enlucido de yeso y una capa de finalización de pintura plástica.

Los trabajos se ejecutarán de acuerdo con el al plan de trabajo presentado por la empresa que deberá estar inscrita en el Registro de Empresas con Riesgo al Amianto (RERA), contando con trabajadores debidamente cualificados y formados en esta materia.

Previo a la retirada, los paneles se impregnarán de una solución acuosa con líquido encapsulante mediante equipos de pulverización a baja presión para evitar la rotura por la presión del agua. De esta forma se evitará la emisión de fibras al ambiente por roturas accidentales en su manipulación.

Las placas están fijadas a la estructura metálica de la nave mediante piezas de amarre metálicas. Para retirar cada plancha, primero se deberán liberar estas sujeciones por lo que los trabajos se realizarán desde el exterior, desatornillando los amarres. Los paneles se retirarán en sentido inverso a como fueron instaladas en su día. Una vez desmontada se etiquetará y paletizará en una zona delimitada y protegida para su posterior retirada a un gestor autorizado de residuos peligrosos.

Para realizar el desmontaje de la misma se deber realizar en varias fases o pórticos y cada cubierta independiente de las demás.

B. Limpieza Superficial de perfiles de acero



Una vez desmontadas las placas, se procede a tratar los pórticos de la cubierta. Por ello se realiza la limpieza de la superficie de todos los perfiles de acero, eliminando todos los restos deteriorados de pintura, protección ignífuga, óxido visible y otros revestimientos.

Para ello se proyecta en seco un material abrasivo formado por partículas de silicato de aluminio, hasta alcanzar un grado de preparación Sa3.

Aunque en el análisis previo, no se prevé la necesidad de sustituir los pórticos, se volverá a diagnosticar el estado de estas en esta fase, una vez desprovista de cubierta. Si fuera necesario, se procedería al cambio de estructura, modificándose sustancialmente el objetivo y alcance del proyecto.

C. Montaje de la nueva cubierta

Se realiza una cubrición de la cubierta con paneles prefabricados de 30mm de espesor de aislamiento, PIR, por 2 chapas metálicas prelacadas en blanco. Aportando aislamiento térmico al espacio interior, presenta una alta resistencia mecánica y al impacto, contando además con una buena resistencia al fuego.

Los paneles serán fijados mecánicamente sobre la estructura preexistente, ofreciendo las máximas garantías frente a la corrosión por no tener elementos que generen oxidación natural. Incluso colocación de remates necesarios.

La nueva cubierta será de menor o igual peso que el de la cubierta existente, para no sobrecargar la estructura ni tener que reforzar.

Posteriormente se procede a la colocación de canalón formado por chapa prelacada de desarrollo 1000mm y un espesor de 0,8mm, incluidas tapas y embocaduras.

D. Montaje de la estructura fotovoltaica

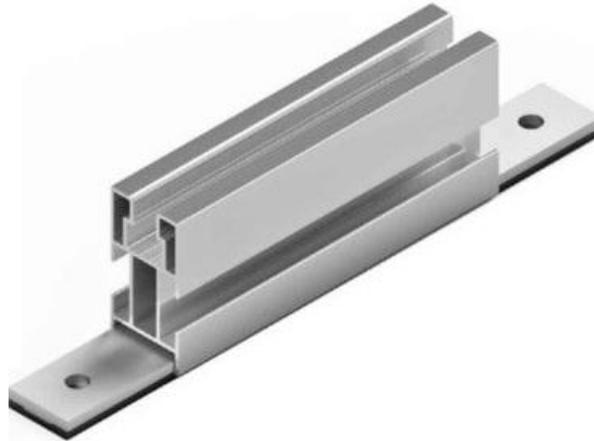
Una vez la cubierta haya sido modificada acorde a lo requerido para la implementación de un sistema fotovoltaico se realiza la implementación de la estructura fotovoltaica sobre chapa, siendo esta una estructura de soporte coplanar de micro rail para cubierta metálica e implementación horizontal.

Esta estructura se puede implementar sobre cualquier tipo de cubierta metálica, siendo esta una estructura de Perfilera de aluminio EN AW 6005^a T6.

Se implementa directamente sobre la greca de la cubierta dejando una distancia recomendada de 40 cm entre greca y greca perforada, la estructura está formada por una guía de métrica 8 y anclajes de la misma métrica. Respecto a problemas de infiltraciones estas estructuras están conformadas con juntas de estanqueidad para que una vez se hayan realizado las perforaciones y anclajes no sufran ningún tipo de infiltración acuosa. La tornillería usada son tornillos zincados con anclaje autoroscante para evitar posibles virutas sobre la chapa y arandelas de sellado, para proporcionar una doble seguridad ante cualquier problema de infiltración.

Al implementarse los módulos en filas de 6 módulos y requerirse un total de 180 módulos se van a necesitar la totalidad de 420 soportes con 840 tornillos para una correcta fijación de la estructura fotovoltaica.

Figura 5: Fijación para anclaje directo sobre chapa



E. Montaje de los módulos fotovoltaicos

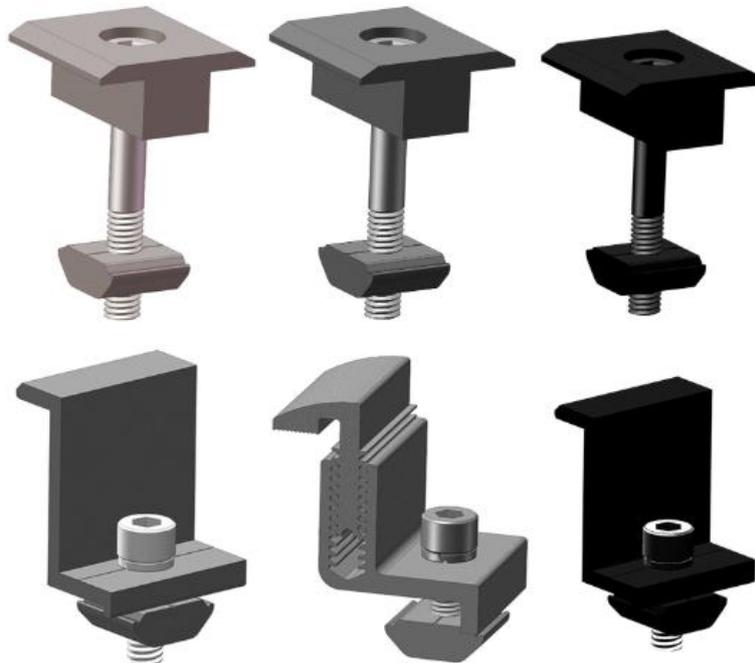
El montaje de estos módulos se realizará una vez finalizado todo el montaje y anclaje de la estructura sobre la cubierta, para ello se van a emplear módulos de 550w los cuales tienen unas características dimensionales de 2,18 x 1,1 metros, esto se habrá tenido en cuenta antes para el anclaje de los módulos sobre las greca.

Estos módulos se anclan sobre la estructura con las pletinas de anclaje de métrica 8 proporcionadas por la marca de la estructura, las cuales están conformadas por anclajes intermedios y anclajes finales.

Los anclajes finales o principios son los que se implementan una vez se inicia o finaliza una fila de módulos quedando anclados dentro de la guía de la estructura y en el marco del módulo.

Los anclajes intermedios son los que se implementan entre modulo y modulo para que estos queden fijados entre la guía y junto a ambos marcos de los módulos.

Figura 6: Anclajes intermedios y finales



F. Cableado del sistema fotovoltaico

El cableado del sistema fotovoltaico está compuesto de dos partes, la parte de continua y la parte de alterna, ambas partes protegidas con sus protecciones correspondientes para que el sistema sea funcional.

La parte de continua es la que se compone desde los módulos fotovoltaicos hasta el inversor, esta parte va cableada por dos cables mas el cable de toma de tierra, los cuales se suelen distinguir en dos tipos de colores, rojo y negro, y además al ir sobre cubierta se deberá colocar sobre bandeja metálica hasta la entrada de la nave donde deberán ir por una canal de PVC. La protección que llevan el sistema de cableado de continua está compuesta por fusibles y protecciones de sobretensiones transitorias.

La parte de corriente alterna es la que está compuesta desde la salida del inversor hasta la llegada del cuadro de la nave. Al tratarse de una nave industrial esta compuesta por cableado trifásico el cual deberá tener los cables de las tres fases, el neutro y el cable de toma de tierra, correctamente introducido en una canal de PVC o una bandeja metálica, nunca estando en contacto directo con el propio cableado de corriente continua. Las protecciones que tiene este tendido eléctrico es un interruptor automático, un interruptor diferencial y una protección de sobretensiones transitorias.

Se procurará implementar el inversor lo más próximo al cuadro general de la nave para que el tendido de cableado de corriente alterna sea el menor posible para evitar las perdidas por distancia.



2.3.4 Alcance de los interesados en el proyecto

Con respecto al alcance de los interesados en el proyecto, se han definido los respectivos alcances de cada una de las partes con mayor afección al proyecto:

A. Cliente

Desde el punto de vista del cliente, el alcance del proyecto consiste en obtener un cambio de cubierta de amianto por una cubierta de chapa y la implementación de un sistema fotovoltaico funcional en esta cubierta para obtener una reducción en la factura eléctrica y reducir sus emisiones de CO₂ indirectas al ambiente. El cliente dotará la autoridad de decidir a la empresa GSFI ENERGIA S.L. y en su caso al director del proyecto, la capacidad de decidir siempre y cuando no se salga de los estándares permitidos de coste, plazo y calidad.

Estarán en contacto en todo momento el cliente y la empresa, via e-mail o teléfono, ante cualquier cambio sustancial el cual ellos no tengan capacidad de decisión propia.

B. Director del proyecto (Juan Carlos Rico)

La responsabilidad del director de proyectos incluye brindar el soporte técnico requerido por el equipo de dirección del proyecto para resolver cualquier incidencia que surja durante la ejecución del mismo, abarcando tanto mejoras como modificaciones que puedan resultar beneficiosas para el proyecto. Además, el director de proyectos llevará a cabo todas las gestiones necesarias en relación con individuos u organismos afectados por el proyecto.

Específicamente, el director de proyecto estará encargado de presentar propuestas e informes en momentos puntuales sobre posibles cambios en la naturaleza, calidad y fuentes de suministro de los materiales fundamentales. Esto incluye cualquier aspecto relacionado con las instalaciones, sus componentes, así como los procesos de ejecución o montaje.

Además mantendrá el contacto con el cliente, para estudiar posibles soluciones a problemas o simplemente para informar del correcto desarrollo del proyecto.

C. Director de obra (MMR)

El alcance del director de obra se centra en garantizar el éxito durante la ejecución del mismo, asegurando el cumplimiento de todas las condiciones legales exigidas por el proyecto. Específicamente, este alcance abarca los siguientes puntos:

- Realizar el control y la supervisión de las labores del cambio de cubierta e implementación fotovoltaica. Se asume directamente la responsabilidad de garantizar que dichas labores se lleven a cabo conforme a las especificaciones del proyecto y la normativa actual. Esto incluye aspectos relacionados con la calidad

de los materiales, las instalaciones, los procesos de construcción y la fase de explotación del servicio.

- Supervisara las pruebas de control y funcionamiento de ambas partes de la obra, aprobando su correcto funcionamiento.
- Vigilara que el proceso de cambio de cubierta se realiza según lo acordado, con las protecciones necesarias y tratamientos necesarios.
- Se encargara de que durante todo el proceso de estancia en cubierta y en obra se cumplen los criterios según el plan de seguridad y salud.
- Resolver las dudas o incidencias que puedan dificultar el desarrollo del proyecto en su normalidad.
- Exigir a las empresas subcontratadas que cumplan en plazos, costes y calidad.
- La responsabilidad de custodiar las llaves de la obra.
- Tomar parte en las etapas de recepción provisional y definitiva del proyecto, así como redactar la documentación correspondiente para la liquidación de las obras de acuerdo con las normativas legales establecidas.
- Participar en la recepción del material para verificar que este acorde al aprovisionamiento de material que se haya realizado.

D. Subcontrata fotovoltaica y cambio de cubierta

Se unifica la gestión del alcance en los interesados por parte de las subcontratas debido a que ambos van a tratar de obtener los mismos objetivos, los cuales son:

- Cumplir con el Plan de Seguridad y Salud aprobado.
- Cumplir con los plazos y costes del proyecto.
- Respetar y cumplir las normativas en vigor respecto a los trabajos que van a ejecutar.

E. Coordinador seguridad y salud

Entre sus funciones se encuentra:

- El estudio y aprobación del Plan de Seguridad y Salud de la obra.
- Tramitar y cumplir las obligaciones a las que se refiere la Ley 32/2006 de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción en referencia al Libro de Subcontratación.
- Asistencia a la reunión semanal de Planificación Semanal de Trabajos.
- Planificación de reuniones periódicas de coordinación y reuniones de planificación, y la asistencia a las mismas, así como su control y seguimiento de acuerdos.
- Levantamiento de Actas. Control de acceso del personal y maquinaria a la obra.
- Inspección de Seguridad de las obras conforme a los requisitos del R.D. 1627/97.

- Gestión del Libro de Incidencias en obra y otra documentación que aplique.
- Gestión documental: Informes periódicos y su archivo. Otras actividades derivadas de las mejoras del servicio, y que realice el Coordinador.

2.3.5 Exclusiones del proyecto

Queda fuera del alcance del proyecto los siguientes puntos:

- Sustitución de los pórticos
- Mantenimientos posteriores al tiempo de garantía existentes por ley
- Estudios posteriores y contacto con comercializadoras.

2.3.6 Limitaciones del proyecto

Entre las principales limitaciones que se pueden encontrar en el proyecto existen las siguientes:

- Recursos limitados, tanto humanos, económicos y materiales en todas las estructuras jerárquicas del proyecto.
- Los plazos y costes acordados en la formalización del contrato

2.3.7 Supuestos del proyecto

- La viabilidad del proyecto
- El apoyo y colaboración de todas las partes interesadas para que el proyecto salga adelante.

2.3.8 Definición de las fases del proyecto

Durante todo el desarrollo de las fases del proyecto existen diferentes entregables o hitos los cuales nos dictaminan cual es la finalización de la fase en cuestión y se adquiere el siguiente paso en el desarrollo del proyecto.

A. Fase de estudio

Es la primera fase del proyecto que comienza antes de la firma del contrato, en la realización del estudio de autoconsumo, el cual sitúa a la empresa adjudicataria del contrato como la mas favorable en costes, plazos y calidad, motivos suficientes para obtener el siguiente contrato.

Para la realización del siguiente estudio se realiza una visita de campo donde se toman datos de importancia como el estado estructural de la nave, el estado de la cubierta, la situación del sistema eléctrico de la nave, además de poder observar ciertos condicionantes no cuantificables que puedan diferenciarte a la hora de realizar el estudio, como la ubicación de medios de elevación o las posibles afecciones vecinales a la hora de hacer la obra.



Una vez se realiza esta visita se realiza un procesamiento de datos para presentarle al cliente un estudio de autoconsumo fotovoltaico con cambio de cubierta, el cual pueda diferenciar al resto de empresas que se presenten para adjudicarse el contrato.

Es una parte de gran valor, ya que es la que determina si los propietarios de la nave están de acuerdo o en desacuerdo con las condiciones presentadas en el estudio y si les acopla adjudicar el contrato a la empresa que cumpla sus expectativas.

B. Fase de Diseño

La siguiente fase comienza una vez se haya firmado el contrato y se haya llegado a un acuerdo mutuo de costes, plazos y calidad, registrados en el estudio.

Esta parte está dividida en tres sub-partes, dos de diseño y una de documentación, los diseños consisten en el diseño del proyecto del cambio de la cubierta de amianto y el proyecto de la implementación del sistema solar fotovoltaico; la parte de documentación estará compuesta por la solicitud de licencias de obras correspondientes, subvenciones y corte de calle, hasta que las licencias de obras y cortes de calle no estén aprobados no pueden iniciarse las obras.

Esta fase tiene cierta importancia, ya que si no se realizan correctamente los trámites legales con el ayuntamiento se puede llegar a retrasar más en plazo tanto el inicio como finalización de las obras.

C. Fase de ejecución del proyecto

El inicio de esta fase se encuentra una vez se obtengan los permisos de obra y cortes de calle por parte del ayuntamiento de Paterna.

Corresponde a la fase del proyecto la cual tiene una mayor complejidad y mas tiempo ocupa dentro de este, se estima que tiene una duración aproximada de 2 meses naturales, agrupándose en este periodo de tiempo la ejecución en obra del proyecto.

Las obras comienzan con la parte del proyecto de la cubierta, realizada por la empresa subcontratista de cubiertas, comienzan con la retirada de la cubierta de amianto existente con los procesos ya descritos y su correcto tratamiento residual, le sigue la limpieza superficial de los perfiles de acero donde se visualiza el estado estructural de la nave para corroborar que se encuentra en buen estado y no requiere ninguna sustitución global y finaliza con la implementación de la nueva cubierta de chapa. Esta parte se estima que puede estar completada en un periodo de 30 días naturales incluyendo periodos de pruebas estructurales y de estanqueidad.

La otra parte de obra está compuesta por la implementación del sistema fotovoltaico, montando sobre la greca los micro raíles estructurales de los módulos, tras esto implementar los módulos en la estructuras y cablear todo el sistema eléctrico, tanto en corriente continua como en corriente alterna. Esta parte se estima que puede estar



completada en un periodo de 30 días naturales incluyendo periodos de pruebas de anclajes y eléctricos.

D. Fase de explotación

Esta fase es la más corta de todas, debido a que para poder conectar el sistema fotovoltaico a la red interior de la nave no sería necesario ninguna autorización por parte de la red de distribución eléctrica, lo único que debe de tener favorable es la inspección de la OCA favorable para poder estar en funcionamiento y la pertinente tramitación en el servicio territorial de Industria.

En el momento que se quiera realizar vertido a red se debe de tratar con distribuidora, i-DE en este caso, pero sería un proceso rápido, ya que no tenemos una potencia instalada superior a 100 kW y se va a utilizar para autoconsumo y no para venta.

2.3.9 Estructura descomposición del trabajo (EDT)

Independientemente del estándar de gestión de proyectos seguido, todos incorporan la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) como una herramienta central. Esta estructura sirve como base para la planificación detallada del proyecto y, por ende, desempeña un papel fundamental en la preparación específica y clara del mismo. La EDT implica desglosar el proyecto en elementos organizados jerárquicamente, siguiendo ciertos principios, y representa todas las tareas necesarias para completar con éxito el proyecto.



Tabla 7: Estructura de Descomposición del trabajo

Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
Proyecto de una Planta Solar Fotovoltaica de 100 kW en la cubierta de una nave industrial	Fase de estudio	Visita a campo	Estado estructural de la nave	
			Estado de la cubierta	Ubicación de lucernarios
				Ubicación de puntos débiles visuales
			Estado del sistema eléctrico	Ubicación del cuadro general y/o secundarios
				Ubicación de cajas de registro
				Planteamiento del cableado



		Tratamiento de datos	Redaccion del estudio de cambio de cubierta	
			Redaccion del estudio del sistema fotovoltaico	
	Fase de diseño	Redaccion proyecto de cambio de cubiertas		
		Redaccion proyecto sistema fotovoltaico		
		Documentacion preinstalacion	Licencia de obras cambio cubierta	
	Licencia de obras sistema fotovoltaico			
	Corte de calle			



			Solicitud de subvenciones		
Fase de ejecución	Cambio existente	cubierta	Retirada de cubierta de amianto		
			Limpieza de los perfiles de acero		
			Implementacion de la nueva cubierta de acero		
	Implementacion sistema fotovoltaico			Colocacion de la estructura fotovoltaica	
				Colocacion de los modulos fotovoltaicos	
				Conexión electrica del sistema fotovoltaico	Conexión de la parte de corriente continua
					Conexión de la parte de corriente alterna



	Fase de puesta en marcha	Legalizacion de instalacion	de la OCA	
			Permisos de acceso y conexión	

2.3.10 Verificación del alcance

La verificación del alcance es el proceso mediante el cual se oficializa la aceptación de los entregables finalizados del proyecto. En esta fase, el equipo de gestión revisa los logros alcanzados en cada componente de la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT). Esto implica la revisión de los resultados obtenidos por cada equipo de trabajo que conforma el proyecto, asegurando que el desarrollo se mantenga en la dirección correcta a lo largo de su ejecución. Estas acciones se enmarcan dentro de los procesos de seguimiento y control del proyecto. Asimismo, se lleva a cabo una verificación del alcance al llegar a la fecha de finalización del proyecto.

2.3.11 Control del alcance

Este proceso implica monitorear constantemente el estado del alcance del proyecto y gestionar cambios en la línea base del alcance, particularmente en el ámbito contractual. El control del alcance del proyecto se emplea para administrar los cambios reales a medida que surgen, integrándose con otros procesos de control.

En el contexto que nos concierne, la dirección de obra, es responsable de identificar posibles desviaciones en el alcance del proyecto. Además, junto con el responsable del contrato, valida estas desviaciones cuando son coherentes y toma medidas correctivas en casos donde la desviación no esté justificada. Esto puede ocurrir si resulta en costos adicionales significativos, retrasos o una disminución en la calidad del entregable.

Asimismo, cualquier ejecución que se aparte de lo estipulado en el proyecto constructivo se discutirá con el cliente. Se evaluará la urgencia y la necesidad del cambio según las nuevas exigencias del cliente, además de considerar los ajustes requeridos para adaptarse a estas nuevas necesidades.

En situaciones en las que se produzcan múltiples cambios significativos en relación al proyecto original, se contemplará la posibilidad de redactar un proyecto modificado del proyecto constructivo. Este documento recogerá todos los cambios introducidos con respecto al proyecto original. Además, dichas modificaciones deberán introducirse en el Plan de dirección del proyecto y en consecuencia, en la EDP del mismo

2.3.12 Aprobaciones

La firma del Director de proyecto da el valor al contenido del presente Plan de Gestión del Alcance, demostrándose de esta forma la aprobación y validez del mismo.

Juan Carlos Rico, director del proyecto de construcción: Proyecto de una Planta Solar Fotovoltaica de 100 kW en la cubierta de una nave industrial en la localidad de Paterna.
A 25 de julio de 2024.



2.4 Plan de Gestión de los Requisitos

2.4.1 Introducción

El plan de gestión de los requisitos es un componente esencial del plan para la dirección del proyecto que describe cómo se analizarán, documentarán y gestionarán los requisitos del proyecto. Algunas organizaciones lo denominan también como un plan de análisis de negocios. Los componentes del plan de gestión de los requisitos incluyen, entre otros:

- Como serán planificadas, monitoreadas y reportadas las actividades asociadas a los requisitos y que se informara sobre estas.
- Las actividades de gestión de la configuración, tales como: cómo se iniciarán los cambios, como se analizará el impacto, como será el monitoreo, seguimiento y reporte, así como los niveles de autorización requeridos para aprobar dichos cambios.
- El proceso para priorizar los requisitos.
- Las métricas que se utilizaran y el fundamento de su uso.
- La estructura de trazabilidad que refleja los atributos de requisitos capturados en la matriz de trazabilidad.

El éxito del proyecto está estrechamente ligado a la participación activa de los involucrados en identificar y desglosar las necesidades en requisitos del proyecto, así como a la atención dedicada a la determinación, documentación y gestión de dichos requisitos. Estos requisitos abarcan condiciones o capacidades necesarias en un producto, servicio o resultado para cumplir con un acuerdo o especificación formalmente establecida. Incluyen las necesidades y expectativas cuantificadas y documentadas del patrocinador, cliente y demás partes interesadas. Es esencial recopilar, analizar y registrar estos requisitos con suficiente detalle para incorporarlos en la línea base del alcance y poder medirlos una vez iniciado el proyecto.

2.4.2 Metodología de la gestión de requisitos

Para saber los requisitos necesarios en el proyecto se realiza un listado y definición de estos mismos a través de conocimientos propios influenciados por el director del proyecto y el director de obra:

- Requisitos de negocio: Se refieren a las necesidades globales de la organización, como los desafíos o las oportunidades empresariales, y explican las razones que motivan la iniciación de un proyecto. Los principales requisitos de negocio son:
 - Tener el cambio de cubierta y la implementación fotovoltaica con todos los documentos y legalización pertinentes antes del 08/11/2023
- Requisitos de los interesados: Detallan las necesidades de un individuo o un conjunto de personas involucradas en el proyecto. Al haber varios interesados en el proyecto los requisitos son:



- Cliente:
 - Que no tenga un sobrecoste superior al 15%.
 - Que se cumplan sus estándares de calidad exigidos.
 - No se dañe ningún elemento estructural no incluido durante la ejecución del proyecto.
 - Obtenga un ahorro en su factura eléctrica y reduzca sus emisiones de CO2 al ambiente.
 - Que se cumpla el plazo de finalización del proyecto.
- Director del proyecto:
 - Comunicar y transmitir la información entre los principales interesados del proyecto.
 - Asegurarse que se cumplan los plazos de ejecución.
 - Asegurarse que se cumplan los estándares de calidad exigidos por el cliente.
 - Asegurarse que no se superen unos sobrecostos superiores al 15%
 - Obtener experiencia en el sector fotovoltaico.
- Director de obra:
 - Poseer conocimientos en el sector fotovoltaico y cambios de cubiertas.
 - Tener cierta experiencia en este sector.
 - Cumplir el plazo de ejecución del proyecto.
 - No sobrepasar el presupuesto en mas de un 15% del presupuesto de ejecución material.
- Ayuntamiento:
 - Validar los permisos correspondientes para la ejecución adecuada del proyecto.
- I-DE:
 - Que el sistema fotovoltaico no pueda verter a red hasta que tenga los permisos de acceso y conexión.
 - Comunicar a la empresa comercializadora la aprobación del sistema de autoconsumo.
 - Revisar que los equipos auxiliares de su propiedad cumplan con los criterios del autoconsumo.
- Subcontrata fotovoltaica:
 - Tener experiencia en el sector de la fotovoltaica.
 - Cumplir los plazos de ejecución de la implementación de la fotovoltaica.
 - No hacer modificaciones si no han sido aprobadas previamente por el director de obra.
- Subcontrata cubierta:
 - Tener experiencia en el sector del cambio de cubiertas.



- Cumplir los plazos de ejecución de la implementación del cambio de cubierta.
- No hacer modificaciones si no han sido aprobadas previamente por el director de obra.
- Coordinador seguridad y salud:
 - Garantizar que todos los involucrados en el proyecto cumplan con el plan de seguridad y salud descrito en el proyecto.
- Empresas vecinas:
 - No vean dificultadas sus actividades actuales por la ejecución del proyecto.
- Servicio Territorial Industria:
 - Emitir el certificado de instalación eléctrica una vez este todo en correcto funcionamiento.
- Servicio Territorial Trabajo:
 - Que todas las personas que se encuentren trabajando para este proyecto estén dados de alta en la seguridad social.
- Requisitos de las soluciones: Estos requisitos describen las prestaciones, funciones y características del producto, servicio o resultado que deben cumplir tanto los requisitos del negocio como los de los interesados. Los principales requisitos de las soluciones son:
 - Cumplir con las reducciones de emisiones de CO2 al ambiente
 - Reducir el gasto energético en la factura de la luz.
- Requisitos del proyecto: Estos requisitos detallan las acciones, procesos u otras condiciones que el proyecto debe cumplir. Ejemplos de estos requisitos incluyen las fechas de los hitos, las obligaciones contractuales, las restricciones y otros elementos relevantes para el cumplimiento exitoso del proyecto. Los principales requisitos del proyecto son:
 - Tener el equipo generando electricidad antes de noviembre.
 - No sobrepasar el presupuesto en más de un 15% el presupuesto de ejecución material.
 - Ejecutarse según los estándares de calidad exigidos con el cliente cumpliendo sus especificaciones y marcas predilectas para la instalación.
- Requisitos de calidad: Estos requisitos recopilan las condiciones o criterios necesarios para validar la finalización exitosa de un entregable del proyecto o el cumplimiento de otros requisitos del proyecto. Ejemplos de estos requisitos incluyen pruebas, certificaciones, validaciones y otros métodos de aseguramiento de la calidad. Los principales requisitos de calidad son:
 - Se deben de cumplir los estándares establecidos por el cliente.
 - Generar y validar toda la documentación asociada al avance de las obras.
 - Obtener la autorización de los distintos órganos públicos.

2.4.3 Priorización de los requisitos

Después de recopilar todos los requisitos que afectan al proyecto, es fundamental clasificarlos y priorizarlos según su importancia para asegurar la finalización exitosa del proyecto. Esto permitirá establecer reglas de acción en caso de que haya desviaciones respecto a lo establecido en este plan. La técnica seleccionada clasifica los requisitos en tres niveles de prioridad, los cuales se detallan a continuación:

- **Prioridad Alta:** Son aquellos requisitos que son imprescindibles para la exitosa finalización del proyecto.
- **Prioridad Media:** Estos requisitos, aunque no son vitales para la continuidad del proyecto, si se cumplen, aumentarán considerablemente las posibilidades de una finalización exitosa. Generalmente, esta prioridad se otorga a requisitos relacionados con habilidades o capacidades técnicas de los principales interesados en el proyecto.
- **Prioridad Baja:** Se utiliza para clasificar aquellos requisitos que, si no se cumplen, no representan un riesgo para la correcta finalización del proyecto.

La priorización de requisitos, al igual que su identificación, es un proceso sujeto a cambios. Durante las distintas fases del proyecto, pueden surgir nuevos requisitos o cambiar la importancia de los existentes, debido a peticiones del cliente, imprevistos en la fase de ejecución o cualquier otra situación propia de los proyectos de construcción.

Durante la fase de ejecución, se llevarán a cabo reuniones periódicas entre los distintos interesados. En estas reuniones, se verificará indirectamente el grado de cumplimiento de los requisitos definidos en este plan y se evaluará la necesidad de añadir o eliminar algún requisito del listado recogido en la matriz de trazabilidad de requisitos, la cual se presenta a continuación.

2.4.4 Matriz de trazabilidad de requisitos

La matriz de trazabilidad de requisitos es una cuadrícula que vincula los requisitos del proyecto desde su origen hasta los entregables que los satisfacen. Implementar una matriz de trazabilidad de requisitos ayuda a asegurar que cada requisito agrega valor al proyecto, al vincularlo con sus objetivos. Proporciona un medio para realizar el seguimiento de los requisitos a lo largo del ciclo de vida del proyecto, lo cual contribuye a garantizar que, al final del proyecto, se entreguen efectivamente los requisitos aprobados en la documentación de requisitos.

En la matriz de trazabilidad de requisitos se pueden registrar los atributos asociados con cada requisito. Estos atributos ayudan a definir la información clave acerca de cada requisito. Los atributos típicos utilizados en la matriz de trazabilidad de requisitos y que se recogerán en el presente plan incluyen: un identificador único, una descripción textual del requisito, la complejidad en su consecución, el



responsable, la prioridad que se le otorga, el estado actual (como vigente, cancelado, aplazado, agregado, aprobado, asignado, completado).

Tabla 19: Matriz de Trazabilidad de requisitos

Matriz de trazabilidad de requisitos						
Categoría	Requisito	Responsable	Objetivo	Complejidad	Prioridad	Estado actual
Requisito de negocio	Tener el cambio de cubierta y la implementación fotovoltaica con todos los documentos y legalización pertinentes antes del 08/11/2023	Director de proyecto	Éxito del proyecto	Alta	Alta	Aprobado
Requisito de los interesados	Que no tenga un sobrecoste superior al 15%.	Cliente	Éxito del proyecto	Media	Alta	Aprobado
	Que se cumplan sus estándares de calidad exigidos	Cliente	Éxito del proyecto	Media	Alta	Aprobado
	No se dañe ningún elemento estructural no incluido durante la ejecución del proyecto	Director de obra	Seguridad	Baja	Alta	Aprobado
	Obtenga un ahorro en su factura eléctrica y reduzca sus emisiones de CO2 al ambiente	Cliente	Económico	Baja	Media	Aprobado



Que se cumpla el plazo de finalización del proyecto	Director de proyecto	Éxito del proyecto	Media	Alta	Aprobado
Comunicar y transmitir la información entre los principales interesados del proyecto	Director del proyecto	Éxito del proyecto	Media	Alta	Aprobado
Asegurarse que se cumplan los plazos de ejecución	Director del proyecto	Éxito del proyecto	Medio	Alta	Aprobado
Asegurarse que se cumplan los estándares de calidad exigidos por el cliente	Director del proyecto	Éxito del proyecto	Medio	Alta	Aprobado
Asegurarse que no se superen unos sobrecostes superiores al 15%	Director del proyecto	Éxito del proyecto	Medio	Alta	Aprobado
Obtener experiencia en el sector fotovoltaico	Director del proyecto	Oportunidad	Medio	Medio	Aprobado
Poseer conocimientos en el sector fotovoltaico y cambios de cubiertas	Director de obra	Éxito del proyecto	Medio	Alta	Aprobado
Tener cierta experiencia en este sector	Director de obra	Éxito del proyecto	Alta	Alta	Aprobado



Cumplir el plazo de ejecución del proyecto	Director del proyecto	Éxito del proyecto	Medio	Alta	Aprobado
No sobrepasar el presupuesto en mas de un 15% del presupuesto de ejecución material	Director del proyecto	Éxito del proyecto	Medio	Alta	Aprobado
Validar los permisos correspondientes para la ejecución adecuada del proyecto	Director del proyecto	Éxito del proyecto	Alta	Alta	Aprobado
Que el sistema fotovoltaico no pueda verter a red hasta que tenga los permisos de acceso y conexión	Director del proyecto	Legalización	Baja	Alta	Aprobado
Comunicar a la empresa comercializadora la aprobación del sistema de autoconsumo	Director del proyecto	Legalización	Baja	Alta	Aprobado
Revisar que los equipos auxiliares de su propiedad cumplan con los criterios del autoconsumo	Director de obra	Éxito del proyecto	Alta	Alta	Aprobado
Tener experiencia en el sector de la fotovoltaica	Director de obra	Éxito del proyecto	Alta	Alta	Aprobado



Cumplir los plazos de ejecución de la implementación de la fotovoltaica	Director del proyecto	Éxito del proyecto	Medio	Alta	Aprobado
No hacer modificaciones si no han sido aprobadas previamente por el director de obra	Director de obra	Éxito del proyecto	Medio	Alta	Aprobado
Tener experiencia en el sector del cambio de cubiertas	Director de obra	Éxito del proyecto	Alta	Alta	Aprobado
Cumplir los plazos de ejecución de la implementación del cambio de cubierta	Director del proyecto	Éxito del proyecto	Medio	Alta	Aprobado
No hacer modificaciones si no han sido aprobadas previamente por el director de obra	Director de obra	Éxito del proyecto	Medio	Alta	Aprobado
Garantizar que todos los involucrados en el proyecto cumplan con el plan de seguridad y salud descrito en el proyecto	Coordinador de seguridad y salud	Seguridad	Alta	Alta	Aprobado
No vean dificultadas sus actividades actuales por la ejecución del proyecto	Director del proyecto	Operatividad	Alta	Alta	Aprobado



	Emitir el certificado de instalación eléctrica una vez este todo en correcto funcionamiento	Servicio territorial de industria	Éxito del proyecto	Media	Alta	Aprobado
	Que todas las personas que se encuentren trabajando para este proyecto estén dados de alta en la seguridad social	Director del proyecto	Seguridad	Baja	Alta	Aprobado
Requisito de soluciones	Cumplir con las reducciones de emisiones de CO2 al ambiente	Cliente	Social	Baja	Media	Aprobado
	Reducir el gasto energético en la factura de la luz	Cliente	Económico	Baja	Media	Aprobado
Requisitos del proyecto	Tener el equipo generando electricidad antes de noviembre	Director del proyecto	Éxito del proyecto	Medio	Alta	Aprobado
	No sobrepasar el presupuesto en mas de un 15% el presupuesto de ejecución material	Director del proyecto	Éxito del proyecto	Medio	Alta	Aprobado
	Ejecutarse según los estándares de calidad exigidos con el cliente cumpliendo sus especificaciones y marcas predilectas para la instalación	Cliente	Éxito del proyecto	Media	Alta	Aprobado
Requisitos de calidad	Se deben de cumplir los estándares establecidos por el cliente	Directo del proyecto	Éxito del proyecto	Medio	Alta	Aprobado



	Generar y validar toda la documentación asociada al avance de las obras	Director del proyecto	Legalizacion	Medio	Alta	Aprobado
	Obtener la autorización de los distintos órganos públicos	Director del proyecto	Éxito del proyecto	Medio	Alta	Aprobado



2.4.5 Aprobaciones

La firma del Director de proyecto da el valor al contenido del presente Plan de Gestión de Requisitos, demostrándose de esta forma la aprobación y validez del mismo.

Juan Carlos Rico, director del proyecto de construcción: Proyecto de una Planta Solar Fotovoltaica de 100 kW en la cubierta de una nave industrial en la localidad de Paterna. A 25 de julio de 2024.

2.5 Plan de Gestión del Cronograma

2.5.1 Introducción

El plan de gestión del cronograma delimitará los criterios y las actividades necesarias para la elaboración, supervisión y control del cronograma, así como para abordar los aspectos relacionados con la gestión de cambios. En este plan se establece la manera en que se manejarán las contingencias, los cambios solicitados en el cronograma y los procedimientos para su actualización. Además, se proporciona un detalle secuenciado de las tareas esenciales para la conclusión del proyecto, destacando las relaciones de precedencia entre ellas.

2.5.2 Metodología de la Gestión del Cronograma

Cada plan de gestión del cronograma debe incorporar una metodología y herramienta de programación. El proceso de Gestión del Cronograma se inicia con la definición del conjunto total de actividades que conforman el proyecto, utilizando proyectos similares previos como referencia. Estas actividades definidas se presentan en la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) del proyecto. A continuación, se procede a secuenciar las actividades mediante el Método de Diagramación por Precedencia, estableciendo relaciones lógicas entre ellas y determinando la duración de cada una.

La definición de la duración de las actividades emplea diversas técnicas, como la estimación basada en tres valores o el método de la estimación ascendente. En este caso, la estimación se realiza mediante la revisión de proyectos similares y juicio personal. Posteriormente, se asignan los recursos necesarios a cada actividad, considerando medios técnicos, humanos o materiales, con el objetivo de calcular el coste asociado a cada tarea. Esta información detallada se incorpora al Plan de Gestión de Costes.

Con todos estos elementos, se está en condiciones de elaborar el Diagrama de Gantt. Microsoft Project será la herramienta seleccionada para informatizar los datos y generar de manera eficiente el diagrama de Gantt del proyecto. La responsabilidad de crear este archivo y verificar su coherencia y viabilidad recae en la dirección de obra.

2.5.3 Hitos del cronograma

Un hito representa un momento específico dentro del ciclo de vida de un proyecto y se emplea para evaluar el progreso del proyecto hacia su meta final. En la gestión de proyectos, los hitos actúan como puntos de referencia que señalan eventos significativos o puntos de toma de decisiones. En el contexto del proyecto actual, se identifican los siguientes hitos:

- Aceptación del estudio
- Aprobación de licencias de obras
- Revisión estructural de pórticos
- Prueba eléctrica del sistema



- Certificado de Instalación Eléctrica
- Cierre del proyecto

2.5.4 Cronograma del proyecto

El equipo de dirección del proyecto ha analizado el proyecto constructivo, tanto el de cambio de cubierta como el de implementación del sistema fotovoltaico. Aplicando los condicionantes recogidos en el pliego se han dimensionado los recursos, medios y suministros necesarios para la ejecución de obra en calidad y plazo descritos.

De cara a la ejecución de las obras, se ha considerado como días hábiles de trabajo los cinco días de la semana, sin incluir sábados, domingos y festivos, con un turno de trabajo. Aunque de manera general se trabajará en horario diurno, algunos trabajos eléctricos se realizarán en horarios nocturnos para no dejar inoperativas las maquinarias que se encuentran en trabajo diurno en funcionamiento. Se ha programado que los trabajos de retirada de cubierta de amianto se realicen en el periodo de festividad de la empresa, Agosto, y los trabajos eléctricos se puedan realizar aun habiendo personal trabajando en la nave.

El programa de trabajos se ha estructurado en función de las fases descritas en el EDP, a nivel de estudio se encuentra las visitas a pie de obra y el tratamiento de datos, en la fase de diseño tenemos la redacción del proyecto de cambio de cubierta, y el del sistema fotovoltaico, además de la documentación preinstalación.

Dentro de la fase de ejecución se tiene lo mas extenso del proyecto, siendo este el cambio de cubierta y el montaje del sistema fotovoltaico, por último se encuentra la fase de explotación con la legalización de la instalación pasando por el Servicio territorial de Industria y la obtención de permisos de acceso y conexión de I-DE.

Se ha procurado que no haya solapamiento de fases a la hora de la ejecución entera del proyecto, para minimizar al mínimo la dependencia entre ellas. Esta ejecución provoca que no existan retrasos imprevistos en el proyecto, haciendo que cada fase tenga asignado su secuencia, sus recursos de personas y materiales para la buena ejecución.

2.5.5 Secuencia de actividades

En la tabla 8 se muestra cual es la duración de cada una de las actividades desarrolladas en las fases del proyecto, además de si tiene una predecesora diferente a comienzo-fin.

Se estima un comienzo de fases de estudio y diseño a principios de 2023 y se plantea la ejecución del proyecto con un comienzo el Lunes 31 de Julio, debido a que es el momento que cierra por vacaciones, hasta el lunes 4 de Septiembre, periodo en el que debería estar ejecutado el 100% de la retirada de la cubierta de amianto y por lo menos el 80% de la implementación de la nueva cubierta para no interrumpir el inicio de trabajos.

Tabla 8: Secuencia de actividades en la implementación fotovoltaica

NOMBRE DE LA TAREA	DURACION	COMIENZO	FIN	PREDECESORA
PROYECTO DE IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO SOBRE CUBIERTA	97 días*	09/01/2023	08/11/2023	
1.Fase de estudio	8 días	09/01/2023	19/01/2023	
Visita de campo	1 días	09/01/2023	09/01/2023	
Tratamiento de datos	7 días	10/01/2023	18/01/2023	
Aceptación del estudio	0 días	19/01/2023	19/01/2023	
2.Fase de diseño	12 días	23/01/2023	07/02/2023	
Redacción proyecto de cambio de cubiertas	7 días	23/01/2023	31/01/2023	
Redacción proyecto sistema fotovoltaico	7 días	23/01/2023	31/01/2023	
Licencia de obras cambio cubierta	2 días	01/02/2023	02/02/2023	03FC
Licencia de obras sistema fotovoltaico	2 días	01/02/2023	02/02/2023	04FC
Solicitud Corte de calle	1 día	03/02/2023	06/02/2023	
Solicitud subvención sistema fotovoltaico con cambio de cubierta	2 días	06/02/2023	07/02/2023	
3.Fase de ejecución	51 días	31/07/2023	11/10/2023	
Aprobación de licencias de obra	0 días	31/07/2023	31/07/2023	
Retirada cubierta de amianto	10 días	31/07/2023	11/08/2023	
Limpieza de perfiles de acero	5 días	14/08/2023	21/08/2023	
Revision estructural de pórticos	0 días	21/08/2023		
Montaje de la nueva cubierta de acero	12 días	22/08/2023	06/09/2023	
Colocación de la estructura fotovoltaica	10 días	07/08/2023	20/09/2023	
Colocación de los módulos fotovoltaicos	8 días	21/09/2023	02/10/2023	
Conexión eléctrico del sistema fotovoltaico	6 días	03/10/2023	11/10/2023	
Prueba eléctrica del sistema	0 días	11/10/2023	11/10/2023	
4.Fase de explotación	17 días	13/10/2023	08/11/2023	
OCA	1 día	13/10/2023	13/10/2023	
Permisos de acceso y conexión	15 días	16/10/2023	07/11/2023	
Legalización	1 día	07/11/2023	07/11/2023	
Certificado de instalación electrica	0 días	07/11/2023	07/11/2023	

*Son 97 días de ejecución de proyecto, ya que hay parón entre medias hasta que se pueda iniciar la obra en agosto

2.5.6 Asignación de recursos

La Tabla 9 recoge un resumen de los principales recursos humanos, técnicos y materiales que se necesitaran para la ejecución del proyecto en base a la planificación realizada. Dicha tabla es una aproximación a los recursos, no una asignación exacta, ya que ciertos recursos pueden sufrir alguna modificación, incremento o disminución de este una vez se ejecute la obra

Tabla 9: Asignación de recursos

RECURSOS DEL ENTORNO DE LA DIRECCION DE OBRA		
MEDIOS HUMANOS	UD	NOMBRE DEL MEDIO
	1	Director de proyecto
	1	Director de obra
	1	Coordinador de seguridad y salud
MEDIOS MATERIALES	3	Equipo informático
	1	Software informático
	1	Impresora
	3	EPI's
RECURSOS EN LA EJECUCION DE OBRA		
	1	Jefe empresa fotovoltaica
	1	Jefe empresa cambio cubierta
	2	Peón desmantelamiento amianto
	2	Peón implementación fotovoltaica
MEDIOS MATERIALES	1	Camión Grúa
	1	Camión desmantelamiento
	1	Plataforma elevadora
	60	Planchas acero
	420	Estructura Coplanar
	180	Módulos fotovoltaicos
	S/N	Cableado
	1	Inversor
	S/N	Equipos de medición
S/N	Herramientas manuales	
S/N	Pequeño material	

2.5.7 Diagrama de Gantt

En el anexo I del siguiente documento se recoge el diagrama de Gantt de la totalidad del proyecto, dividido en dos Gantts, el primero en la parte previa a la ejecución de la obra



y el Gantt correspondiente a la ejecución de la obra, esto se plasma del siguiente modo ya que desde que se solicitan las licencias de obra hasta que se inicia la obra hay un periodo de 5 meses que no se puede iniciar la obra.

2.5.8 Control del cronograma

La supervisión del cronograma será principalmente responsabilidad del director del proyecto y la dirección de obra. Para ello, se utilizará la herramienta Microsoft Project para mantener un control semanal del Diagrama de Gantt adjunto. En caso de que surjan retrasos durante la ejecución, el contratista contará con todos los recursos materiales y humanos disponibles para cumplir con las fechas establecidas en la planificación.

Si se aproxima la fecha programada para la finalización de los trabajos y se percibe que cumplir con este plazo resulta inviable, el responsable del contrato deberá formalmente solicitar una extensión de plazo a su superior, tras llegar a un consenso con la dirección de obra y el contratista.

2.5.9 Aprobaciones

La firma del Director de proyecto da el valor al contenido del presente Plan de Gestión del Cronograma, demostrándose de esta forma la aprobación y validez del mismo.

Juan Carlos Rico, director del proyecto de construcción: Proyecto de una Planta Solar Fotovoltaica de 100 kW en la cubierta de una nave industrial en la localidad de Paterna.
A 25 de julio de 2024.

2.6 Plan de Gestión de los Costos

2.6.1 Introducción

El objetivo del presente plan de gestión de costos es identificar, definir y administrar los costos del proyecto a lo largo de su ciclo de vida. Para ello, se inicia con el desarrollo del enfoque elegido para la gestión de costos. Posteriormente, se dedica una sección a definir los responsables encargados de la correcta gestión de estos costos, dada su importancia. Finalmente, en un tercer apartado, se establecerá la metodología a seguir para la gestión de costos del proyecto.

En secciones posteriores, se detallara el presupuesto completo del proyecto, el cual se divide en dos partes: por un lado, el presupuesto destinado a la ejecución material de las obras y, por otro lado, el presupuesto asociado a las labores de dirección de estas.

2.6.2 Enfoque de la gestión de costes

El proceso de gestión de costos se llevará a cabo considerando todos los procesos y políticas existentes para la planificación, estimación, financiación, gestión y control de costos del proyecto. Esto garantizará que se ejecuten dentro del presupuesto definido en el proyecto constructivo. Se designarán responsables específicos y se utilizará la documentación adecuada para gestionar los costos del proyecto.

Durante la fase de ejecución de la obra, los costos del proyecto se controlarán de manera semanal. El equipo de dirección realizará visitas diarias para comparar lo ejecutado con lo que se pretende certificar. Además, al inicio del proyecto se establecerán hitos a los cuales se realiza el control y seguimiento económico del estado de la obra con la técnica del valor ganado, cuyos detalles se abordarán en secciones posteriores.

Es importante destacar que este plan estará sujeto a cambios a medida que el proyecto avance a través de sus diversas fases. Especialmente durante la fase de ejecución, es probable que se realicen ajustes. En caso necesario, el plan se actualizará en consecuencia.

2.6.3 Responsables en la gestión de los costos

Gestionar los costes de un proyecto de manera que el presupuesto final sea lo más ajustado al presupuesto inicial de adjudicación y se eviten sobrecostes elevados que puedan poner en peligro la viabilidad del proyecto es una tarea compleja, dada la naturaleza del interés económico propio de cada empresa involucrada durante la ejecución de las obras. Por esta razón, la gestión de costes será responsabilidad de la dirección de las obras en colaboración con el responsable del contrato. A continuación, se procederá a identificar a los interesados con mayor influencia e impacto sobre los costes del proyecto, proporcionando una breve explicación del papel que desempeña cada uno de ellos.

- Cliente: Es, junto al director del proyecto, la figura que mayor poder tiene en la gestión de los costos del proyecto. Es la figura que tiene la última palabra a la



hora de todas las decisiones que tengan que ver con una variación del presupuesto pactado. Para ello, realizara una verificación mediante firma para aprobar todas las variaciones presupuestarias que se puedan derivar del proyecto.

- Director del proyecto: El responsable de contrato, en colaboración con el equipo de dirección de obras, garantizará el cumplimiento de los costes establecidos en el proyecto. Para lograrlo, desempeñará el papel de mediador en la interacción diaria entre el equipo de dirección de obras y el contratista, así como entre el equipo de dirección de obras y cliente. Convocará reuniones según sea necesario para abordar posibles discrepancias planteadas por el contratista con respecto a las mediciones incluidas en el proyecto, que podrían resultar en la aprobación de nuevos precios contradictorios.
- Director de obra: Al igual que el director de proyecto, el director de obra también se asegurará del estricto cumplimiento de los costes establecidos en el proyecto. Semanalmente, enviará las certificaciones de lo ejecutado en la obra al responsable de contrato para su aprobación. Asimismo, convocará al responsable de contrato para informar sobre posibles incrementos significativos en el costo de ejecución del proyecto, tras haber consensuado previamente con el contratista principal de las obras. En caso necesario, redactará un proyecto modificado que incluya todos los precios nuevos contradictorios, luego de haber llegado a un consenso con el cliente y el contratista principal.
- Empresas subcontratadas: Tendrán la responsabilidad de ejecutar las obras dentro del presupuesto establecido en el proyecto. Trabjará en colaboración con la dirección de obra para informar y analizar la posible aprobación de nuevos precios que no estén contemplados en el proyecto inicial, así como cualquier variación en las mediciones respecto a lo definido en el proyecto. Esta colaboración garantizará una gestión eficiente de los costos y una ejecución exitosa del proyecto.

2.6.4 Control de costes del proyecto

Es crucial establecer un sistema efectivo para medir parámetros relevantes que permitan la evaluación, seguimiento y control de lo ejecutado en comparación con lo proyectado durante un período determinado.

Para lograr esto, se utilizará la Gestión del Valor Ganado (GVG), también conocida como Earned Value Management en inglés (EVM). Este enfoque permite medir el desempeño del proyecto comparando su avance real con el planificado, lo que facilita la evaluación de tendencias y la formulación de pronósticos.

La implementación de esta técnica requiere definir una Línea Base de Medición del Desempeño, que incluya la descripción del alcance del trabajo, los plazos establecidos en el cronograma y el cálculo de los costos y recursos necesarios para la ejecución del

proyecto. La técnica del valor ganado implica el desarrollo de los siguientes valores clave para cada actividad del cronograma, paquete de trabajo o cuenta de control:

- Valor Planeado (PV, Planned Value, por sus siglas en inglés): Es el costo presupuestado para completar una actividad, paquete de trabajo o cuenta de control hasta un punto determinado en el tiempo.
- Valor Ganado (EV, por sus siglas en inglés): Es el valor del trabajo realmente realizado hasta un punto específico en el tiempo, expresado en términos del presupuesto aprobado para esa actividad.
- Costo Real (AC, por sus siglas en inglés): Es el costo real en el momento actual para completar una actividad, paquete de trabajo o cuenta de control.
- Índice de Desempeño del Cronograma (SPI, por sus siglas en inglés): Es una medida de la eficiencia de tiempo del proyecto, calculada como el valor ganado dividido por el valor planeado.
- Índice de Desempeño de Costos (CPI, por sus siglas en inglés): Es una medida de la eficiencia de costos del proyecto, calculada como el valor ganado dividido por el costo real.

Estos valores clave proporcionan información valiosa sobre el progreso del proyecto y permiten a los gerentes y equipos de proyecto tomar decisiones informadas para mantener el proyecto en curso y dentro del presupuesto.

Una vez que se ha cuantificado el valor de estas variables, el siguiente paso implica realizar una comparación entre ellas para obtener el rendimiento de costos y plazos. El primer paso es verificar el costo real en el que se ha incurrido hasta la fecha del análisis y contrastarlo con el Valor Ganado, lo que nos da el Índice de Variación de Costos (VC), calculado como la diferencia entre el Valor Ganado (EV) y el Costo Real (AC): $VC = EV - AC$. De manera inmediata, también se obtiene el Índice de Rendimiento de Costos (IRC), calculado como la proporción del Valor Ganado respecto al Costo Real: $IRC = EV / AC$.

Si el Índice de Rendimiento de Costos (IRC) es mayor que 1, indica que los costos reales son menores que lo planeado hasta el momento. Esto sugiere una eficiencia en la ejecución del proyecto en términos de costos, ya que se está gastando menos de lo presupuestado para el trabajo realizado hasta la fecha.

Por otro lado, si el IRC es inferior a 1, significa que los costos reales superan lo planificado hasta el momento. En este caso, el presupuesto está siendo sobrepasado, lo que podría indicar problemas en la gestión de costos o imprevistos que han causado un gasto mayor al esperado.

En resumen, un IRC mayor que 1 indica una buena gestión de costos, mientras que un IRC menor que 1 sugiere que se están excediendo los límites presupuestarios establecidos.

2.6.5 Costos del proyecto

2.6.5.1 Costo de personal

Para realizar una valoración real del presupuesto necesitamos conocer en primer lugar el coste horario de cada uno de los recursos que intervienen en la realización de este proyecto:

Tabla 10: Coste unitario de cada recurso humano

Recurso Humano	Coste horario
Director de proyecto	75 €/hora
Director de obra	50 €/hora
Coordinador seguridad y salud	25 €/hora
Jefe empresa fotovoltaica	60 €/hora
Jefe empresa cambio cubierta	60 €/hora
Peón empresa cambio cubierta	12,50 €/hora
Peón empresa fotovoltaica	12,50 €/hora

A razón de estos precios unitarios de mano de obra y según la fase del proyecto donde se emplean se obtiene el costo total de mano de obra de la ejecución del proyecto:

Tabla 11: Coste real de cada recurso humano

Fase	Recursos	Tiempo empleado	Coste (€)
Fase de estudio	Director de proyecto	6,25%	300,00
	Director de obra	100%	3.200,00
Fase de diseño	Director de obra	100%	5.600,00
	Director del proyecto	100%	8.400,00
Fase de ejecución	Jefe empresa cambio cubierta	100%	12.960,00
	Peón empresa cambio cubierta	100%	2.700,00
	Jefe empresa fotovoltaica	100%	11.520,00
	Peón empresa fotovoltaica	100%	2.400,00
	Director de proyecto	25%	7.650,00
	Director de obra	100%	20.400,00
	Coordinador seguridad y salud	25%	2.550,00
Fase de explotación	Director de obra	100%	6.800,00
TOTAL PERSONAL			84.480,00

El coste en personal del proyecto ascendería en ochenta y cuatro mil cuatrocientos ochenta euros.

2.6.5.2 Costo de material

Para los costes materiales se consideran únicamente los que se emplean en el desarrollo y ejecución de obra, debido a que los empleados durante la fase de desarrollo del proyecto no son exclusivos de utilización en este proyecto, sino que se podrían emplear en desarrollar otros proyectos.

Tabla 12: Coste unitario y total de cada recurso material

Material	Cantidad	Coste unitario	Coste total
Camión grúa	16 horas	150,00	2.400,00
Camión desmantelamiento	8 horas	150,00	1.200,00
Plataforma elevadora	408 horas	65,00	26.520,00
Planchas acero	60 unidades	450,00	27.000
Estructura coplanar	420 unidades	1,25	525,00
Módulos	180 unidades	145,00	26.100,00
Inversor	1 unidad	5.600,00	5.600,00
TOTAL MATERIAL			89.345,00

El presupuesto del material asciende a ochenta y nueve mil trescientos cuarenta y cinco euros.

2.6.5.3 Presupuesto completo

A continuación se muestra cual es el cotes total del proyecto teniendo en cuenta ya los gastos generales y el beneficio industrial del proyecto.

Tabla 13: Coste total del proyecto

Partida presupuestaria	Coste
Coste personal	84.480,00 €
Coste material	89.345,00 €
Presupuesto de ejecución material	173.825,00 €
Gastos generales	22.597,25 €
Beneficio industrial	10.429,50 €
Presupuesto de contrata	206.851,75 €
IVA	43.438,87 €
Presupuesto total	250.290,62 €

El presupuesto total asciende a dos ciento cincuenta mil dosciento noventa euros con sesenta y dos centimos.



2.6.6 Aprobaciones

La firma del Director de proyecto da el valor al contenido del presente Plan de Gestión del Cronograma, demostrándose de esta forma la aprobación y validez del mismo.

Juan Carlos Rico, director del proyecto de construcción: Proyecto de una Planta Solar Fotovoltaica de 100 kW en la cubierta de una nave industrial en la localidad de Paterna.
A 25 de julio de 2024.



2.7 Plan de Gestion de los Recursos

2.7.1 Introduccion

El plan de gestión de recursos es un conjunto integral de procesos y métodos que se aplican para garantizar la finalización exitosa de un proyecto, cumpliendo con los objetivos establecidos. Este ámbito de la gestión de proyectos es fundamental para optimizar el uso de los recursos disponibles, lo cual incluye no solo los recursos humanos, sino también materiales, financieros y tecnológicos.

Dentro de este plan se deben de definir cuales son los objetivos de la gestión de los recursos, identificar cuales son recursos propios, subcontratados o necesarios de adquirir, además de las métricas de evaluación de que estos recursos desempeñen bien su trabajo. Todo ello además con un responsable de cada uno de los recursos para su correcta ejecución y desempeño dentro del proyecto.

2.7.2 Objetivos de la Gestion de Recursos

La gestión de recursos tiene objetivos específicos orientados a asegurar que los proyectos se completen con éxito. Estos objetivos son esenciales para mantener la eficiencia, el control y la calidad en el desarrollo de los proyectos. A continuación, se detallan los principales objetivos de la gestión de recursos en la dirección de proyectos:

- Optimización del Uso de Recursos: Garantizar que todos los recursos (humanos, materiales, financieros y tecnológicos) se utilicen de manera óptima para evitar el desperdicio y maximizar la productividad.
- Asignación Adecuada de Recursos: Distribuir los recursos de manera efectiva para cada tarea y fase del proyecto, asegurando que se asignen en función de las prioridades y necesidades específicas del proyecto.
- Control de Costos: Monitorear y gestionar los costos asociados a los recursos para mantener el proyecto dentro del presupuesto asignado, evitando sobrecostos y asegurando un uso eficiente del capital.
- Cumplimiento de Plazos: Asegurar que los recursos se gestionen de tal manera que todas las tareas y fases del proyecto se completen dentro del cronograma establecido, evitando retrasos que puedan afectar la entrega del proyecto.
- Calidad del Proyecto: Asegurar que la gestión de recursos contribuya a mantener y mejorar la calidad del proyecto, garantizando que los recursos adecuados estén disponibles para cumplir con los estándares de calidad establecidos.
- Satisfacción de los Stakeholders: Garantizar que las necesidades y expectativas de los interesados (stakeholders) se cumplan mediante una gestión eficiente de los recursos, lo que contribuye a la satisfacción y confianza en el proyecto.



- **Desarrollo de Capacidades:** Facilitar la formación y el desarrollo de habilidades del equipo del proyecto, mejorando su capacidad para manejar recursos y completar proyectos futuros con mayor eficacia.

Estos objetivos permiten que la gestión de recursos dentro de la dirección de proyectos sea estratégica y eficaz, contribuyendo al éxito del proyecto y al logro de sus metas.

2.7.3 Identificación de los recursos

Dentro de este plan de debe de identificar y aclarar cuales son los recursos propios que tiene la empresa y hace uso de ellos, los recursos que son subcontratados pero la empresa siempre dispone de las misma empresa para cada servicio necesario y los recursos que se deben de analizar a fondo en el Plan de Gestion de Aprovisionamiento:

- **Recursos propios:** Los recursos materiales y personales propios de este proyecto de encuentran el director del proyecto, junto al director de obra, como recursos personales que se encuentran a disposición plena de la empresa promotora de la obra y como recursos materiales se encuentran los medios de elevación y camiones grúa.
- **Recursos subcontratados:** Estos recursos son los que no son propios de la empresa pero siempre que se inicia obra de estas características se cuenta con ellos, en este caso son las subcontratas de cambio de cubierta y fotovoltaica y el coordinador de seguridad y salud
- **Recursos adquiridos:** Estos recursos son los que en cada proyecto se deben de adquirir y gestionar a parte a través del Plan de Gestion de Aprovisionamiento, siendo estos los materiales del cambio de cubierta y los materiales de la implementación de la fotovoltaica.
- **Otros materiales:** Estos recursos donde se engloba el cableado, tornillería, bandeja, protecciones... Es un material que implementa directamente la empresa subcontrata con las especificaciones del director del proyecto pero no se tiene una gestión exacta de este por las variaciones en cantidades que puede sufrir.

Esta identificación de los recursos es clave para no tener ningún problema ni desviación a la hora de escoger e identificar cuales son y como se han seleccionado.

2.7.4 Métricas de evaluación

Para evaluar la gestión de recursos es esencial considerar ciertas métricas clave. Estas métricas se enfocan en la eficiencia y la eficacia con las que se emplean y administran los recursos, como el tiempo, el personal, el presupuesto y los materiales, a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto.

A) Utilización de recursos:

- Tasa de Utilización: Mide el porcentaje de tiempo que los recursos están realmente dedicados a tareas productivas en comparación con el tiempo disponible.
 - Carga de Trabajo: Evalúa si los recursos están sobrecargados o subutilizados en el proyecto.
- B) Cumplimiento del presupuesto:
- Variación del costo: Compara el costo presupuestado de los recursos con el costo real incurrido.
 - Índice de desempeño del costo: Ratio de los costos presupuestados frente a los costos reales.
- C) Cumplimiento del cronograma:
- Variación del cronograma: Mide la diferencia entre el trabajo planificado y el trabajo real completado en términos de tiempo.
 - Índice de desempeño del cronograma: Ratio del trabajo planificado completado frente al trabajo real completado en el tiempo planificado.
- D) Impacto en la entrega del proyecto:
- Cumplimiento de los hitos: Capacidad de cumplir con los hitos del proyecto en los tiempos programados.
 - Entrega del proyecto a tiempo: Evaluación de si el proyecto se completó dentro del cronograma establecido.

Estas métricas proporcionan una visión integral de cómo se están gestionando los recursos en un proyecto y permite al director de proyecto tomar decisiones informadas para mejorar la eficiencia y efectividad del uso de los recursos.

2.7.5 Gestión de los recursos

Una vez ya tenemos identificados los recursos, ya sean de personal o materiales que se van a emplear en el proyecto se clasifican según la Tabla 14.

Tabla 14: Gestión de los recursos del proyecto

Recurso	Tipo de recursos	Fase de asignación	Fecha inicio	Fecha fin	Responsable asignación
Director del proyecto	Recurso propio	Fase de estudio	09/01/23	06/11/23	Empresa adjudicataria del proyecto
Director de obra	Recurso propio	Fase de estudio	09/01/23	06/11/23	Director del proyecto
Coordinador seguridad y salud	Recurso subcontratado	Fase de ejecución	31/07/23	11/10/23	Director del proyecto

Subcontrata empresa fotovoltaica	Recurso subcontratado	Fase de ejecución	07/09/23	11/10/23	Director de obra
Subcontrata empresa cambio cubierta	Recurso subcontratado	Fase de ejecución	31/07/23	06/09/23	Director de obra
Camion grúa	Recurso propio	Fase de ejecución	22/08/23	22/08/23	Director de obra
			07/09/23	07/09/23	Director de obra
Camion desmantelamiento	Recurso propio	Fase de ejecución	31/07/23	11/08/23	Director de obra
Plataforma elevadora	Recurso propio	Fase de ejecución	31/07/23	11/10/23	Director de obra
Material fotovoltaica	Recurso adquirido	Fase de ejecución	07/09/23	11/10/23	Director del proyecto
Material cambio cubierta	Recurso adquirido	Fase de ejecución	31/07/23	06/09/23	Director del proyecto

2.7.6 Aprobaciones

La firma del Director de proyecto da el valor al contenido del presente Plan de Gestión de los Recursos, demostrándose de esta forma la aprobación y validez del mismo.

Juan Carlos Rico, director del proyecto de construcción: Proyecto de una Planta Solar Fotovoltaica de 100 kW en la cubierta de una nave industrial en la localidad de Paterna. A 25 de julio de 2024.

2.8 Plan de Gestión de los Riesgos

2.8.1 Introducción

El plan de gestión de riesgos es un componente esencial del plan para la dirección del proyecto, detallando cómo se estructurarán y llevarán a cabo las actividades de gestión de riesgos.

Este plan comienza con una descripción del enfoque seleccionado para manejar los riesgos presentes en el proyecto. Luego, se procede a identificar todos los riesgos detectados durante la fase de planificación del proyecto, utilizando un formato tabular que incluye la identificación de cada riesgo junto con su probabilidad e impacto asignados. Finalmente, el plan concluye con una sección dedicada a la gestión de los riesgos identificados previamente, asignando a cada uno un responsable que supervisará su estado a lo largo de las distintas fases del ciclo de vida del proyecto.

2.8.2 Enfoque de la gestión de riesgos

Inicialmente, como parte de la planificación realizada por el equipo de dirección, se llevará a cabo un estudio de gestión de riesgos antes de que comiencen las obras. Este estudio tiene como objetivo identificar todos los riesgos potenciales que puedan existir en el proyecto. Además de la identificación, se realizará un análisis individual de cada riesgo, asignando un responsable y estableciendo acciones correctivas correspondientes. Este enfoque permitirá reducir los efectos de los riesgos identificables desde el inicio del proyecto, asegurando así una gestión proactiva de los riesgos desde el principio.

Durante el desarrollo de las obras, la gestión de riesgos se lleva a cabo siguiendo la estructura de descomposición de riesgos, de riesgos, realizando un seguimiento y analizando la probabilidad/impacto y asignando finalmente un responsable de seguimiento de este posible riesgo y que hacer en caso de que suceda.

Para implementar este método de trabajo, se designarán equipos de trabajo específicos encargados de identificar riesgos en el proyecto. Estos equipos se reunirán mensualmente a través de Microsoft Teams para consensuar los nuevos riesgos identificados durante el mes en cuestión.

A la finalización del proyecto se le entregará al cliente todos los riesgos identificados durante su ejecución y cuales han sido sus planes de actuación.

2.8.3 Identificación de riesgos

El proceso de identificación de riesgos se lleva a cabo con el objetivo de no pasar por alto ninguna eventualidad que pueda surgir durante el proyecto. Este trabajo será realizado por el director del proyecto con el respaldo del equipo de dirección del proyecto. Cada miembro del equipo, basándose en su experiencia, contribuirá

identificando los riesgos pertinentes. Los pasos a seguir en la identificación de riesgos son:

- Identificar todos los riesgos posibles durante la ejecución del proyecto
- Realizar una estructura de descomposición de riesgos ordenado por cada una de las fases del proyecto.
- Realizar un análisis de de estos riesgos identificados.
- Por ultimo realizar un administración de riesgos asignándole un responsable y una acción de respuesta.

2.8.4 Numeracion de riesgos del proyecto

A continuación se realiza una numeración de todos los riesgos que pueden identificarse durante la ejecución de este proyecto:

- **Costos imprevistos:** Los proyectos de construcción siempre tienen el riesgo de que los costos aumenten debido a imprevistos durante la ejecución, como la necesidad de reparaciones adicionales en la estructura o cambios en los materiales requeridos.
- **Retrasos en la entrega:** Factores como condiciones climáticas adversas, problemas de suministro de materiales o retrasos en los permisos pueden causar demoras en la finalización del proyecto, lo que afecta tanto los plazos como los presupuestos.
- **Accidentes laborales:** La instalación de paneles solares implica trabajar en alturas y manipular equipos y materiales pesados, lo que aumenta el riesgo de accidentes en el lugar de trabajo si no se siguen estrictamente las normas de seguridad.
- **Riesgos técnicos:** Los errores en el diseño o la instalación de los paneles solares pueden provocar problemas de rendimiento a largo plazo, como una producción de energía inferior a la esperada o incluso daños en la propiedad.
- **Impacto ambiental:** Si el proyecto no se lleva a cabo de manera adecuada, podría tener impactos negativos en el medio ambiente, como la generación de residuos o la contaminación del suelo y el agua.
- **Cambio de la normativa:** Los proyectos de energía solar están sujetos a regulaciones y estándares específicos, como los códigos de construcción locales y las normativas de conexión a la red eléctrica. El cambio repentino de estas normativas retrasaría la obra, llegando incluso a modificar partes de esta.
- **Disponibilidad de mano de obra cualificada:** La escasez de trabajadores calificados en la industria de la construcción y la energía solar puede dificultar la contratación de personal competente para llevar a cabo el proyecto dentro de los plazos previstos
- **Cambios en las condiciones climáticas:** Además de los retrasos directos causados por el clima adverso, los cambios climáticos a largo plazo pueden afectar el

rendimiento de los paneles solares y la vida útil de la cubierta, lo que puede influir en la rentabilidad del proyecto.

- Incertidumbre regulatoria y política: Los cambios en las políticas gubernamentales relacionadas con la energía renovable y los incentivos fiscales pueden afectar la viabilidad económica del proyecto y su rentabilidad a largo plazo. La incertidumbre en torno a futuras regulaciones y políticas podría generar riesgos adicionales en términos de planificación financiera y estratégica.
- Conflictos con la comunidad local: Pueden surgir conflictos con la comunidad local debido a preocupaciones sobre el impacto visual de los paneles solares, la posible obstrucción de vistas o el aumento del tráfico durante la construcción, lo que podría generar retrasos en el proyecto o incluso demandas legales.
- Cambios en los precios de la energía: Los cambios en los precios de la energía eléctrica en el mercado pueden afectar la rentabilidad del proyecto, especialmente si los precios caen por debajo de las proyecciones iniciales, lo que puede influir en el retorno de la inversión y la viabilidad financiera a largo plazo.
- Robo o vandalismo: Los paneles solares son objetivos atractivos para el robo y el vandalismo, lo que puede resultar en costosos reemplazos y reparaciones, así como en interrupciones en la producción de energía.
- Problemas de integración con la red eléctrica: Dificultades técnicas o burocráticas para integrar el sistema fotovoltaico con la red eléctrica local pueden generar retrasos en la conexión y en la obtención de los beneficios económicos asociados con la venta de energía generada.
- Errores en el dimensionamiento del sistema: Una mala estimación de la capacidad y el tamaño del sistema fotovoltaico necesario para satisfacer las necesidades energéticas del edificio puede resultar en una producción insuficiente o excesiva de energía, lo que afectaría negativamente la rentabilidad del proyecto.

2.8.5 Estructura de descomposición de riesgos

En este punto se presenta de manera visual el conjunto total de riesgos identificados durante la fase de planificación del proyecto. Esto se logra mediante el uso de lo que se conoce como 'EDR' o 'estructura de descomposición de riesgos', que identifica, desglosa y organiza jerárquicamente los riesgos del proyecto.

Tabla 15: Riesgos identificados en cada una de las fases

Fase del proyecto	Riesgo
Fase de estudio	Mal análisis de la cubierta
	Mal análisis del sistema eléctrico interior
	Falta de recopilación de algún dato
Fase de diseño	Subestimación de costes

	Error en el dimensionamiento fotovoltaico
	Error en el dimensionamiento de la cubierta
	Retraso en la obtención de permisos
	Cambio en normativas legales
Fase de ejecución	Accidente laboral
	Retraso en entrega de materiales
	Condiciones climáticas adversas
	Problemas de coordinación entre empresas subcontratistas
	Sobrecostos inesperados
	Rotura de materiales
	Problemas con la integración de materiales
	Robo de material
Fase de explotación	Fallo de equipos
	Retraso en inspecciones y aprobaciones

2.8.6 Análisis de riesgos

Después de identificar todos los riesgos que afectan al proyecto, es crucial llevar a cabo un análisis basado en dos parámetros principales: la probabilidad de ocurrencia y el impacto sobre el proyecto. Ambos indicadores se evaluarán subjetivamente para cada riesgo en una escala del 0 al 1, donde 0 representa una probabilidad de ocurrencia o impacto nulo, y 1 indica una probabilidad de ocurrencia o impacto máximo. El producto de estas dos variables proporcionará otra métrica, que llamaremos “nivel de riesgos”, la cual servirá para priorizar individualmente cada riesgo en función de su importancia. La Tabla 15, conocida como matriz de probabilidad e impacto, representa visualmente la importancia de cada riesgo mediante un código de colores.

Tabla 16: Matriz de probabilidad e impacto

Probabilidad		Amenazas					Oportunidades				
		0.90	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72	0.72	0.36	0.18	0.09
0.70	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56	0.56	0.28	0.14	0.07	0.04	
0.50	0.03	0.05	0.10	0.20	0.40	0.40	0.20	0.10	0.05	0.03	
0.30	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24	0.24	0.12	0.06	0.03	0.02	
0.10	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01	
		0.05	0.10	0.20	0.40	0.80	0.80	0.40	0.20	0.10	0.05
		Impacto									

En la tabla se pueden distinguir tres zonas:

- Zona Roja: Son los riesgos con más prioridad. Poseen una puntuación entre 0.72 y 0.24
- Zona Naranja: Son riesgos con prioridades moderadas, con puntuaciones en intervalo de 0.2 a 0.06
- Zona Verde: Son riesgos con probabilidad e impacto muy baja, entre 0.05 y 0.01

A continuación se muestra en formato tabla cada uno de los riesgos detectados con sus puntuaciones:

Tabla 17: Riesgos con su probabilidad e impacto

Riesgo	Probabilidad	Impacto	Puntuacion
Mal análisis de la cubierta	0.3	0.8	0.24
Mal análisis del sistema eléctrico interior	0.3	0.8	0.24
Falta de recopilación de algún dato	0.5	0.1	0.05
Subestimación de costes	0.7	0.2	0.14
Error en el dimensionamiento fotovoltaico	0.1	0.8	0.08
Error en el dimensionamiento de la cubierta	0.1	0.8	0.08
Retraso en la obtención de permisos	0.5	0.8	0.4
Cambio en normativas legales	0.3	0.4	0.12
Accidente laboral	0.1	0.8	0.08
Retraso en entrega de materiales	0.3	0.2	0.06
Condiciones climáticas adversas	0.1	0.4	0.04
Problemas de coordinación entre empresas subcontratistas	0.3	0.2	0.06
Sobrecostes inesperados	0.7	0.2	0.14

Rotura de materiales	0.1	0.2	0.02
Problemas con la integración de materiales	0.3	0.4	0.12
Robo material	0.3	0.8	0.24
Fallo de equipos	0.1	0.4	0.04
Retraso en inspecciones y aprobaciones	0.3	0.4	0.12

2.8.7 Gestión de riesgos

Una vez que los riesgos han sido priorizados, el siguiente paso implica asignar al menos un responsable para cada uno de ellos, además de establecer una acción de respuesta para mitigar sus efectos en caso de que representen una amenaza, o bien, potenciar sus efectos en caso de que sean una oportunidad. Todos estos detalles se encuentran registrados en la Tabla 17. Las acciones de respuesta se rigen por la clasificación hecha por el PMBOK 6ª Edición para abordar las amenazas, las cuales son:

- **Escalar:** El escalamiento es apropiado cuando tanto el equipo de proyecto como el patrocinador del proyecto están de acuerdo en que una amenaza se encuentra fuera del alcance del proyecto o que la respuesta propuesta excedería la autoridad del director del proyecto.
- **Evitar:** Esta estrategia se emplea cuando el equipo del proyecto toma medidas para eliminar la amenaza o proteger al proyecto de su impacto. Es adecuada para amenazas de alta prioridad con una alta probabilidad de ocurrencia y un gran impacto negativo.
- **Transferir:** La estrategia de transferencia implica el cambio de la responsabilidad de una amenaza a un tercero, quien manejará el riesgo y asumirá el impacto en caso de que la amenaza se materialice.
- **Mitigar:** La mitigación de riesgos implica tomar medidas para reducir tanto la probabilidad de ocurrencia como el impacto de una amenaza. Las acciones de mitigación tempranas suelen ser más efectivas que intentar reparar el daño después de que la amenaza se haya materializado.
- **Aceptar:** La estrategia de aceptación de riesgos reconoce la existencia de una amenaza, pero no se toman medidas proactivas para abordarla. Esta estrategia puede ser apropiada para amenazas de baja prioridad, y también puede ser adoptada cuando no es factible o rentable hacer frente a una amenaza.

Tabla 18: Gestión de riesgos

Riesgo	Puntuacion	Responsable seguimiento	Acción respuesta
Mal análisis de la cubierta	0.24	Director de proyecto	Evitar. Comprobar los análisis de la cubierta en dos ocasiones en caso de duda.
Mal análisis del sistema eléctrico interior	0.24	Director de proyecto	Evitar. Comprobar los análisis de sistema eléctrico en dos ocasiones en caso de duda.
Falta de recopilación de algún dato	0.05	Director de proyecto	Mitigar. Contrastar los datos con el responsable del proyecto o hacer una segunda visita en caso de dudas.
Subestimación de costes	0.14	Director de obra	Evitar. Buscar los mejores proveedores y subcontratistas que se acoplen al precio firmado con el cliente.
Error en el dimensionamiento fotovoltaico	0.08	Director de proyecto	Mitigar. Detectar los errores y corregirlos y contrastarlos con el director del proyecto.
Error en el dimensionamiento de la cubierta	0.08	Director de director de proyecto	Mitigar. Detectar los errores y corregirlos y contrastarlos con el director del proyecto.
Retraso en la obtención de permisos	0.4	Director de obra	Evitar. Gestionar con suficiente antelación dicha documentación.
Cambio en normativas legales	0.12	Director de proyecto	Aceptar. El director de proyecto será el encargado de analizar y transmitir a los interesados los cambios normativos establecidos.
Accidente laboral	0.08	Director de obra	Evitar. Control diario de que las diferentes empresas subcontratistas lleven los EPI'S correctos.
Retraso en entrega de materiales	0.06	Director de obra	Evitar. Hablar con el proveedor para que entregue el material en una fecha determinada.
Condiciones climáticas adversas	0.04	Director de obra	Aceptar. Ante un cambio climático se transmitiría a las partes afectadas de la imposibilidad de trabajar.
Problemas de coordinación entre empresas subcontratistas	0.06	Empresas subcontratadas	Mitigar. Los problemas causados por las empresas subcontratistas serán resueltas por los propios jefes de estas.
Sobrecostes inesperados	0.14	Director de obra	Aceptar. El contratista principal será quien asuma las consecuencias de la inflación teniendo en cuenta la duración del proyecto.
Rotura de materiales	0.02	Director de obra / Empresa subcontratas	Evitar. Comprobar los materiales una vez recibidos y montados. Tener cuidado a la hora de montarlos.



Cambio en la ubicación final de los equipos	0.12	Director de proyecto	Transferir. Hablar con el cliente ante el cambio de la implementación final de los materiales en la nave.
Robo material	0.24	Director de obra	Evitar. No dejar ningún tipo de material a la vista de la calle o tener vigilancia durante los momentos que no se trabaje.
Fallo de equipos	0.04	Director de obra	Evitar. Comprobar los materiales una vez estén montados.
Retraso en inspecciones y aprobaciones	0.12	Director de obra	Aceptar. Coordinar que no se puede hacer la inspección un cierto día y coordinar otro día de ejecutarla.

2.8.8 Aprobaciones

La firma del Director de proyecto da el valor al contenido del presente Plan de Gestión del riesgo, demostrándose de esta forma la aprobación y validez del mismo.

Juan Carlos Rico, director del proyecto de construcción: Proyecto de una Planta Solar Fotovoltaica de 100 kW en la cubierta de una nave industrial en la localidad de Paterna. A 25 de julio de 2024.



2.9 Plan de Gestión de Comunicaciones

2.9.1 Introducción

El plan de gestión de las comunicaciones es un componente esencial del plan para la dirección del proyecto, que describe cómo se planificarán, estructurarán, implementarán y monitorearán las comunicaciones del proyecto para asegurar su eficacia. Este plan incluirá información relativa a los requisitos de comunicación de los interesados, el contenido a comunicar (incluyendo idioma, formato, etc.), el motivo de la distribución de dicha información, los plazos y la frecuencia para la distribución de la información requerida, así como la recepción de confirmaciones o respuestas.

Como se comprueba a lo largo de todo el documento, el presente proyecto involucra a una gran cantidad de interesados, cada uno con diferentes niveles de poder, influencia e impacto. Esto evidencia que, aunque todos los interesados comparten el objetivo de implementar el cambio de cubierta y fotovoltaica en esta misma de manera exitosa, existen factores internos asociados a cada organización que podrían poner en riesgo la integridad del proyecto, como los intereses económicos de cada parte, interferencias entre las planificaciones de los subproyectos, etc. Por ello, resulta de vital importancia diseñar un plan de gestión de las comunicaciones específico para este proyecto.

2.9.2 Enfoque de la gestión de las comunicaciones

El enfoque en la gestión de las comunicaciones del proyecto se centra en desarrollar una estrategia que garantice la efectividad y eficiencia de las comunicaciones entre los interesados, o al menos procurar que estas se desarrollen de manera óptima a lo largo del tiempo. Juan Carlos Rico Charco, como director del proyecto, será responsable de asegurar que los interesados clave participen proactivamente en las etapas del proyecto que les correspondan. Para lograrlo, utilizará la Matriz de Comunicaciones del Proyecto, definida en el presente plan de gestión. Esta matriz permitirá determinar la importancia de la información, a quién se debe transmitir, quién debe comunicarla y en qué momento.

2.9.3 Gestión de las comunicaciones

Para que las comunicaciones vayan coordinadas y de acuerdo a unos estándares en el proyecto se deben identificar cuáles son todos los requisitos, medios e intervinientes en estas reuniones o conversaciones.

2.9.3.1 Requisitos de comunicación de los diferentes interesados

Para una correcta gestión de la comunicación es necesario la elaboración de un documento que estudie cómo gestionar las comunicaciones entre los interesados que intervienen en el proyecto. Este documento será primordial para el buen desarrollo del proyecto, especialmente durante la fase de ejecución. Deberá incluir información relativa a las necesidades de comunicación de cada interesado, escalas jerárquicas,



formas o medios de transmisión de la información, etc. Seguidamente, se procede con la identificación de las necesidades de información para cada uno de los interesados:

- El cliente: Será el interesado con mayor poder en el proyecto. Cualquier petición, cambio o sugerencia que proponga será atendida y analizada minuciosamente con el fin de alcanzar la máxima satisfacción del cliente. El principal medio de comunicación utilizado por el cliente para resolver pequeños problemas que pudiesen surgir durante la ejecución será el teléfono y/o correo electrónico. Si la gravedad o importancia del asunto lo requiere, se convocará una reunión en las oficinas del interesado que se considere oportuno.
- Director del proyecto: Como se ha comentado en diversas ocasiones a lo largo del documento, Juan Carlos Rico Charco será el director del proyecto. Es uno de los interesados con mayor poder, influencia e impacto en el proyecto. Será el principal responsable de mantener satisfecho e informado al cliente. Es de vital importancia que el director del proyecto posea grandes habilidades comunicativas, ya que mantendrá un contacto estrecho con el cliente y la dirección de obra, guiándolos a medida que la ejecución del proyecto avance por diferentes fases y ayudándolos con todas las dudas que pudiesen tener. Además, será la persona con más peso en el proyecto después del cliente, encargado de tomar las decisiones más importantes durante la fase de ejecución.
- Director de obra: Al igual que el cliente y el director del proyecto, el director de obra de la fase de ejecución será una de las figuras con mayor poder, influencia e impacto en el proyecto. Este director deberá tener un control total sobre el trabajo diario de los subcontratistas, garantizando que el proyecto se ejecuta dentro del coste, plazo y con los estándares de calidad exigidos. El medio principal de comunicación será el teléfono y/o correo electrónico. Cuando las circunstancias lo requieran, se convocará una reunión presencial con los afectados en cuestión. Todas las órdenes, recomendaciones o decisiones tomadas con el cliente y/o las empresas subcontratas deberán documentarse por escrito.
- Coordinador de seguridad y salud: Como coordinador de seguridad y salud, será responsable de difundir semanalmente, mediante correo electrónico, las posibles incidencias que se hayan registrado y como se han solventado o pueden solventarse. Esto incluirá advertencias sobre posibles interferencias entre lotes y la explicación del protocolo de actuación en caso de detectar nuevas interferencias que puedan surgir durante la semana. Todas las órdenes, recomendaciones o decisiones tomadas con el cliente y/o el contratista principal deberán documentarse por escrito.
- Organismos públicos y privados: Estos interesados tienen un gran poder e influencia directa sobre el proyecto. Se comunicarán principalmente con el director de obra del proyecto o director de proyecto a través de correo

electrónico y/o llamadas telefónicas, solicitando periódicamente información relacionada con la legalización y tramitación de las distintas instalaciones que constituyen el proyecto.

- Subcontratistas: Estos interesados intercambiarán información únicamente con el director de obra, acatando las órdenes y trabajos que les sean asignados. El intercambio de información se producirá principalmente a pie de campo, entre el director de obra y el responsable del subcontratista.

2.9.3.2 Vías de comunicación entre las partes interesadas

A continuación se detalla cuales serán las vías de comunicación empleadas durante todo el desarrollo del proyecto:

- Microsoft Teams: Será el medio de comunicación elegido para la realización de reuniones de forma telemática. Método por el cual podrán comunicarse el cliente y director de proyecto y el director de proyecto con el director de obra.
- Llamadas telefónicas / Correo electrónico: La mayor parte de los flujos de intercambio de información se producirán a través de uno de estos dos medios de comunicación. La elección entre un medio u otro dependerá de la necesidad en la velocidad de respuesta, así como la necesidad de reflejar por escrito una orden, conclusión o decisión que se haya tomado mediante vía telefónica o durante el desarrollo de una visita o reunión en obra. La aplicación de correo electrónico a utilizar será Outlook. La totalidad de las reuniones serán convocadas por dicha aplicación. El asunto del mensaje comenzará con la palabra 'Reunión..' y contendrá un enlace a Teams en caso de que la cita se produzca de forma telemática.
- Visitas a obra: Durante el transcurso de las obras, se llevarán a cabo visitas periódicas por parte del director del proyecto para verificar que el director de obra y las empresas subcontratistas están ejecutando las obras dentro del plazo y con la calidad requerida. En caso de que sea necesario debido a una ejecución deficiente, se abrirá una no conformidad al interesado, la cual se cerrará una vez que se haya corregido la imprecisión. Además, se organizarán visitas periódicas con el responsable del contrato para que pueda observar el avance de las obras. Durante estas visitas, se aclararán los aspectos que puedan generar dudas por parte de cualquiera de las partes.
- Reuniones: Estas reuniones podrán ser tanto presenciales a pie de obra o en la sala de reuniones que designe el interesado o de forma telemática a través de Microsoft Teams.

2.9.3.3 Directrices para la gestión de las reuniones y/o visitas a obra

Debido a la frecuencia e importancia de las reuniones/visitas a obras, se considera necesario establecer patrones que permitan sistematizar el proceso de planificación, ejecución y seguimiento de dichos actos. De esta manera, se llevarán a cabo únicamente las reuniones/visitas a obra estrictamente necesarias y se aumentará



significativamente la calidad y contenido de estas. Estos patrones se aplicarán tanto para las reuniones/visitas telemáticas como para aquellas que se realicen de forma presencial.

- Convocatoria de la reunión: Toda reunión/visita a obra comenzará con el envío de una convocatoria por correo electrónico. El interesado convocará a los asistentes, preferiblemente con una antelación mínima de 48 horas. En caso de que alguno de los interesados no pueda asistir, se comunicará formalmente a todos los participantes y se buscará una fecha alternativa para el evento.
- Figuras clave: Dentro de las figuras clave que se encuentran en una reunión podemos distinguir tres figuras
 - Moderador: Es la persona que convoca la reunión y al inicio de esta explicará a todos los asistentes el motivo y puntos del día de esta reunión.
 - Secretario: Es la persona encargada de tomar notas al transcurso de la reunión, en el caso de no haber ningún voluntario a tomar este papel de una forma imparcial sería el propio moderador el que designaría a algún miembro de esta para que ejecutase este papel.
 - Asistentes: El resto de integrantes de la reunión a la que van dirigidos los puntos del día, pudiendo estos aportar sus conocimientos para resolver problemas o situaciones que se puedan plantear.
- Actas: Todas las reuniones o visitas a obra irán acompañadas de un documento conocido como acta de visita/reunión, el cual incluirá la fecha y hora en la que se realizó la reunión, así como los asistentes y un resumen con las principales conclusiones que se extrajeron durante el encuentro. Este documento será elaborado por el secretario de la reunión y firmado por los asistentes. Posteriormente, será adjuntado vía correo electrónica a todos los asistentes.

2.9.4 Matriz de comunicaciones

El objetivo principal de comunicación del proyecto es asegurarse de generar información con la calidad y en la cantidad adecuada, y que llegue en el momento preciso a los diferentes interesados.

La matriz de comunicaciones contiene una descripción de toda la información que se debe comunicar a los distintos interesados del proyecto, así como quiénes serán los responsables de recolectarla, editarla y distribuirla.

Tabla 19: Matriz de comunicaciones

Matriz de comunicación						
Tipo de comunicación	Objetivo	Medio	Frecuencia	Audiencia	Responsable	Entregables
Seguimiento	Visitas a obra con el cliente para ver el avance de obra	Pie de obra	Cada semana	-Cliente -Director proyecto -Director de obra	Director proyecto	-Convocatoria -Actas -Documentacion
Técnica	Reunión de coordinación de obras	Telemática	Periódica	-Director proyecto -Director de obra -Jefe subcontrata fotovoltaica -Jefe subcontrata cubierta	Director proyecto	-Convocatoria -Actas -Documentación
Estratégica	Solucionar posibles incidencias durante la obra	Telemática o presencial	Puntual	-Director de obra -Jefe subcontrata fotovoltaica -Jefe subcontrata cubierta	Director de obra	-Convocatoria -Actas -Planteamiento y solución problemas -Documentación

2.9.5 Aprobaciones

La firma del Director de proyecto da el valor al contenido del presente Plan de Gestión de Comunicaciones, demostrándose de esta forma la aprobación y validez del mismo.

Juan Carlos Rico, director del proyecto de construcción: Proyecto de una Planta Solar Fotovoltaica de 100 kW en la cubierta de una nave industrial en la localidad de Paterna.

A 25 de julio de 2024



2.10 Plan de Gestión de la Calidad

2.10.1 Introducción

El Plan de Gestión de la Calidad incluye la metodología y los procesos para la gestión de la calidad, abarcando su monitorización, la gestión de cambios relacionados con la calidad y, finalmente, la aprobación del plan.

Se establecen los procesos, procedimientos, responsabilidades y recursos necesarios para asegurar que los productos o servicios cumplan con los requisitos de calidad especificados. Esto puede incluir la definición de estándares de calidad, la identificación de las actividades de control de calidad, la asignación de roles y responsabilidades, la planificación de auditorías internas, entre otros aspectos.

El objetivo principal del plan de gestión de la calidad es garantizar que los productos o servicios cumplan con las expectativas y requisitos del cliente, así como mejorar continuamente los procesos para aumentar la satisfacción del cliente y la eficiencia organizacional.

2.10.2 Metodología para la gestión de la calidad

Para obtener una correcta metodología para la gestión de la calidad deberemos primero saber cuáles son los requisitos de calidad y los entregables para la gestión de la calidad, así pudiendo luego resumirlo todo en una tabla conjunta.

A) Requisitos de la calidad:

Para asegurar una gestión efectiva de la calidad de los productos del Proyecto, es necesario establecer sus requisitos de calidad. Para definir estos requisitos, se utilizará el Proyecto, así como el Acta de Constitución del Proyecto y otros documentos relacionados. Dado que la calidad es un aspecto integral del proyecto, los requisitos de calidad abarcarán los siguientes aspectos:

- Requisitos de calidad de la ejecución:
 - Cumplimiento de los requisitos de materiales y técnicas utilizadas para la ejecución de las obras.
 - Adecuación de las áreas de servicio del área de influencia del Proyecto para minimizar el impacto sobre los vecinos.
 - Seguimiento y control del grado de ejecución del proyecto para ajustarse a lo planificado en términos de costos y plazos.
 - Realización de comprobaciones de lo ejecutado para asegurar la conformidad con lo definido en el alcance.
- Requisitos de calidad del resultado:
 - Comprobación del funcionamiento de las instalaciones para detectar posibles deficiencias en el producto final del proyecto.



- Adecuación de los costos y plazos a lo establecido en el Plan de Dirección del Proyecto.
- Obtener el ahorro previsto en el consumo energético.

B) Entregables de la calidad:

Para certificar los requisitos definidos anteriormente, se establecerán una serie de entregables de referencia, los cuales se detallarán en el propio plan para la gestión de la calidad:

- **Métricas de calidad:** Las métricas de calidad proporcionan un marco sobre el cual fundamentar la toma de decisiones.
- **Responsable de calidad:** Indica quien o quines son los responsables de la gestión de la calidad. Este responsable, o responsables, deberá administrar las métricas de calidad y reportar los resultados a las partes pertinentes, o en su defecto, tomar decisiones de acuerdo con esas métricas y lo establecido en el plan.
- **Informes de control de calidad:** Se generarán informes periódicos que indiquen la evolución de las métricas de calidad, así como las posibles medidas y cambios implementados en el proyecto.

2.10.3 Gestión de la calidad

En la Tabla 19 se materializa cuales son los requisitos de calidad mencionados con anterioridad, cuales son sus referencias de calidad junto a las métricas de esta misma e incluyendo además sus responsables e informes referenciados para certificar que se cumple la calidad



Tabla 20: Gestion de la calidad

Requisito de calidad	Referencia de calidad	Métricas de calidad	Responsable	Informe de control
Entregables correspondientes a la ejecución	Proyecto de una Planta Solar Fotovoltaica de 100 kW en la cubierta de una nave industrial en la localidad de Paterna (Valencia)	Desviación frente a las bases del proyecto	Director del proyecto	-Certificaciones de calidad -Certificaciones de cumplimiento requisitos -Certificaciones de cumplimiento del alcance
	Plan de gestión del Alcance	Desviación frente a los materiales establecidos en el proyecto		
	Plan de Gestion de los Requisitos	Desviación frente a los acabados establecidos en el proyecto		
	Plan de Gestion del Cronograma	Desviación frente al cronograma		
	Plan de Gestion de los Costes	Desviación frente a los costes		
Pruebas de cubierta y sistema fotovoltaico	Plan de Gestion del Alcance	Desviación frente a los materiales establecidos en el proyecto	Director del proyecto	Documentacion descriptiva de las pruebas establecidas y sus resultados



	Plan de Gestion de los Requisitos	Desviación frente a los acabados establecidos en el proyecto		
Documentacion correspondiente a la explotación del sistema	Plan de Gestión de Requisitos	Aprobación de los permisos de acceso y conexión	Servicio territorial de Industria	Contrato Tecnico de autoconsumo
		Legalizacion del sistema fotovoltaico	I-DE	Emision del Certificado de Instalación Eléctrica



2.10.4 Monitorización de la calidad

La monitorización de la calidad es esencial para el éxito del proyecto. Para llevar a cabo esta actividad, se utiliza la Tabla para la Gestión de la Calidad, en la cual se define tanto las referencias de calidad como sus métricas correspondientes, así como el responsable correspondiente y los informes de monitorización a entregar.

El Director del Proyecto será responsable de revisar y evaluar los informes previamente definidos. En caso de desviaciones que puedan afectar a los requisitos de calidad del Proyecto, el propio Director del Proyecto, junto con los interesados pertinentes, serán responsables de tomar decisiones para corregir dichas incidencias.

2.10.5 Gestión de cambios de la calidad

Los requisitos de calidad del Proyecto no deben modificarse una vez aprobados, a menos que las desviaciones encontradas requieran su adaptación. Todos los posibles cambios en los requisitos de calidad del Proyecto o en la metodología de gestión de la calidad deben ser registrados y evaluados adecuadamente. En caso de ser aceptados, dichos cambios deben ser incluidos en los planes de proyecto correspondientes.

Como se ha indicado previamente, las acciones para corregir desviaciones en la calidad son responsabilidad del Director del Proyecto, así como de los interesados pertinentes. Por lo tanto, el Director del Proyecto es el máximo responsable de la Gestión de Cambios de la Calidad.

2.10.6 Aprobaciones

La firma del Director de proyecto da el valor al contenido del presente Plan de Gestión de la Calidad, demostrándose de esta forma la aprobación y validez del mismo.

Juan Carlos Rico, director del proyecto de construcción: Proyecto de una Planta Solar Fotovoltaica de 100 kW en la cubierta de una nave industrial en la localidad de Paterna. A 25 de julio de 2024.



2.11 Plan de Gestion de aprovisionamiento

2.11.1 Introduccion

El Plan de Gestion de aprovisionamiento se encarga de toda la gestión necesaria para la adquisición de productos y/o servicios que no se encuentran a disposición del proyecto y se deben de conseguir para llevar a cabo una actividad y cubrir las necesidades proyectadas.

Este plan incluye una serie de actividades que se desarrollan para asegurar la disponibilidad de materiales y servicios externos, siendo importante definir los siguientes puntos en el plan de aprovisionamiento:

- Selección de proveedores: Es una parte importante ya que se deben de estudiar cuales son los que cumplen los criterios de calidad, precio y plazos de entrega.
- Disposición de almacén donde se pueda almacenar las existencias de material hasta el momento de su implementación.
- Desarrollo de un sistema de gestión de inventario para tener un control de las existencias y periodos de entrega.

El plan de aprovisionamiento es algo fundamental a tener en consideración, ya que es el apartado clave para que un proyecto no sufra sobrecostes, retrasos o pérdida de calidad a la hora de ejecutar el proyecto.

2.11.2 Objetivos del plan de aprovisionamiento

El Plan de aprovisionamiento tiene los siguientes objetivos:

- Adquisición de materiales: El Plan de aprovisionamiento se encarga de planificar todos los materiales necesarios para la producción o comercialización de productos. Esto implica seleccionar proveedores confiables y asegurar que los materiales se entreguen a tiempo y en las cantidades requeridas. Es fundamental que estos materiales cumplan con los estándares de calidad establecidos, ya que cualquier variación puede afectar negativamente el producto final y la satisfacción del cliente.
- Minimización de la inversión en inventarios: Gestionar los inventarios de manera eficiente es crucial para reducir los costos asociados al almacenamiento. Esto se logra mediante el uso de técnicas como el Justo a Tiempo (JIT) o la planificación de requerimientos de materiales (MRP), que permiten mantener los niveles de inventario lo más bajos posible sin comprometer la capacidad de producción. La reducción de inventarios no solo libera capital que puede ser utilizado en otras áreas del negocio, sino que también minimiza el riesgo de obsolescencia de los materiales.
- Sistema de información eficiente: Establecer un sistema de información robusto y eficiente es esencial para la coordinación entre el plan de aprovisionamiento y otras áreas del proyecto, como el plan de gestión de costes y el plan de gestión

de recursos. Este sistema debe proporcionar datos precisos y en tiempo real sobre los niveles de inventario, los pedidos pendientes y los tiempos de entrega, lo que facilita la toma de decisiones informadas. La integración de estos sistemas mejora la visibilidad de la cadena de suministro y permite una respuesta rápida a cualquier cambio en la demanda o en las condiciones del mercado.

- Relaciones con proveedores estratégicos: Establecer y mantener buenas relaciones con proveedores estratégicos es clave para asegurar un suministro continuo y confiable de materiales. Esto implica trabajar en colaboración con los proveedores para mejorar la calidad, reducir los costos y desarrollar nuevos productos. La construcción de alianzas sólidas también puede llevar a beneficios como descuentos por volumen, condiciones de pago favorables y acceso prioritario a materiales en tiempos de escasez. Fomentar estas relaciones contribuye a la creación de una cadena de suministro resiliente y eficiente.

El Plan de aprovisionamiento tiene un papel importante asegurando el flujo continuo de materiales necesarios, gestionando los costos y riesgos asociados, y colaborando estrechamente con proveedores.

2.11.3 Peticion de la oferta

La petición de ofertas es un proceso formal mediante el cual el director del proyecto invita a proveedores externos a presentar propuestas para la realización de un proyecto específico o para proporcionar un servicio o producto necesario para dicho proyecto. La petición de ofertas comprende las siguientes fases:

- A) Definir el objeto técnico del aprovisionamiento: Es la documentación básica para la petición de oferta. Incluye un conjunto de documentos elaborados por que permiten definir exactamente el objeto de la compra, incluyendo:
 - Cantidad, tipo, características y calidad de los materiales.
 - Planos, esquemas y gráficos.
 - Documentos complementarios
- B) La petición de ofertas. Carta comercial de acompañamiento: Puede ser una simple carta comercial a la que se adjunta la requisición de ofertas. Incluye:
 - Condiciones de pago previstas.
 - Condiciones de entrega.
 - Cualquier información que pueda influir en el precio final solicitado.
- C) Selección de proveedores: Con anterioridad o en paralelo a la petición de oferta se puede establecer la relación de proveedores a los que se va a solicitar cotización.
- D) Condiciones generales de compra: Así como la requisición es un documento fundamentalmente técnico, la petición de oferta debe incluir unas condiciones generales de compra, de carácter económico y comercial, que deben permitir todas las cotizaciones sobre bases iguales, facilitando así su posterior comparación. Incluyendo los siguientes puntos:



- Condiciones de entrega del suministro.
- Plazo de validez de la oferta.
- Fórmula aplicable para la revisión de precios, si procede.
- Condiciones de pago propuestas. Avaes y retenciones.
- Garantías.
- Penalizaciones.
- Piezas de repuestos recomendadas para un año de funcionamiento.

Los ofertantes, además, deberán incluir aquellas condiciones que no están dispuestos a aceptar, proponiendo sus condiciones propias. También podrán incluir todas aquellas sugerencias y alternativas que, a su juicio, mejoren el producto final que se le ha solicitado y/o el precio del mismo.

2.11.4 Selección de proveedores

A la hora de seleccionar proveedores se debe de localizar dentro del proyecto cuales son esos materiales o servicios que no se tienen propios por parte de la empresa, estos son los siguientes:

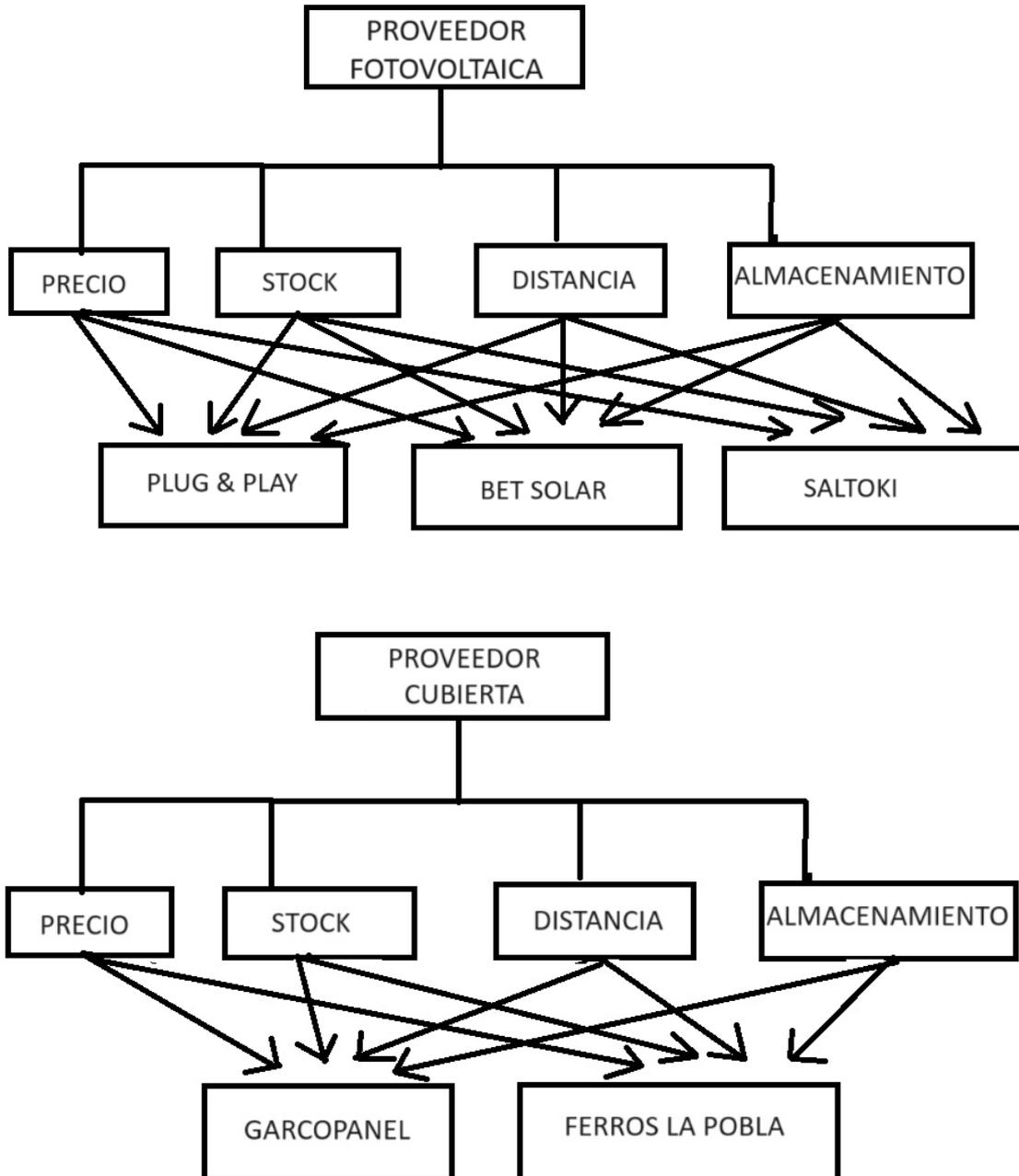
- Material de cambio de cubierta:
 - Garcopanel
 - Ferros La Pobla
- Material fotovoltaico:
 - Plug&Play
 - BetSolar
 - Saltoki

Para poder hacer un correcta comparación de proveedores el director del proyecto desarrolla el método del proceso analítico jerárquico (AHP), brevemente basada en realizar una distribución de las decisiones a tomar en función de una prioridad o jerarquía que facilita a visualizar cuales son las decisiones que tienen un mayor impacto para tomar una correcta decisión en su elección, teniendo como criterios los siguientes:

- Precios
- Almacenamiento
- Stock
- Distancia

El primer paso para empezar con este método sería con la jerarquización del problema:

Figura 7: Jerarquización del problema AHP



Tras esto el director realiza una matriz de decisión entre los pesos de los criterios:

Tabla 21: Matriz de decisión entre los criterios

	Precio	Almacenamiento	Stock	Distancia	Media Geometrica	Media Normalizada
Precio	1,000	7,000	3,000	5,000	3,201	0,5959
Almacenamiento	0,143	1,000	1,000	0,200	0,411	0,0765
Stock	0,333	1,000	1,000	3,000	1,000	0,1861
Distancia	0,200	5,000	0,333	1,000	0,760	0,1414

Una vez obtenida esta matriz de decisiones entre los criterios se plasma por cada criterio una matriz de decisión entre los distintos proveedores

Tabla 22: Matriz de decisión del criterio precio

	Plug & Play	Betsolar	Saltoki	Media Geometrica	Media Normalizada
Plug & Play	1,000	3,000	5,000	2,466	0,6370
Betsolar	0,333	1,000	3,000	1,000	0,2583
Saltoki	0,200	0,333	1,000	0,405	0,1047

	Garcopanel	Ferros La Poba	Media Geometrica	Media Normalizada
Garcopanel	1,000	3,000	1,732	0,7500
Ferros La Poba	0,333	1,000	0,577	0,2500

Tabla 23: Matriz de decisión del criterio Almacenamiento

	Plug & Play	Betsolar	Saltoki	Media Geometrica	Media Normalizada
Plug & Play	1,000	0,333	0,200	0,405	0,1047
Betsolar	3,000	1,000	0,333	1,000	0,2583
Saltoki	5,000	3,000	1,000	2,466	0,6370

	Garcopanel	Ferros La Poba	Media Geometrica	Media Normalizada
Garcopanel	1,000	7,000	2,646	0,8750
Ferros La Poba	0,143	1,000	0,378	0,1250

Tabla 24: Matriz de decisión del criterio Stock

	Plug & Play	Betsolar	Saltoki	Media Geometrica	Media Normalizada
Plug & Play	1,000	0,333	0,111	0,333	0,0704
Betsolar	3,000	1,000	0,200	0,843	0,1782
Saltoki	9,000	5,000	1,000	3,557	0,7514

	Garcopanel	Ferros La Poba	Media Geometrica	Media Normalizada
Garcopanel	1,000	0,200	0,447	0,1667
Ferros La Poba	5,000	1,000	2,236	0,8333

Tabla 25: Matriz de decisión del criterio Distancia

	Plug & Play	Betsolar	Saltoki	Media Geometrica	Media Normalizada
Plug & Play	1,000	5,000	1,000	1,710	0,5190
Betsolar	0,200	1,000	5,000	1,000	0,3035
Saltoki	1,000	0,200	1,000	0,585	0,1775

	Garcopanel	Ferros La Poba	Media Geometrica	Media Normalizada
Garcopanel	1,000	5,000	2,236	0,8333
Ferros La Poba	0,200	1,000	0,447	0,1667

Por ultimo para saber cual es finalmente el proveedor escogido se realiza un calculo de prioridades globales con las medias normalizadas de los criterios y de las decisiones:

Tabla 26: Matriz de cálculo de prioridades globales

	Precio	Almacenamiento	Stock	Distancia	Prioridad global
Pesos	0,5959	0,0765	0,1861	0,1414	
Plug & Play	0,6370	0,1047	0,0704	0,5190	0,474
BetSolar	0,2583	0,2583	0,1782	0,3035	0,250
Saltoki	0,1047	0,6370	0,7514	0,1775	0,276

	Precio	Almacenamiento	Stock	Distancia	Prioridad global
Pesos	0,5959	0,0765	0,1861	0,1414	
Garcopanel	0,7500	0,8750	0,1667	0,8333	0,663
Ferros La Pobra	0,2500	0,1250	0,8333	0,1667	0,337

2.11.5 Control del aprovisionamiento

El control del aprovisionamiento en una obra de construcción es fundamental para garantizar que todos los materiales necesarios lleguen en buen estado y cumplan con las especificaciones del proyecto. Este proceso incluye una serie de pasos y responsabilidades clave que deben seguirse cuidadosamente:

- Responsable del control de aprovisionamiento: La persona o equipo encargado del control del aprovisionamiento tiene la responsabilidad de verificar que todos los materiales recibidos en la obra sean correctos y estén en las condiciones adecuadas. Esta responsabilidad recae en el director de obra.
- Criterios para determinar la recepción del material: Para asegurarse de que el material recibido es el correcto y está en condiciones adecuadas, se deben seguir varios criterios:
 - Condiciones del material:
 - Sin daños físicos: El material debe llegar sin golpes, roturas ni ningún tipo de daño físico. Esto es crucial para evitar problemas en la construcción y garantizar la seguridad y durabilidad del proyecto.
 - Sin humedad: Especialmente en materiales como el cemento, madera o productos que puedan ser afectados por la humedad, es esencial que lleguen secos y en condiciones óptimas para su uso inmediato o almacenamiento.
 - Coincidencia con el albarán y pedido: Es fundamental que el material recibido coincida con lo registrado en el albarán (documento de entrega) y el pedido original. Esto incluye la calidad, marca, modelo y cualquier otra especificación técnica que se haya establecido.
 - Corroboración de cantidades:

- **Conteo físico:** Contar las unidades de material recibidas y asegurarse de que coincidan con las cantidades especificadas en el albarán y el pedido.
- **Registro de discrepancias:** Si hay discrepancias, estas deben ser documentadas de inmediato para tomar las acciones correctivas necesarias.

Este control requiere atención al detalle, cumplimiento estricto de los criterios de verificación y una diligente gestión de la documentación para asegurar que los materiales recibidos sean los correctos y estén en las condiciones adecuadas. Esto no solo garantiza la calidad del proyecto, sino también una relación transparente y confiable con los proveedores.

2.11.6 Gestión del aprovisionamiento

En la Tabla 26 se materializa cuales son los dos grupos de materiales necesarios a aprovisionar con antelación, con su desglose de cada uno, junto a los responsables de elección y control y cuales han sido las métricas de elección de cada uno

Tabla 27: Gestión del aprovisionamiento

	Responsable de elección	Material necesario	Requisitos proveedor	Responsable del control	Plazo de entrega
Material de cambio de cubierta	Director del proyecto	Planchas de acero	-Precio -Almacenamiento -Stock -Distancia	Director de obra	Quince días desde su solicitud
Material fotovoltaico	Director del proyecto	Módulos solares		Director de obra	Quince días desde su solicitud
		Estructura solar			
		Inversor			

2.11.7 Aprobaciones

La firma del Director de proyecto da el valor al contenido del presente Plan de Gestión del aprovisionamiento, demostrándose de esta forma la aprobación y validez del mismo.

Juan Carlos Rico, director del proyecto de construcción: Proyecto de una Planta Solar Fotovoltaica de 100 kW en la cubierta de una nave industrial en la localidad de Paterna. A 25 de julio de 2024.



3. Conclusiones

El presente plan de dirección del proyecto para un cambio de cubierta e implantación de sistemas fotovoltaico se trata finalmente de un proyecto real que se llevó a cabo tanto antes de mi incorporación a trabajar en la empresa GSFI ENERGIA S.L., como estando yo trabajando en ella. Este plan de dirección me ha servido para tener en consideración y una plantilla solida de como se deben de dirigir y gestionar este tipo de proyectos, ya que a menor o mayor envergadura a este es algo a lo que me dedico diariamente y haberlo podido plasmar de esta forma me facilita a la hora de dirigir proyectos en un futuro

Este trabajo ha servido para ampliar mis conocimientos en un ámbito con el que frecuentemente interactúo en mi carrera profesional. Esto es aplicable tanto a cada una de las dos partes del proyecto por separado como a ambas en conjunto. El plan ha sido desarrollado con un propósito meramente didáctico, ya que el siguiente paso sería llevarlo a la práctica, gestionarlo y monitorizarlo de manera efectiva. Además, me ha permitido aplicar todo lo aprendido en el Máster en Dirección y Gestión de Proyectos, relacionándolo directamente con mis estudios en el Grado de Ingeniería de la Energía y con los proyectos que potencialmente puedo ejecutar dentro de la empresa en la que actualmente trabajo.

El proyecto es una simulación basada en la experiencia acumulada durante los 15 años de vida laboral de la empresa. He podido recopilar información valiosa de varios proyectos ejecutados durante este período, lo que ha enriquecido enormemente mi comprensión y habilidades prácticas en este campo.

Además, este trabajo no solo me ha ayudado a consolidar los conocimientos teóricos adquiridos en el máster, sino también a visualizar de manera concreta cómo se integran los conceptos de gestión de proyectos con las necesidades y realidades de la ingeniería energética aplicada en un entorno empresarial real. Este enfoque práctico y orientado a la experiencia me prepara mejor para enfrentar desafíos futuros en la ejecución de proyectos similares, mejorando mi capacidad para planificar, dirigir y monitorear todas las fases de un proyecto con eficiencia y eficacia.

Respecto a los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) este proyecto cumple con los siguientes puntos:

- 7. Energía Asequible y no contaminante
- 8. Trabajo decente y crecimiento económico
- 9. Industria, Innovación e infraestructura
- 13. Acción de el clima



4. Bibliografía

- Apuntes del Master Universitario de Dirección y Gestión de Proyectos de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Gallego López, Jorge (2022) “ DISEÑO DEL PLAN DE DIRECCIÓN DEL PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN, SUBESTACIONES Y ACOMETIDAS DE ALTA TENSIÓN DE LA LÍNEA 10 DEL METRO DE VALENCIA DISEÑO DEL PLAN DE DIRECCIÓN DEL PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN, SUBESTACIONES Y ACOMETIDAS DE ALTA TENSIÓN DE LA LÍNEA 10 DEL METRO DE VALENCIA”
- Norma española ISO 21500:2013 “Directrices para la dirección y gestión de proyectos”, norma idéntica a la norma internacional ISO 21500:2012
- PMBOK (6ª Edición). (2017). La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK). En Project Management Institute.
- PMBOK (7ª Edición). (2021). La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK). En Project Management Institute.
- PMI (2022). “Guía de los Fundamentos para la dirección de proyectos”.
- Proyectos internos de la empresa GSFI ENERGIA S.L.

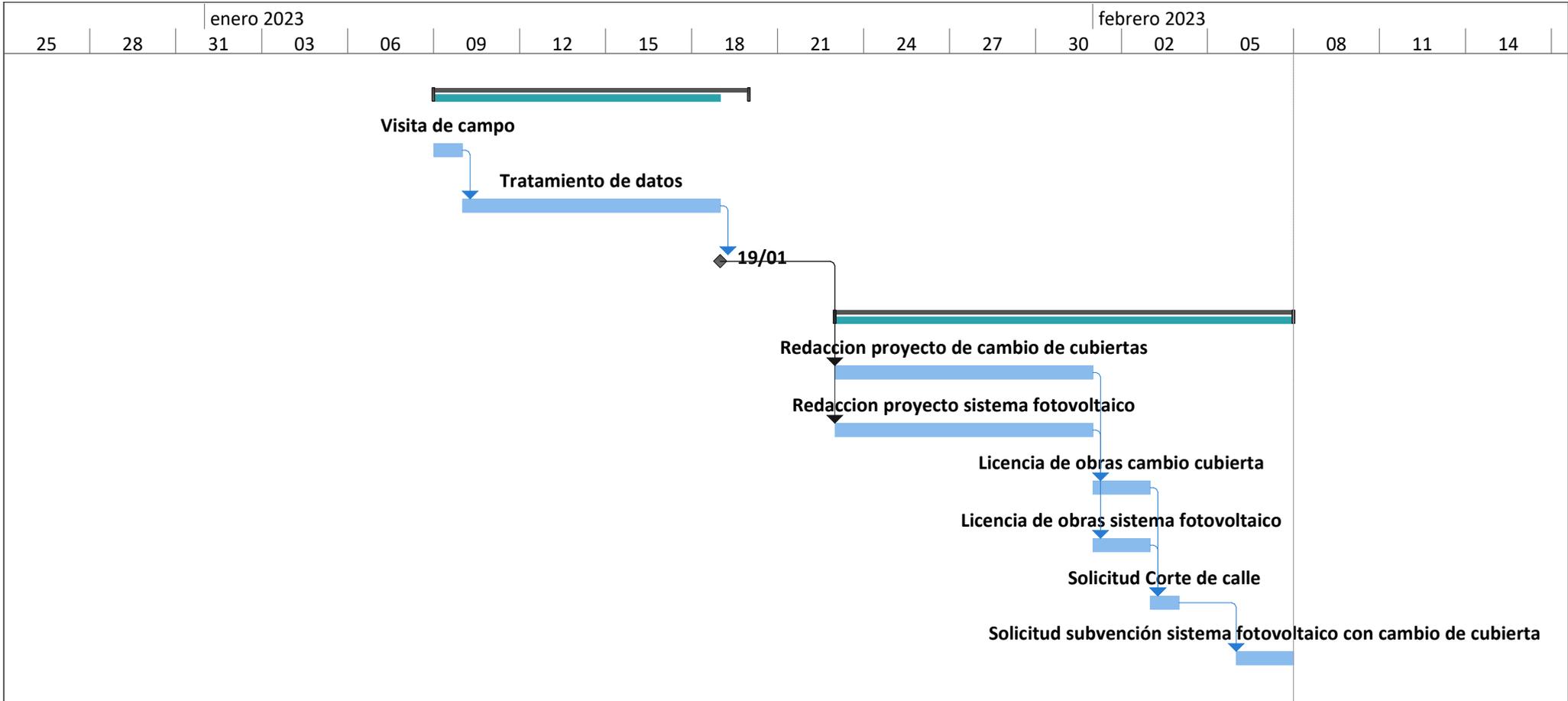


ANEXO I: DIAGRAMA DE GANTT DEL PROYECTO

Id	Modo de tarea	Task Name	Duración	Comienzo	Fin	Predecesor	Demora de comienzo	Demora permisible	13	16	19	22
1		FASE DE ESTUDIOS	9 días	lun 09/01/23	jue 19/01/23		2 días	1 día				
2		Visita de campo	8 hrs	lun 09/01/23	lun 09/01/23		16 hrs	0 hrs				
3		Tratamiento de datos	56 hrs	mar 10/01/23	mié 18/01/23	2	16 hrs	0 hrs				
4		Aceptacion del estudio	0 días	jue 19/01/23	jue 19/01/23	3	2 días	2 días				
5		FASE DISEÑO	12 días	lun 23/01/23	mar 07/02/23		0 días	0 días				
6		Redaccion proyecto de cambio de cubiertas	56 hrs	lun 23/01/23	mar 31/01/23	4	0 hrs	0 hrs				
7		Redaccion proyecto sistema fotovoltaico	56 hrs	lun 23/01/23	mar 31/01/23	4	0 hrs	0 hrs				
8		Licencia de obras cambio cubierta	16 hrs	mié 01/02/23	jue 02/02/23	6	0 hrs	0 hrs				
9		Licencia de obras sistema fotovoltaico	16 hrs	mié 01/02/23	jue 02/02/23	7	0 hrs	0 hrs				
10		Solicitud Corte de calle	8 hrs	vie 03/02/23	vie 03/02/23	9;8	0 hrs	0 hrs				
11		Solicitud subvención sistema fotovoltaico con cambio de cubierta	16 hrs	lun 06/02/23	mar 07/02/23	10	0 hrs	0 hrs				

Project: msproj11
Date: mié 24/07/24

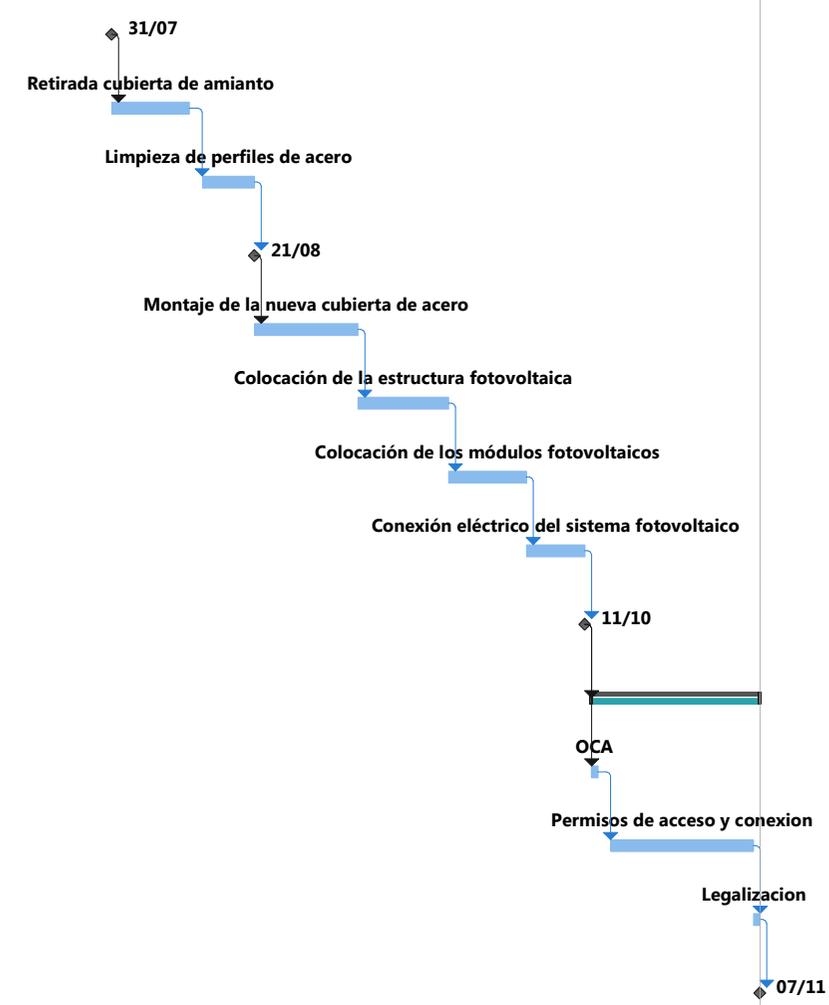
Task		Inactive Task		Start-only	
Split		Inactive Milestone		Finish-only	
Milestone		Inactive Summary		Deadline	
Summary		Manual Task		Progress	
Project Summary		Duration-only		Progreso manual	
External Tasks		Manual Summary Rollup			
External Milestone		Manual Summary			



Project: msproj11
Date: mié 24/07/24

Task		Inactive Task		Start-only	
Split		Inactive Milestone		Finish-only	
Milestone		Inactive Summary		Deadline	
Summary		Manual Task		Progress	
Project Summary		Duration-only		Progreso manual	
External Tasks		Manual Summary Rollup			
External Milestone		Manual Summary			

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	julio 2023							agosto 2023					septiembre 2023					octubre 2023				noviembre 2023						
							21	26	01	06	11	16	21	26	31	05	10	15	20	25	30	04	09	14	19	24	29	04	09	14	19	24	29	03
1		FASE DE EJECUCION	51 días	lun 31/07/23	mié 11/10/23																													
2		Aprobacion de licencia de obras	0 horas	lun 31/07/23	lun 31/07/23																													
3		Retirada cubierta de amianto	80 horas	lun 31/07/23	vie 11/08/23	2																												
4		Limpieza de perfiles de acero	40 horas	lun 14/08/23	lun 21/08/23	3																												
5		Revisión estructural de porticos	0 días	lun 21/08/23	lun 21/08/23	4																												
6		Montaje de la nueva cubierta de acero	96 horas	mar 22/08/23	mié 06/09/23	5																												
7		Colocación de la estructura fotovoltaica	80 horas	jue 07/09/23	mié 20/09/23	6																												
8		Colocación de los módulos fotovoltaicos	64 horas	jue 21/09/23	lun 02/10/23	7																												
9		Conexión eléctrico del sistema fotovoltaico	48 horas	mar 03/10/23	mié 11/10/23	8																												
10		Prueba electrica del sistema	0 días	mié 11/10/23	mié 11/10/23	9																												
11		FASE DE EXPLOTACION	17 días	vie 13/10/23	mar 07/11/23	10																												
12		OCA	8 horas	vie 13/10/23	vie 13/10/23	10																												
13		Permisos de acceso y conexion	120 horas	lun 16/10/23	lun 06/11/23	12																												
14		Legalizacion	8 horas	mar 07/11/23	mar 07/11/23	13																												
15		Certificado de instalacion electrica	0 días	mar 07/11/23	mar 07/11/23	14																												
16		DIRECCION Y GESTION DEL PROYECTO	172 horas	lun 31/07/23	lun 06/11/23																													



Proyecto: Practica2 COPIA Fecha: mié 24/07/24	Tarea		Resumen del proyecto		Tarea manual		solo el comienzo		Fecha límite	
	División		Tarea inactiva		solo duración		solo fin		Progreso	
	Hito		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Tareas externas		Progreso manual	
	Resumen		Resumen inactivo		Resumen manual		Hito externo			



PRESUPUESTO

1. Presupuesto parcial de la elaboración del Plan de Dirección del Proyecto

El presupuesto para la elaboración del Plan de Dirección se ha calculado basándose en las horas requeridas para su desarrollo, las cuales suman un total de 300 horas. Siendo el coste de hora unitaria de 15€/hora, correspondiente al coste horario que estoy recibiendo actualmente en mi empleo como ingeniero.

Por lo tanto, utilizando el coste unitario previamente establecido y el coste horario asignado a cada una de las actividades necesarias para la elaboración del Plan de Dirección, se obtiene el siguiente presupuesto.

Tabla 27: Presupuesto de la elaboración del Plan de Dirección del proyecto

Actividad	Horas	Presupuesto
Introducción	5	75,00€
Acta de constitución del proyecto	25	375,00€
Plan de Gestión de los interesados	30	450,00€
Plan de Gestión del Alcance	45	675,00€
Plan de Gestión del Cronograma	50	750,00€
Plan de Gestión de Costos	50	750,00€
Plan de Gestión de Riesgos	30	450,00€
Plan de Gestión de Comunicaciones	25	375,00€
Plan de Gestión de Requisitos	25	375,00€
Plan de Gestión de la Calidad	15	225,00€
Presupuesto total	300	4.500,00€

2. Presupuesto parcial de medios técnicos y materiales

En primer lugar, se procederá a obtener el coste hora de los principales medios materiales y técnicos necesarios para la elaboración del Plan.

- Ordenador portátil. El portátil a utilizar en la realización del Plan alcanza el valor de 750€. Suponiendo una vida útil de 5 años y un uso de 3 h/día, obtenemos un coste hora de 0.14 €/h
- Microsoft Office. Se trata de un programa para la gestión de Proyectos. El coste de adquisición de dicho programa es de 1650€. No obstante, se trata de una licencia de por vida, por lo que se decide asignar un valor genérico de 0.1€/h.

- Internet. Se fija un coste de 20 €/mes, lo que se traduce en un coste por hora de uso de 0.22 €/h.

Con todo ello se elabora un presupuesto de medios técnicos y materiales:

Tabla 28: Presupuesto de medios técnicos y materiales

Medio material	Coste hora	Horas de uso	Coste
Ordenador	0,14	300	42,00€
Microsoft Office	0,1	300	30,00€
Internet	0,22	300	66,00€
Presupuesto total de medios material			138,00€

3. Presupuesto de elaboración del Plan de Dirección del Proyecto

Una vez determinados los costes asociados a los recursos técnicos, humanos y materiales, se procede a la elaboración del presupuesto, incluyendo un 13% para gastos generales y un 6% para beneficio industrial.

Tabla 29: Presupuesto de elaboración del Plan de Dirección del Proyecto

Partida	Coste
Presupuesto de elaboración del Plan de dirección	4.500,00€
Presupuesto asociado a medios técnicos y materiales	138,00€
Presupuesto ejecución material	4.638,00€
Gastos generales (13%)	602,94€
Beneficio industrial (6%)	417,42€
Presupuesto ejecución de la elaboración del Plan de Dirección	5.658,36€
IVA (21%)	1.188,26€
Presupuesto total elaboración del Plan de Dirección (IVA incluido)	6.846,62€