



Universidad de Matanzas

Facultad de Ingeniería Industrial

Departamento de Ingeniería Industrial

**PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS EN
LA EMPRESA DE PERFORACIÓN Y REPARACIÓN CAPITAL DE POZOS DE
PETRÓLEO Y GAS (EMPERCAP)**

Trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero Industrial

Autor (a): Alejandra Rodríguez Hernández.

Tutor (es): Dra. C. Olga Gómez Figueroa.

Cotutores: Ing. Leydis Arencibia Franquiz.

Matanzas, 2024

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Hago constar que el trabajo titulado: Proyecto de instalación de paneles solares fotovoltaicos en la Empresa de Perforación y Reparación Capital de Pozos de Petróleo y Gas (EMPERCAP), fue realizado como parte de la culminación de los estudios, en opción al título de Ingeniero Industrial, por la autora Alejandra Rodríguez Hernández, autorizando a la Universidad de Matanzas y a los organismos pertinentes a que sea utilizado por las instituciones para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos ni publicado sin la aprobación de la Universidad de Matanzas.

Resumen.

Las energías renovables son cruciales porque reducen la dependencia de combustibles fósiles, disminuye la contaminación ambiental y contribuye a la sostenibilidad del planeta para las futuras generaciones, la solar fotovoltaica juega un papel decisivo. El **problema de la investigación** es la necesidad del diseño de un proyecto para la instalación de paneles solares fotovoltaicos en EMPERCAP. Para darle solución, se plantea como **objetivo general**: contribuir en la elaboración de la documentación de un proyecto para la instalación de paneles solares fotovoltaicos en EMPERCAP. Para dar cumplimiento al objetivo de investigación se desarrolla una metodología de cinco etapas: creación del equipo de trabajo, capacitación del equipo de trabajo, búsqueda de información para el estudio, analizar la posibilidad de la instalación de un sistema fotovoltaico y programación del proyecto. Las herramientas utilizadas fueron: entrevista, observación, revisión documental y el paquete ofimático Microsoft Office (Word, Excel). Los **resultados** principales de la investigación son: la determinación de las áreas de techo utilizable para la instalación de los paneles solares fotovoltaicos, los tipos de ahorros y pagos posibles y el período de recuperación de la inversión, demostrando la viabilidad del proyecto.

Palabras clave: sistema fotovoltaico, proyecto, equipo de trabajo.

Abstract.

Renewable energies are crucial because they reduce dependence on fossil fuels, reduce environmental pollution and contribute to the sustainability of the planet for future generations; photovoltaic solar plays a decisive role. The **research problem** is the need to design a project for the installation of photovoltaic solar panels in EMPERCAP Company. To provide a solution, the **general objective** is: to contribute to the preparation of documentation for a project for the installation of photovoltaic solar panels in EMPERCAP Company. To fulfill the research objective, a five-stage methodology is developed: creation of the work team, training of the work team, search for information for the study, analyzing the possibility of installing a photovoltaic system and programming the project. The tools used were: interview, observation, documentary review and the Microsoft Office package (Word, Excel). The main **results** of the research are: the determination of the usable roof areas for the installation of photovoltaic solar panels, the types of savings and possible payments and the payback period of the investment, demonstrating the viability of the project.

Keywords: photovoltaic system, project, work team.

Índice.

Introducción.....	1
Capítulo 1: Marco teórico referencial de la investigación.	7
1.1 Energía.....	7
1.2 Energía renovable. Tipos de energía renovable.	8
1.3 Panel solar.....	9
1.3.1 Tipos de paneles solares.....	10
1.4 Tipos de paneles solares fotovoltaicos.....	11
1.5 Ventajas de las instalaciones fotovoltaicas para las empresas.	12
1.6 Proyecto.	13
1.6.1 Características de los proyectos.	15
1.7 Proyecto de inversión.	16
1.7.1 Ciclo de vida de los proyectos de inversión.....	17
1.8 Gestión de los proyectos de inversión.	18
Capítulo 2: Procedimiento propuesto en la investigación.....	20
2.1 Caracterización de la empresa.	20
2.2 Procedimiento para la instalación de paneles fotovoltaicos en EMPERCAP.	23
Etapa 1: Creación del equipo de trabajo.....	24
Etapa 2: Capacitación del equipo de trabajo.	24
Etapa 3: Búsqueda de información para el estudio.	24
Etapa 4: Analizar la posibilidad de la implementación de un sistema fotovoltaico.	25
Etapa 5: Programación del proyecto.	29
Capítulo 3: Aplicación del procedimiento para la inclusión de paneles fotovoltaicos en EMPERCAP.	32
3.1 Desarrollo del procedimiento propuesto.....	32
Etapa 1: Creación del equipo de trabajo.....	32
Etapa 2: Capacitación del equipo de trabajo.	32
Etapa 3: Búsqueda de información para el estudio.	33
Etapa 4: Analizar la posibilidad de la implementación de un sistema fotovoltaico.	33
Etapa 5: Programación del proyecto.	40

Conclusiones.....	42
Recomendaciones.....	43
Bibliografía.	44
Anexos.	49

Introducción.

Energía es una palabra muy familiar para la mayoría de las personas. Desde sus inicios, los seres humanos desarrollaron su existencia rodeados de elementos naturales que le proveyeron de la energía necesaria y de los medios para su utilización durante la realización de sus actividades. Con el tiempo, unas veces las necesidades concretas y otras la incesante inquietud por la investigación, llevaron a la especie humana a diseñar y construir dispositivos y máquinas destinadas a aprovechar los recursos energéticos.

En este largo proceso de investigación, creación científica y desarrollo humano, se ha construido el concepto de energía, con un papel medular en la comprensión de los fenómenos naturales, por su carácter integrador y multidisciplinario. Pero el concepto de energía se ha incorporado gradualmente a la sociedad; hoy constituye una mercancía más, una entidad de valor económico y social. Su presencia es continua en los medios de difusión masiva, relacionado con aspectos que abarcan también las esferas política, militar y ambiental. Quizás ningún otro término científico tenga tantas implicaciones en la vida del ciudadano común como el de energía, de ahí que su estudio sea un factor crítico para el desenvolvimiento y la toma de decisiones en la sociedad de hoy, y constituya un elemento esencial para la cultura general e integral de cualquier persona en el siglo XXI (Ávila y Martínez, 2011).

El sistema energético contemporáneo, herencia de la Revolución Industrial y del surgimiento y desarrollo del capitalismo, descansa en el consumo de los combustibles fósiles y, en menor escala, en la hidroenergía y la energía nuclear. El negativo impacto ambiental que provoca el uso de estas fuentes y su agotamiento, colocan a la humanidad ante la urgente necesidad de buscar fuentes de energía alternativas y renovables, que garanticen servicios energéticos confiables, no contaminantes y sostenibles a todos los habitantes del planeta. Lograr un futuro energético sostenible, basado en el aprovechamiento de la energía solar en sus diferentes manifestaciones, es vital de cara a la mitigación del cambio climático.

El mundo está moviéndose rápidamente para adoptar más pequeñas y locales fuentes de generación de energía. Los gobiernos en todo el mundo quieren acelerar

esta transición de un modelo completamente centralizado a un modelo distribuido (Berrío y Zuluaga, 2014).

Desde la irrupción de los problemas mundiales derivados de la escasez y del elevado costo de los combustibles fósiles que durante decenios han sido utilizados como único mecanismo energético para el desarrollo, han surgido innumerables propuestas de paulatina sustitución o reemplazo con la utilización de fuentes no convencionales de energía, como las mareomotrices, geotérmicas, hidroeléctricas, biocombustibles, biomasa y la energía solar (Novoa Jerez et al., 2020).

Se entiende por energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales (Montero Gainza, 2019).

Para muchos países, las redescubiertas fuentes de energía renovable se ven favorecidas porque tienen una naturaleza ilimitada, sin una única distribución territorial. Tampoco generan residuos peligrosos ni dañan el medioambiente. Un suministro continuo y de calidad de energía permite realizar actividades domésticas, industriales y de todo tipo. Es un insumo crítico en los sectores económicos. En consecuencia, lograr el acceso universal a energía asequible, confiable, sostenible y moderna para todos es uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por las Naciones Unidas (Iclei y Habitat, 2009).

La generación distribuida con fuentes renovables de energía puede tener varios impactos positivos en la sociedad. Puede crear nuevas oportunidades de empleo, especialmente en las áreas rurales, que generalmente se quedan atrás en las inversiones. También mejora la autosuficiencia y aumenta las posibilidades de acceso equitativo a las fuentes de energía. La producción de energía distribuida, en paralelo con la mayor autonomía del sistema de gobierno municipal, de acuerdo con la nueva constitución, puede tener impactos positivos en el desarrollo de las sociedades locales. La producción de energía descentralizada es menos vulnerable a los impactos del cambio climático, como la creciente ocurrencia de huracanes, sequías, inundaciones, aumento del nivel del mar, etc. Sin embargo, se debe

enfatar en la gobernanza sostenible de la extracción de recursos naturales y el uso de la tierra.

En la actualidad la demanda de energía eléctrica ha tenido un crecimiento vertiginoso, lo cual conlleva a encontrar más fuentes de energía para poder abastecerla. Siendo así, los combustibles fósiles las principales fuentes para su generación, dejando en evidencia la gran dependencia que se tiene hacia ellos. Esto sumado a la sobre explotación de los recursos naturales conlleva a una contaminación global la cual cada vez se vuelve más irreversible (Mesones Abanto, 2019).

La energía solar puede ser convertida en electricidad por medio de celdas solares, por medio del efecto fotovoltaico o a su vez indirectamente con la conversión de la energía solar a calor o a energía química. Por una parte, el uso de celdas solares basa su funcionamiento en el efecto fotovoltaico que consiste que la luz que alcanza sobre los elementos semiconductores de dos capas produce una diferencia de la foto voltaje o del potencial entre las capas (Constante et al., 2020).

Entre las diversas alternativas disponibles, los paneles solares fotovoltaicos emergen como una solución prometedora y accesible para satisfacer la demanda energética sin comprometer la salud del planeta. Estos dispositivos tienen la función de transformar la radiación proveniente del sol que atraviesa la atmósfera en energía eléctrica útil. Poseen cualidades como su bajo costo de mantenimiento, generación de cero emisiones nocivas para el medio ambiente y facilidad de instalación y acoplamiento con las fuentes existentes de energía en el lugar de la instalación (Bardales Espino, 2016).

Esta tecnología, que convierte la luz solar en electricidad, no solo ofrece una respuesta viable a la crisis energética actual, sino que también promueve la independencia energética y el desarrollo económico sostenible. Se trata de recoger la energía del sol a través de paneles solares y convertirla en calor. El calor recogido en los colectores puede destinarse a satisfacer numerosas necesidades (Bohórquez).

Cuba no está de espaldas a esta realidad, es rica en recursos energéticos renovables y pobre en los no renovables; el sol, el viento, la biomasa (fundamentalmente la procedente de la caña de azúcar) y la hidroenergía son las fuentes a las cuales se les puede apostar con mayor certeza para la diversificación de la matriz energética. Lograr 100% de autoabastecimiento energético con fuentes renovables de energía es un reto para esta generación (Sánchez Acevedo, 2019).

El gobierno cubano estima que se necesitan entre 3 500 y 4 000 millones de dólares en inversiones para alcanzar sus objetivos para las fuentes renovables de energía: alcanzar un 24 % de utilización de estas en 2030, reducir el costo de la energía eléctrica y mitigar el impacto ambiental con una reducción emisiones de CO₂ hasta 1 015 t/año, con una parte importante de inversiones extranjeras directas. La mayoría de las inversiones están previstas en el desarrollo de las energías: eólica y solar fotovoltaica. Además, el Gobierno promueve las inversiones en otras fuentes renovables de energía, por ejemplo, en biogás, biomasa forestal, residuos agroindustriales y residuos sólidos urbanos (Korkeakoski y Filgueiras Sainz de Rozas, 2022).

Una inversión inteligente requiere de un proyecto bien estructurado y evaluado, que indique la pauta a seguir como la correcta asignación de recursos, igualar el valor adquisitivo de la moneda presente en la moneda futura y estar seguros de que la inversión será realmente rentable, decidir el ordenamiento de varios proyectos en función a su rentabilidad y tomar una decisión de aceptación o rechazo (Zambrano y Paredes, 2014).

Actualmente el país enfrenta una situación del sistema energético nacional desfavorable, por lo que requiere buscar alternativas para la generación de energía eléctrica. La empresa se encuentra conectada al sistema energético nacional, por lo que la electricidad que recibe se produce con hidrocarburos en las termoeléctricas del país. Por otro lado, cuenta con un grupo electrógeno, para cuando ocurran afectaciones eléctricas, pero este también trabaja con hidrocarburos. Donde se observa que la fuente de energía para las instalaciones de la empresa se obtiene a base del uso de combustible.

Hoy en día se enfrentan a nivel nacional, problemas de disponibilidad de hidrocarburos para la generación de energía, también obtener el combustible necesario tiene un costo, y este es de importación. Por lo tanto, poder contar con un sistema tecnológico capaz de generar energía eléctrica por su cuenta, y de manera renovable, como lo es la energía solar, resultan en una gran ventaja para la empresa y en un beneficio para el país.

Primeramente, ahorraría al país tener que obtener combustible para la generación energética, disminuiría la dependencia de los hidrocarburos, eliminaría las pérdidas en transformación de energía y garantizaría que la entidad contara con un sistema autónomo, el cual evitaría las afectaciones eléctricas a las instalaciones de la empresa y, por ende, al trabajo en sí. También se prevé que el sistema que se instale sea capaz de cubrir las necesidades de la empresa e incorporar la energía sobrante al sistema energético nacional.

Por lo que, se define como **problema de la investigación** la necesidad del diseño de un proyecto para instalación de paneles solares fotovoltaicos en EMPERCAP.

Para dar respuesta se traza el **objetivo general** siguiente: contribuir en la elaboración de la documentación de un proyecto para la instalación de paneles solares fotovoltaicos en EMPERCAP.

Asociado a este objetivo, se establecen como **objetivos específicos**:

1. Elaborar el marco teórico referencial de la investigación a partir de la revisión bibliográfica de elementos relacionados con: energía renovable, paneles fotovoltaicos y proyectos de inversión en energía renovable.
2. Proponer un procedimiento para la instalación de paneles fotovoltaicos en EMPERCAP.
3. Aplicar el procedimiento para la instalación de paneles fotovoltaicos en EMPERCAP.

La estructura del trabajo busca dar cumplimiento a los objetivos perseguidos con su confección, por lo que consta de: Capítulo 1, donde se enuncian, de forma elemental, los aspectos teóricos y científicos necesarios; Capítulo 2, donde se expone una descripción del objeto de estudio y el diseño por etapas del

procedimiento a seguir para el desarrollo de la investigación; Capítulo 3, que muestra los resultados de la aplicación del procedimiento propuesto. Finalmente, las conclusiones que dan respuesta a los objetivos específicos planteados y las recomendaciones; las 47 bibliografías consultadas, las cuales se caracterizan por su amplitud, diversidad y actualidad siendo el 48,93% correspondiente a los últimos 5 años, el 6,38% en idiomas extranjeros y el 85,10% correspondiente a tesis y artículos científicos; así como un grupo de anexos como complemento de los resultados expuestos.

Capítulo 1: Marco teórico referencial de la investigación.

Este capítulo brinda la base teórica al procedimiento metodológico a desarrollar, sobre la base de información actualizada necesaria para sentar los cimientos de la investigación. Aquí se presentarán aspectos generales a tener en cuenta para poder desarrollar el objetivo trazado con un alto nivel de calidad.

1.1 Energía.

El vocablo energía procede de las palabras griegas *en*, que significa contenido y *ergon*, trabajo; así al unirlos surge el término *energía*, que significa trabajo contenido en los cuerpos, el cual no ha sido siempre bien comprendido; todavía hoy su análisis motiva amplios debates en los foros sobre la enseñanza de las ciencias (Ávila y Martínez, 2011).

Energía es una magnitud física que se presenta bajo diversas formas, está involucrada en todos los procesos de cambio de estado, se transforma y se transmite, depende del sistema de referencia y fijado este se conserva (Michinel y Martínez, 1994).

La energía constituye un componente fundamental de las estrategias de desarrollo económico y social. Su importancia radica en el acceso que se tenga a ella, superando así, aquellas consideraciones basadas sólo en su aporte económico como tal, la energía es un concepto asociado al movimiento en general y es una de las definiciones más complejas que el hombre ha pretendido establecer (Barragán Llanos, 2020).

A pesar de que esta palabra es de uso común, resulta difícil establecer una definición general y precisa de este importante concepto físico. Para la mayoría de las personas la energía es algo sustancial; la consideran como un combustible que los cuerpos almacenan y que es necesario reponer cuando sus reservas disminuyen o se agotan.

1.2 Energía renovable. Tipos de energía renovable.

Cuando un sistema, al interactuar con otro, entrega parte de su energía a través del calentamiento, la radiación o la realización del trabajo, se dice que está actuando como una fuente de energía.

Las fuentes de energía se clasifican de acuerdo con su sitio de origen o por sus características físicas. Según su origen están las que nacen en las profundidades o en la corteza terrestre: la energía geotérmica o los minerales radiactivos, y las que se originan fuera de la tierra: gravitacional (debido a la interacción de la luna y el sol con el planeta) y flujo solar, que a su vez se subdivide en radiante (directa y almacenada tanto geológicamente en forma de combustibles fósiles como fotosintéticamente en la biomasa primaria) e indirecta (eólica, oleajes, corrientes oceánicas, hidroenergía). De acuerdo con sus características físicas, las fuentes de energía se clasifican en: permanentes o renovables y temporales o no renovables (Ávila y Martínez, 2011).

Las energías renovables son aquellas que se producen de forma continua y son inagotables a escala humana. En el origen de todas está el sol, porque su calor provoca en la Tierra las diferencias de presión que dan origen a los vientos, fuente de la energía eólica. El sol ordena el ciclo del agua, recurso que utiliza la energía hidráulica. Las plantas se sirven del sol para realizar la fotosíntesis, vivir y crecer. Toda esa materia vegetal es la biomasa. Por último, el sol se aprovecha directamente de las energías solares, tanto la térmica como la fotovoltaica. Las energías renovables son la clave de un modelo energético sostenible que puede cubrir las necesidades sin poner en peligro el medio ambiente (Merino, 2007).

Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen o por ser capaces de regenerarse por medios naturales (Spiegeler y Cifuentes, 2016).

Se concluye que la energía renovable es un conjunto de fuentes de energía que se obtienen de recursos naturales que son prácticamente inagotables a escala humana y se regeneran de manera natural. Este tipo de energía busca reducir el impacto

ambiental y la dependencia de combustibles fósiles, ayudando a mitigar el cambio climático. La energía renovable no solo contribuye a un suministro energético más sostenible, sino que también promueve la seguridad energética y puede impulsar economías locales mediante la creación de empleos en el sector verde. Además, su uso reduce las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que es vital para proteger nuestro planeta.

(Montero Gainza, 2019) Plantea que energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Entre las energías renovables se cuentan la solar, eólica, hidroeléctrica, biomasa, geotérmica, mareomotriz y undimotriz.

1. Energía solar: Aprovecha la luz del sol para generar electricidad o calor. Los paneles solares son la tecnología más común.
2. Energía eólica: Utiliza el viento para mover turbinas que generan electricidad. Es una de las fuentes de energía renovable que más ha crecido en los últimos años.
3. Energía hidroeléctrica: Se genera a partir del movimiento del agua, como en los ríos o embalses. Las grandes represas son ejemplos típicos de esta energía.
4. Biomasa: Consiste en utilizar materia orgánica para producir energía, ya sea mediante combustión o transformación en biocombustibles.
5. Energía geotérmica: Se basa en el calor interno de la Tierra, aprovechando el vapor y el agua caliente que se encuentran bajo la superficie.
6. Energía mareomotriz y undimotriz: Estas tecnologías aprovechan el movimiento del agua del mar, ya sea por las mareas o por las olas.

1.3 Panel solar.

Los paneles solares son los encargados de transformar la energía solar en energía eléctrica a través de sus unidades que son las células fotovoltaicas mediante el principio del efecto fotovoltaico. La corriente, y por lo tanto la potencia de generación

aumenta conforme aumenta la radiación incidente sobre las células solares (Carrera Ramon, 2023).

Desde los primeros paneles solares hasta los actuales, la investigación en este ámbito ha evolucionado hasta transformar este elemento en un dispositivo mucho más eficiente, barato y duradero (Sapag Chain et al., 2014). Si el ahorro energético que puede proporcionar en una organización empresarial el uso de energía solar es alto, lo es en buena medida por el uso de los tipos de paneles solares adecuados. El material con el que estén fabricados y su tecnología tendrán un reflejo directo tanto en el coste de la inversión que se efectúe como en el retorno de ésta en forma de ahorro energético, entre otros beneficios.

Los paneles solares son una parte fundamental de la transición hacia energías más limpias y sostenibles. Ofrecen múltiples beneficios, como la reducción de las facturas de electricidad, la disminución de la huella de carbono y la posibilidad de independencia energética. Además, son una inversión a largo plazo que contribuye a un futuro más sostenible.

1.3.1 Tipos de paneles solares.

La energía solar es considerada como una energía renovable, ya que esta es toda energía en la que la fuente primaria es producida por la naturaleza sin ningún tratamiento previo realizado por el hombre y la solar fotovoltaica es producida por el sol, resultado de reacciones nucleares de fusión que llegan a la Tierra a través del espacio en paquetes de energía llamados fotones que interactúan con la atmósfera y la superficie terrestre (Ramírez Botero, 2021).

La energía solar puede servir para diferentes usos, por eso no todos los paneles solares han sido concebidos y fabricados para lo mismo. Podemos distinguir entre paneles solares fotovoltaicos, paneles solares térmicos y paneles solares híbridos, que emplean tecnología tanto fotovoltaica como térmica

- Paneles solares fotovoltaicos: este tipo de módulos convierte la energía lumínica en energía eléctrica gracias al denominado efecto fotoeléctrico, que se produce gracias a sus células de silicio. Cuando las partículas de luz

llamadas fotones impactan con el silicio rompen los electrones, de manera que algunas de ellas se liberan y dan lugar a corriente eléctrica. Los avances en la fabricación de este tipo de paneles han hecho que sus precios de adquisición se hayan visto reducidos, lo que favorece su uso en distintos tipos de organizaciones empresariales.

- Paneles solares térmicos: estos paneles se utilizan para obtener calor cuando la energía solar se transforma. Con ellos puede calentarse el agua, alimentar sistemas de calefacción o generar vapor para mover turbinas y otras aplicaciones industriales. Los colectores solares pueden, a su vez, ser clasificados en colectores de baja temperatura (hasta un máximo de 50°C), colectores de media temperatura (hasta los 90°C) y colectores de alta temperatura (hasta los 150°C).
- Paneles solares híbridos: cuando se aplica la tecnología de los paneles fotovoltaicos y de los paneles térmicos se habla de paneles solares híbridos, con los que se puede obtener calor y generar electricidad al mismo tiempo. Su uso está mucho menos difundido, aunque presenta algunos beneficios que lo están haciendo cada vez más popular, como por ejemplo un menor espacio necesario para lograr rendimiento de la energía del sol.

1.4 Tipos de paneles solares fotovoltaicos.

Un sistema fotovoltaico está formado principalmente por: el panel solar, que es encargado de convertir la energía solar en energía eléctrica; por el regulador de carga, que es el encargado de regular la tensión de salida para las baterías y para el inversor, además de controlar la carga de las baterías; las baterías, que son las responsables de almacenar la energía para poder ser utilizada cuando no se tenga radiación solar, y, finalmente por el inversor, que es encargado de convertir la tensión continua en tensión alterna que alimentará a las cargas (Francés, 1979).

Dentro de la categoría de los paneles fotovoltaicos, podemos distinguir tres tipos que son los paneles monocristalinos, los paneles policristalinos y los paneles de silicio (Vela Ruiz, 2016).

- Paneles monocristalinos: Las células monocristalinas que componen este tipo de placas son las que le dan nombre. De apariencia negra y con las esquinas recortadas en forma de chaflán, destacan por su rendimiento y por su eficiencia, la más alta de los distintos tipos de placas que podemos diferenciar. Pueden alcanzar rendimientos del 17 %, aunque su coste es mayor que el de otros paneles debido a que su proceso de producción es más complejo y caro.
- Paneles policristalinos: A diferencia de los paneles monocristalinos, los policristalinos presentan un característico color azul en varias tonalidades y sus esquinas acaban en ángulo recto. Las células son cuadradas y su color no es uniforme, ya que presenta diferentes tonos de azules. Tienen buena capacidad de absorción y un rendimiento que puede estimarse entre el 11 % y el 15 %. Su coste es menor que el de los paneles monocristalinos debido a que el proceso de obtención de este tipo de células es también más económico.
- Paneles de silicio: Los paneles de silicio, llamados también paneles de silicio amorfo, tienen un coste de fabricación sensiblemente inferior a los paneles monocristalinos y policristalinos, por lo que su precio resulta también inferior. A cambio, tienen un menor rendimiento (en torno al 6-8 %). Sobre una lámina de vidrio se apoya una lámina fina de silicio que es la encargada de recoger la energía proveniente del sol.

1.5 Ventajas de las instalaciones fotovoltaicas para las empresas.

Los diferentes tipos de instalaciones fotovoltaicas ofrecen diversas ventajas a las empresas que deciden invertir en ellas (Serpa Pereira, 2018):

- Los paneles solares son cada vez más económicos, por lo que no son una inversión que desequilibre a priori el presupuesto de una empresa.
- Los costes de mantenimiento y funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas son muy económicos, sobre todo en comparación con las de otras energías renovables. Además, no tienen piezas mecánicamente

móviles, por lo que hay menos roturas y desciende el número de reparaciones.

- Las instalaciones fotovoltaicas son totalmente silenciosas, por lo que no causan problemas en su entorno. Además, son fáciles de instalar.
- Son una solución eficaz a los picos de demanda de energía, ya que coincide con la energía que se necesita para enfriar los paneles fotovoltaicos
- La energía solar solamente depende de la naturaleza. Por lo tanto, podemos acceder siempre que queramos a ella y es abundante. Nunca tendremos problemas de suministro en ninguno de los tipos de instalaciones fotovoltaicas.

Desde el punto de vista de los impactos medioambientales, las tecnologías fotovoltaicas ofrecen más beneficios que afectaciones, pues conllevan una reducción gradual del consumo de recursos agotables, así como de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera; sin embargo, ninguna tecnología es totalmente inocua, siendo necesaria su evaluación para cumplir lo establecido en el marco regulatorio del proceso inversionista, y la consiguiente obtención de la Licencia Ambiental (Guzmán Villavicencio et al., 2017).

Una de las ventajas del uso de energías renovables, es la sustitución de combustibles fósiles, los cuales además de contaminar el medioambiente han tenido precios significativamente elevados durante las últimas décadas. Favorablemente, la creación de los sistemas fotovoltaicos permitirá ahorrar anualmente cierta cantidad de dinero para la adquisición de diésel (Guzmán Villavicencio et al., 2017).

1.6 Proyecto.

Desde la antigüedad se han emprendido grandes proyectos para encontrar las maneras de mejorar, resolver problemas y satisfacer sus necesidades (Rincón-Guio y Castaño, 2017).

Todo proyecto nace de una necesidad y tiene como objetivo la consecución de un resultado o producto final dentro de un tiempo limitado, con un principio, un fin y unos objetivos determinados en el alcance y los recursos asignados para su realización. (Aguirre Barrera y Aguirre Barrera, 2021)

Un conjunto de actividades a desarrollar durante un período de tiempo finito, con recursos limitados y con el fin de satisfacer objetivos concretos. También podría verse como una tarea compleja realizada para solucionar un problema concreto o crear un producto o servicio único. Es importante tener en cuenta que cada proyecto es único y por lo tanto no se trata de un proceso repetitivo dentro de una empresa, podría incluso considerarse de carácter innovador (García de Fuentes Pampín, 2022).

Es un conjunto de acciones o actividades que se ejecutan en serie y/ o en paralelo cuyo fin es producir un producto, servicio o resultado único en un período limitado. Debe tener un inicio y un punto de finalización (Ramazzini y Orozco, 2006).

Un proyecto es un desafío temporal que se enfrenta para crear un único producto o servicio. Todo proyecto tiene un resultado deseado, una fecha límite y un presupuesto limitado (Pablo Lledó, 2007).

Es una operación limitada en tiempo y coste para materializar un conjunto de entregables definidos de acuerdo con unos requisitos y estándares de calidad (Castro Hernández et al., 2020).

Esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos indica un principio y un final para el trabajo del proyecto o una fase del trabajo del proyecto. Los proyectos pueden ser independientes o formar parte de un programa o portafolio (Ponce López et al., 2019)

Los proyectos se diseñan, se ejecutan y se desarrollan por y para las personas, agregando conocimiento, experiencia, capacidades, aprendizaje social, capital humano, innovación y en consecuencia consolida y fortalece el desarrollo humano (Morales Flores y Trueba Jainaga, 2011).

1.6.1 Características de los proyectos.

Para comprender mejor los proyectos es importante destacar sus características esenciales, es por eso que a continuación se presentan algunas de ellas: (Hernando et al., 2007)

- Un proyecto, generalmente, tiene un propósito u objetivo definible único.
- Generalmente, un proyecto tiene una serie de restricciones operativas u objetivos de desempeño individuales. Las restricciones o los objetivos clásicos se relacionan con el tiempo, el costo y la calidad o el desempeño. La mayoría de los proyectos tienen que terminarse en un tiempo acordado, sin superar cierto costo y a un estándar o nivel de desempeño determinado. En el caso de una adquisición, puede ser necesario comprar las acciones deseadas por menos de cierto precio para que la adquisición sea financieramente viable.
- Cada equipo de proyecto tiende a ser único ya que generalmente es multidisciplinario. Los proyectos suelen unir a miembros de diversas especializaciones. Los miembros del equipo de un proyecto trabajan juntos mientras dure el proyecto, después del cual el equipo se desarma y sus miembros vuelven a sus viejos trabajos o integran nuevo equipos de proyectos de una sola disciplina.
- Cada proyecto es único pues son diseñados para un propósito u objetivo específico, y no hay dos proyectos que sean idénticos.
- En la gran mayoría de los casos los proyectos tienen una duración limitada.
- Los proyectos tienden a atravesar fases de desarrollo concisas. Por ejemplo, en el nivel más alto, es probable que existan fases de diseño y de implementación independientes.
- Los proyectos suelen ser complejos. Habitualmente, la naturaleza multidisciplinaria de los proyectos da lugar a más complejidad y participación que los sistemas de producción funcionales asociados. A menudo, los

proyectos son altamente interdependientes, ya que una porción del proceso depende de una o más partes del proceso.

- Los proyectos suelen estar diseñados para provocar un cambio y, con frecuencia, operan en condiciones de cambio.
- Los proyectos suelen implicar un riesgo más alto que los sistemas de producción funcionales asociados, en gran parte, debido al elemento del cambio. Generar cambios mientras se opera en condiciones cambiantes da lugar a un alto nivel de incertidumbre y, más concretamente, de riesgo.
- Los proyectos tienden a ser secundarios con respecto a la función estratégica principal de la organización.

1.7 Proyecto de inversión.

El proyecto de inversión desde una perspectiva general, se entiende como una intervención en un medio para dar solución a una problemática existente y lograr un cambio deseado. Dicho problema se puede percibir como una limitación o un exceso de un bien y/o servicio. Se caracteriza porque es una intervención delimitada en el tiempo, se integra como una unidad de servicio en un horizonte de tiempo, interviene en un medio social: población y organizaciones, e interviene en un área geográfica definida donde tendrá influencia el proyecto (Valencia, 2010)

Un proyecto de inversión representa una acción a realizar donde se pretende obtener una ganancia o un beneficio (puede ser social o no), en el intervienen factores tan relevantes como es el tiempo, ya que se establecen metas a diversos plazos como es a corto, mediano o largo (Cruz-Ramírez et al., 2019).

El proyecto de inversión se puede describir como un plan, que si se le asigna determinado monto de capital y se le proporciona insumos de varios tipos, podrá producir un bien o un servicio útil al ser humano o la sociedad en general (Serrano, 2020).

El proyecto de inversión es un proceso que consta de actividades específicas y tareas precisas que permiten obtener un documento estructurado y confiable (Aranday, 2018).

El proyecto de inversión consiste en el fortalecimiento del capital mobiliario e inmobiliario, la formación del capital físico, la formación de capital humano o la producción de bienes y servicios (Brenord, 2022).

(Hernández Santamaría, 2023) Plantea que un proyecto de inversión es una guía para la toma de decisiones acerca de una inversión que se desea realizar, con el objetivo de darle solución a un problema para hacer un bien o prestar un servicio social. Este genera una ganancia o beneficio y cumple con los objetivos trazados, por ende es importante tener en cuenta el proceso de planeación.

1.7.1 Ciclo de vida de los proyectos de inversión.

Existen diferentes enfoques teóricos y metodológicos respecto al ciclo de vida de un proyecto. En general el ciclo de vida de un proyecto es el conjunto de fases por las que un proyecto atraviesa desde su concepción hasta su cierre. Proporciona un marco de referencia elemental para dirigir los proyectos, independientemente del proyecto involucrado (Melendez y El Salous, 2021)

El ciclo de vida de los proyectos de inversión contempla cinco etapas: inicio, planeación, ejecución, monitoreo y control, cierre y administración de las instalaciones (Serrano, 2020).

1. Inicio: se refiere a la primera etapa donde, con base de una necesidad, se concibe la idea de cómo hacerla.
1. Planeación: involucra aquellas actividades encaminadas a establecer el rumbo, acciones y estrategias por seguir con el propósito de ejecutar el proyecto.
2. Ejecución: esta etapa contempla llevar acabo las actividades previamente establecidas en planeación acorde a los objetivos del proyecto.
3. Monitoreo y control: se refiere al seguimiento que se da en cada fase del proyecto con el objetivo de verificar el cumplimiento y funcionamiento del mismo, de acuerdo con lo previamente establecido. Contempla las acciones encaminadas a vigilar que las etapas del proyecto se cumplan con base en lo planeado.

4. Cierre y administración de las instalaciones: conclusión y entrega del proyecto final, así como la administración del resultado del mismo, es decir, de la idea materializada en un nuevo negocio, de una nueva planta, una nueva maquinaria, etcétera.

En todas las etapas hay que considerar los aspectos económicos, ambientales, los elementos institucionales y socioculturales, y los actores (Almaguer Torres et al., 2020)

El correcto desarrollo de un proyecto comprende una serie de elementos en el proceso de planificar los mismos, entre ellos destacan el costo, el tiempo, los recursos humanos y la calidad (Melendez y El Salous, 2021).

1.8 Gestión de los proyectos de inversión.

La gestión y administración de proyectos es una actividad dinámica que está sujeta a numerosos riesgos y cambios en la planificación. Esto condiciona que los directivos de los proyectos tengan que tomar decisiones en tiempo real que puede comprometer una culminación exitosa. Examinar la información almacenada referente a proyectos anteriores es un mecanismo que puede ser utilizado para apoyar la toma de decisiones basado en experiencias anteriores (Fonseca y Cornelio, 2022).

Según (Heredia, 1995) es el proceso de optimización de recursos puestos a disposición del proyecto, con el fin de obtener sus objetivos.

La gestión de proyectos cuenta con el propósito de planificar, organizar, dirigir y controlar los eventos asociados al proyecto dentro de un escenario de tiempo, costo y calidad predeterminados (Gómez-Cano y Sánchez-Castillo, 2021) lo cual puede aumentar los beneficios esperados para el desarrollo del objetivo a trabajar y optimizar el tiempo y costos del proyecto mismo (Fonseca y Cornelio, 2022).

S e puede concluir que la gestión de proyectos de inversión es el enfoque que combina la planificación, ejecución y control de proyectos con el objetivo de maximizar el valor creado a partir de una inversión. Esto implica identificar oportunidades de inversión, evaluar su viabilidad financiera y técnica, y gestionar

los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto de manera eficiente. En este contexto, es fundamental considerar aspectos como el análisis de costos y beneficios, la gestión de riesgos, y la alineación del proyecto con los objetivos estratégicos de la organización. Además, se busca asegurar que todos los interesados estén involucrados y comprometidos a lo largo del ciclo del proyecto, desde su concepción hasta su finalización.

Conclusiones Parciales.

1. Un concepto integrador de energía renovable es la transición energética. Este término se refiere al proceso de cambiar de un sistema energético basado en combustibles fósiles a uno que utiliza fuentes de energía renovables, como la solar, eólica, hidroeléctrica y biomasa. Las energías renovables buscan no solo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y combatir el cambio climático, sino también promover un uso más sostenible de los recursos naturales, mejorar la seguridad energética y fomentar el desarrollo económico a través de nuevas tecnologías y empleos verdes.
2. Los paneles solares fotovoltaicos son un método de la generación distribuida de energía. Estos convierten la luz solar en electricidad mediante el efecto fotovoltaico. También permiten reducir las pérdidas de transmisión y distribución de energía, y empoderar a los consumidores para que sean también productores de su propia energía. Además, contribuye a una red eléctrica más sostenible y flexible.
3. Realizar un proyecto de inversión en energía renovable tiene la finalidad de lograr una rentabilidad económica y un impacto social y ambiental a largo plazo. También tienen como finalidad lograr un mundo más limpio, donde la energía se obtiene de fuentes renovables y sostenibles, creando un entorno más saludable.

Capítulo 2: Procedimiento propuesto en la investigación.

En este capítulo se realiza la caracterización de EMPERCAP y se muestra el procedimiento para la inclusión de paneles fotovoltaicos en la misma.

2.1 Caracterización de la empresa.

EMPERCAP, Empresa de Perforación y Reparaciones Capitales de Pozos de Petróleo y Gas, es una entidad cubana especializada en la perforación, reparación y mantenimiento de pozos petroleros y gasíferos. Con sede en la provincia de Matanzas, EMPERCAP juega un papel fundamental en la industria petrolera nacional, garantizando la extracción eficiente de estos recursos energéticos.

Está estructurada en diferentes divisiones especializadas, cada una con las competencias y recursos necesarios para llevar a cabo las tareas asignadas. Entre los servicios que ofrece la empresa se encuentran:

- Perforación de pozos petroleros y gasíferos, tanto exploratorios como de desarrollo y producción.
- Reparación capital de pozos, incluyendo la rehabilitación de estructuras tubulares, la cementación y el reacondicionamiento de pozos.
- Mantenimiento preventivo y correctivo de pozos petroleros y gasíferos.
- Servicios especializados de perforación y reparación, como la cementación a alta presión, la perforación direccional y la pesca de objetos perdidos en pozo.

La sede de EMPERCAP en Santa Marta, Matanzas, alberga las oficinas centrales de la empresa, así como talleres, almacenes y áreas de apoyo logístico. Desde esta sede se gestionan las operaciones de la empresa en todo el país, y se coordinan los proyectos y servicios que se brindan a los clientes.

Objeto social principal: brindar servicios de Perforación, Reparación y Liquidación de Pozos de Petróleo y Gas.

Misión: Satisfacer el mercado de los servicios especializados a pozos de petróleo y gas, caracterizándonos por la profesionalidad en nuestra gestión y contribuyendo a la autonomía del país.

Visión: Ser líderes en los servicios especializados a pozos de petróleo y gas, con reconocimiento internacional e insertado a la modalidad costa afuera, distinguiéndonos por nuestro sistema integrado de gestión, la profesionalidad y compromiso de nuestros trabajadores.

El Sistema de Gestión de la Calidad establecido, documentado, implementado y mantenido por la Empresa de Perforación y Reparación Capital de Pozos de Petróleo y Gas, identifica los diferentes procesos que intervienen en los servicios prestados por la organización. La dirección de la entidad asegura los recursos e información necesaria, realiza la medición y su seguimiento de forma tal que le permita conocer el desempeño y las tendencias de sus procesos para la toma de acciones encaminadas a mejorar la eficiencia y eficacia de la gestión de la calidad. En la figura 2.1 se muestra el Mapa de Procesos identificados en la organización.



Figura 2.1: Mapa de Procesos de EMPERCAP.

Fuente: Departamento de Recursos Humanos de EMPERCAP.

En el Consejo de Dirección Ordinario No.4, celebrado en fecha 25 de enero de 2022, fue aprobada por Acuerdo No. 143 la modificación de la estructura organizativa de

la empresa, siendo necesario en consecuencia emitir la resolución 20 de fecha 25 de enero de 2022. Su actividad se desarrolla por todo el territorio nacional (Ver Anexo 1), con bases en Boca de Jaruco (Sta. Cruz del Norte, La Habana), Majagua (Ciego de Ávila) y las oficinas centrales en Guásimas (Cárdenas, Matanzas)



Figura 2.2: Estructura organizativa de EMPERCAP.

Fuente: Departamento de Recursos Humanos de EMPERCAP.

Las direcciones de Regulación y Control están compuestas por: Dirección General, Dirección de Inversiones, Dirección de Gestión de Capital Humano, Dirección Técnica, Dirección de Operaciones, Dirección Contable Financiera y Dirección Jurídica y de Negocios mientras, el colectivo primario de prestación de servicios de EMPERCAP, está distribuido por: División de Logística, División de Equipos de Perforación, División de Mantenimiento, División de Transporte y Aseguramiento, División de Equipos de Intervención, División de Servicios Técnicos a la Perforación e Intervención de Pozos y División Occidente.

2.2 Procedimiento para la instalación de paneles fotovoltaicos en EMPERCAP.

Para llevar a cabo la adquisición e instalación del sistema fotovoltaico en EMPERCAP se propone un procedimiento metodológico y sus etapas se muestran en la figura 2.3. Se toma como referencia los propuestos por CEDAI y por (García Flores, 2022)

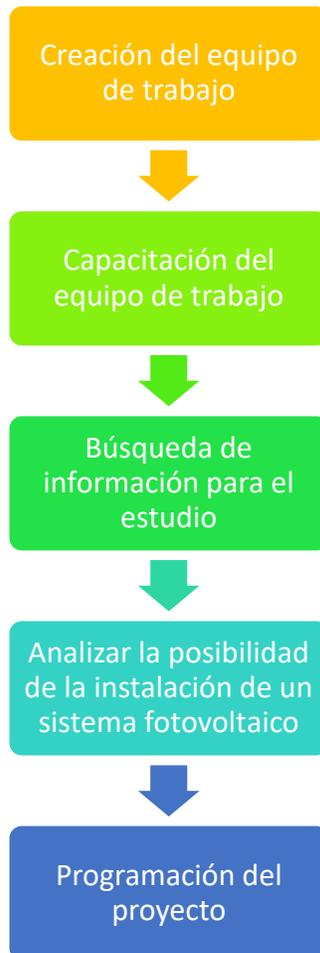


Figura 2.3: Metodología para la instalación de un sistema fotovoltaico en EMPERCAP.

Fuente: Elaboración propia.

Etapa 1: Creación del equipo de trabajo.

Esta etapa de preparación previa resulta sumamente importante para el éxito final de la investigación, porque a partir del entendimiento y compromiso del equipo de trabajo, se logra obtener resultados significativos, con calidad, así como la certeza de que serán analizados y puestos en prácticas por la entidad con el objetivo de ganar en eficiencia y credibilidad. Se recomienda que las personas que conformen el equipo de trabajo reúnan las condiciones siguientes: graduados de nivel medio superior o con elevada experiencia en el tema que se aborda; decisión y voluntad para participar en el estudio; personal comunicativo, con habilidades para el trabajo en equipo y proclive al cambio.

Etapa 2: Capacitación del equipo de trabajo.

Luego de seleccionar el equipo de trabajo se procede a la capacitación de este para la ejecución del trabajo a realizar. Inicialmente se explican los objetivos que se persiguen en el estudio y las etapas y pasos del procedimiento a desarrollar para el logro del objetivo fijado. Se recomienda exposiciones y debates grupales, que enriquecen los conocimientos de los miembros del equipo acerca de las temáticas de la investigación, visitas a la empresa y entrevistas a directivos y trabajadores de esta. También se revisan diferentes bibliografías para fomentar el conocimiento sobre la temática.

Etapa 3: Búsqueda de información para el estudio.

En esta tercera etapa, el equipo de trabajo debe consultar diferentes fuentes de información. Constituyen fuentes de información del estudio, toda aquella documentación sobre energías renovables, paneles solares, sistemas fotovoltaicos y proyectos de inversión.

Además, se utilizan técnicas como la entrevista, observaciones y la revisión documental.

Una entrevista es una conversación de carácter planificado entre el entrevistador y los entrevistados. Tiene el objetivo de obtener información sobre ciertos hechos y opiniones. Es importante la elaboración de preguntas. Constituye una técnica en la

que se obtiene información de una forma amplia y abierta, en dependencia de la relación entre el entrevistador y el entrevistado (Rosenkranz y Holten, 2011).

Una observación es la técnica de investigación que consiste en observar personas, hechos, casos, objetos, acciones, situaciones, etc., con el fin de obtener determinada información necesaria para la investigación (Medina León et al., 2021).

La revisión de documentos tiene la finalidad de recopilar y sintetizar los principales aspectos relacionados con el tema a investigar que están recogidos en documentos los cuales presentan un nivel de validez propios para un trabajo científico. Se recomienda que los documentos a revisar sean de contenido auténtico

Etapas 4: Analizar la posibilidad de la implementación de un sistema fotovoltaico.

4.1 Determinar las áreas de techo utilizables.

La instalación de un SFV requiere de la evaluación de las posibilidades de utilización del espacio, aplicando las técnicas de la ordenación territorial, priorizando las áreas techadas que presenten condiciones estructurales adecuadas, que no sean afectados por sombreado durante las horas del día. Para ello se deben evaluar fundamentalmente las variables relacionadas con: (Guzmán Villavicencio et al., 2017)

- Área aprovechable: priorizarlas áreas techadas que presenten condiciones estructurales adecuadas.
- Edificaciones o elementos que sean fuentes de sombreado: Se debe tener en cuenta que no sean afectados por formas irregulares, obstáculos o varios niveles en la cubierta, edificaciones cercanas que tengan la altura y cercanía como para generar sombreado sobre la cubierta, u otro efecto de sombreado por parte de elementos lejanos. (Rodríguez et al., 2012)

Según (Guzmán Villavicencio et al., 2017), una vez determinada el área para llevar a cabo el proyecto se debe realizar una evaluación del estado de las cubiertas, en este aspecto se debe tener en cuenta una serie de variables que a continuación se relacionan:

- La estructura de la edificación deberá soportar las cargas que implican la instalación del SFV.
- La cubierta deberá estar en buenas condiciones estructurales y con una perspectiva en esa categoría por al menos 25 años.
- Se deberá tener acceso permanente a la cubierta.
- Se debe evaluar la impermeabilización de los techos, con el objetivo de garantizar la estanqueidad.

Para determinar el espacio utilizable de instalación de los paneles fue necesario subirse sobre los tejados y con la ayuda de instrumentos de medición profesionales se obtuvieron los valores en metros cuadrados del área disponible.

4.2 Análisis Económico.

4.2.1 Análisis de la inversión.

Para realizar este análisis se tiene en cuenta que se propone un proyecto de inversión de energía renovable, basado en la instalación y montaje de 976 paneles fotovoltaicos, ver figura 3.1. En la misma figura se puede observar que, aunque por el área aprovechable la capacidad máxima teórica es de 370,88 kWp, en realidad el disponible es 266 kWp, ya que existe un promedio de 28,48% no utilizable, debido al tiempo nublado, brumoso o de poca radiación y a las pérdidas por conducción.

$$CI = ((315 \text{ USD} \cdot 976 \cdot 24) + (10 \cdot 976 \cdot 0,380 \cdot 24)) \cdot 1,10$$

4.2.2 Cálculo de los ahorros y pagos posibles.

Teniéndose los costos totales de la inversión, se calcula a continuación el ahorro que se lograría. Estos se corresponden a lo que deja de gastar la Empresa por tener garantizado la energía mediante colectores solares fotovoltaicos, durante al menos 5 horas, 261 días al año (lunes a viernes), más los 104 sábados y domingos que al no trabajar puede ofertar el 88 % de lo que pueden generar los colectores fotovoltaicos, lo que arroja un ahorro de:

$$AeeE = (Dm \cdot Ttd \cdot Dta \cdot 0,88) + (Dd \cdot Ttd \cdot Dtsd \cdot 0,12)$$

Donde:

AeeE → Ahorro de energía eléctrica en la Empresa, kW.hr/año

Dta → Días de trabajo al año, según el día de la semana, días/año. 261 días al año.

Dtsd → Domingos y sábados al año, días/año. 104 días al año.

Dm → Demanda máxima de la Empresa, kW.

Dd → Demanda máxima que pueden entregar los paneles, kW

Ttd → Tiempo equivalente con Sol al día para la radiación máxima, 5 horas al día.

El % de la energía eléctrica máxima que la Empresa puede ahorrarse de su consumo anual, mediante la energía que generan los colectores solares fotovoltaicos sería de:

$$\%Hd = AeeE/Cea \cdot 100$$

Donde:

Cea → Consumo de energía anual de la Empresa calculado: 328 277 kW.hr

%Hd → Por ciento del consumo que se puede ahorrar del total, %.

Si al ahorro de energía se multiplica por el promedio de la tarifa eléctrica que le cobra la UNE a la Empresa por la Tarifa de media tensión M1-C, que corresponde a 3,12 \$/kW.hr, se obtiene:

$$Aee\$ = AeeE \cdot Tarifa = 189\,225,00 \text{ kW.hr/año} \cdot 3,12 \text{ \$/kW.hr}$$

Donde:

Aee\$ → Ahorro en dinero por la energía eléctrica ahorrada, \$/año

La empresa puede producir y comercializar la siguiente cantidad de energía:

$$Ep = (Ddc \cdot Ttd \cdot Da) + (Dd \cdot Ttd \cdot Dtsd \cdot 0,88)$$

Donde:

Ddc → Demanda eléctrica disponible para comercializar, kW.

Ep → Energía eléctrica total producida, kW.hr/año,

Si a este valor lo multiplicamos por el promedio de la tarifa eléctrica que le paga la UNE a las Empresas que generan electricidad por la Tarifa GRUPO C1-C acápite 6: “Tarifas de compra de energía eléctrica mediante paneles fotovoltaicos”, según Resolución del Ministerio de Finanzas y Precio (MFP) No. 215/2018, que corresponde a 2,10 \$/kW.hr, se obtiene:

$$Ep\$ = Ep \cdot \text{TarifaC}$$

Donde:

$Ep\$$ → Dinero posible a cobrar por la energía eléctrica producida, \$/año

Por lo que el monto total de dinero entre ahorro de energía y venta de energía sobrante va a ser:

$$Et\$ = Aee\$ + Ep$$

4.2.3 Cálculo medioambiental.

La cantidad de energía eléctrica que se deja de producir en los generadores primarios de energía que utilizan combustibles fósiles, después de ejecutada la inversión propuesta, se calcula como:

$$EeT = AeeE + Ep$$

Donde:

EeT → Energía eléctrica que se deja de producir en las centrales termoeléctricas, kW.hr/año

El combustible ahorrado por este concepto se calcula multiplicando este valor por el consumo específico de combustible medio del País, que es de 280 g/kW.hr (gramos de combustible por kW.hr producido)

$$Cah = EeT \cdot Bc$$

Donde:

Cah → Combustible fósil ahorrado al año, Tn/año

Bc → Consumo específico de combustible del País, 280 g/kW.hr

Al precio actual de la tonelada de combustible de 700 USD, el País se puede ahorrar con la propuesta realizada:

$$AP\$ = 135,93 \text{ Ton/año} \cdot 700 \text{ USD/Ton}$$

Con respecto a todo el ahorro que recibe el País, el tiempo de recuperación de la inversión se determina por la siguiente expresión:

$$Trp = \text{Inversión} / \text{Ahorro}$$

Con respecto al dinero que va a recibir la Empresa por la venta de energía, y teniéndose en cuenta lo que se ahorra en pago de factura por energía eléctrica dejada de consumir, se obtiene que se recupera la inversión en:

$$TrE = \text{Inversión} / \text{Pagos a recibir}$$

4.2.4 Eficiencia energética.

En la figura 3.3 se encuentra la solicitud por reposición de los 10 automóviles ligeros y las 30 camionetas que actualmente tiene asignada la Empresa, con sus precios de compra en USD y el ahorro que tendrían en litros de combustibles anuales con su aplicación.

Etapas 5: Programación del proyecto.

El cronograma abarca la planificación en el tiempo de las diferentes actividades de una inversión durante todas sus fases. Se presenta desglosado en períodos trimestrales durante todos los años del proceso inversionista e incluye la fecha de presentación del informe de la evaluación técnico-económica final de la inversión y la fecha del estudio de post-inversión, tal como se muestra en la tabla 2.1:

Tabla 2.1: Programación del proyecto.

	Año 1				Año 2				Año 3				Año N			
ACTIVIDADES	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Fase de pre-inversión																
Estudios, investigaciones y permisos																
Diseño e Ingeniería																
Gestión Comercial																
Otros gastos de pre-inversión																
Fase de Ejecución																
Recepción de Suministros																
Nacionales																
Importados																
Construcción																
Montaje																
Inversiones Inducidas																
Asistencia Técnica																
Capacitación y Adiestramiento																
Fase de desactivación e inicio de explotación																
Pruebas y puestas en marcha																
Evaluación Económica Final																
Estudios de Post-inversión																

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones parciales.

1. El análisis de las metodologías precedentes preparó los asientos para la instalación de un sistema fotovoltaico en la empresa.
2. EMPERCAP se presenta como un importante candidato para la instalación de un sistema fotovoltaico debido a las condiciones de área aprovechable

que presenta, además de que es una entidad alta consumidora de energía eléctrica.

3. El procedimiento propuesto para la instalación del sistema fotovoltaico consta de cinco etapas, donde se hace necesario crear al equipo de trabajo, capacitarlo y buscar información para el estudio. Posteriormente se realiza el análisis de la posibilidad de instalar un sistema fotovoltaico, aquí se determinan las áreas de techo utilizables y se realiza el análisis económico del proyecto. Por último se lleva a cabo la programación del proyecto.

Capítulo 3: Aplicación del procedimiento para la inclusión de paneles fotovoltaicos en EMPERCAP.

En este capítulo se presentan los resultados de la aplicación del procedimiento propuesto en el Capítulo 2 para la inclusión de paneles solares fotovoltaicos en EMPERCAP.

3.1 Desarrollo del procedimiento propuesto.

A continuación, se detallan las acciones acometidas en cada etapa del procedimiento para inclusión de paneles solares fotovoltaicos en EMPERCAP.

Etapa 1: Creación del equipo de trabajo.

La tabla 3.1 muestra los miembros que integran el equipo de trabajo seleccionado para llevar a cabo la investigación.

Tabla 3.1: Miembros del equipo de trabajo.

Nombre y Apellidos	Responsabilidades
Dra. C. Olga Gómez Figueroa	Profesor de la Universidad de Matanzas
Yoandy Frías Tomé	Energético de EMPERCAP
Alejandra Rodríguez Hernández	Estudiante de cuarto año de Ingeniería Industrial

Fuente: Elaboración propia.

Todos muestran decisión y voluntad para participar en el estudio, son personas comunicativas, con habilidades para el trabajo en equipo y proclives al cambio.

Etapa 2: Capacitación del equipo de trabajo.

Se reúne el equipo de trabajo en una oficina de la empresa. La autora de la investigación explica el objetivo y el procedimiento de la misma. En este debate grupal cada miembro del equipo expone sus criterios y experiencias de trabajo o participación en proyectos e investigaciones de similar temática.

Se planifican más encuentros en EMPERCAP de los miembros del equipo de trabajo, con el fin de conocer el trabajo. Se entrevistan directivos y trabajadores de las mismas.

Etapas 3: Búsqueda de información para el estudio.

Durante el desarrollo de la investigación se realiza una revisión documental, donde se consultan diversas investigaciones relacionadas principalmente al manejo de los términos de energía renovable, paneles fotovoltaicos y proyectos de inversión de energía renovable. Además, se analiza la legislación vigente en el país, por medio de la información que brindan los sitios web de organismos oficiales, así como noticias de la prensa cubana.

La consulta de la bibliografía anterior genera conocimiento actualizado sobre la temática abordada en el estudio y garantiza la preparación adecuada de los miembros del equipo de trabajo para afrontar las etapas siguientes.

Etapas 4: Analizar la posibilidad de la implementación de un sistema fotovoltaico.

Para el desarrollo de esta etapa se utiliza la información brindada por CEDAI y por la propia empresa.

4.1 Áreas de techo utilizables.

Los techos escogidos son aquellos que tienen una orientación norte sur, se plantea una inclinación de los colectores de 20° con respecto a la horizontal, que es lo recomendado para los paneles fotovoltaicos. Las áreas de techo utilizables son las siguientes.

Locales	Área (m ²)
• Oficinas -----	134
• Almacén 1 -----	874
• Almacén 2 -----	966
Total: -----	1974

4.2 Análisis Económico.

4.2.1 Análisis de la inversión.

Consumo diario de Corriente de CA (Ah)	671,49	A/hora	
Consumo Total corregido:	789,99	A/hora	
Energía total diaria	86 181,06	W.hr/día =	17,00 kW
Tensión CD del sistema (generalmente 12 ó 24 V)	24	Vcd	
Carga diaria corriente	3 590,88	A.hr/día	
Multiplicar con el factor de seguridad 10%	1,1		
Carga diaria corriente corregida	3 949,97	A.hr/día	
Promedio de horas de pico de sol por día.	5		
Amperaje que el sistema tendrá que producir en 1 hora	789,99	A/hora	Comprobación:
Capacidad máxima teórica de Potencia en kWp	23,94	kWp	> 17,00
14 % pérdidas, más tiempo nublado, brumoso o de poca radiación:	28,99%		

Cálculo del número de paneles

Consumo Total corregido:	789,99 A/hora	
Amperaje máximo del modulo solar seleccionado	9,67 Panel Policristalino 24Vdc/9,67A/380W	
Potencia pico	380	
Horas sin o poco Sol	7	
Eficiencia del Panel	0,195	
Profundidad de Descarga de las Baterías	0,95	
Coeficientes Multiplicados	12,54	
Numero de módulos Paralelos que se necesita	63 Paneles	
Numero de módulos en Serie que se necesita 24/24=1	1,00 Paneles	
Area disponible para ubicar paneles (m2)	134,00 m2	
Area de un solo panel fotovoltaico (m2)	1,92 m2	

Paneles	Poner X
Adosados:	
Estructurados:	X

Cálculo del número de baterías (opcional)

Carga total diaria	3 949,97 A/día
Días de reserva	1 (tiempo funcionando sin sol)
Capacidad nominal del banco de baterías	3 949,97 Ah
Factor de profundidad de descarga	0,8 (20% de reserva en las Baterías)
Capacidad corregida del banco de baterías	4 937,46 Ah
Capacidad nominal de batería	220 Ah (SOLAR BLOC 220 GEL)
Número de baterías en Paralelo de 24Vcd	24,00
Número de baterías en Serie de 24Vcd	1,00
Total de Baterías a Instalar	24,00

Calculo de Potencia del Inversor (Solo para 220AC)

Total de Potencia Instantanea del Inversor (Pts)	17 236,21 Wh	Agregar 10% del Total Inversor
TOTAL de Potencia Inversor Regimen Continuo	18 959,83 Wh	1723,621238
Factor pico de arranque por Motor 1,25%	23 699,79	
Uso no Simultaneo (Aprox. 1/3)	17 774,84 Wh	Pni= 47,5 KW.h Pni > Pts

Calculo del Regulador de Carga para 24 Vcd

Numeros de Paneles en paralelo	63,00
Intensidad maxima del Panel	9,67 A
Coeficiente de Pérdidas	1,25
Intensidad maxima del Regulador	761,5125 A

Figura 3.1: Determinación de la cantidad de paneles fotovoltaicos.

Fuente: (CEDAI 2023).

En la tabla 3.2 se expone la potencia pico máxima a instalar por cada local cuyo techo es aprovechable, aquellos cuyo techo es inclinado a 20° o a 30° y pueden ser instalados directamente sin soporte de aluminio y se pone “Adosado” (se ahorra la Empresa 90 USD por cada colector por no necesitar dicho soporte); los techos que son planos y necesitan los colectores soportes de aluminio se pone “Estructurado”. Es este caso todos son estructurados. Dicha tabla fue elaborada gracias a la revisión de la información brindada por EMPERCAP.

El desglose por área sería:

Tabla 3.2: Paneles Fotovoltaicos.

Concepto	Unidad	Oficinas	Almacén 1	Almacén 2	Total o promedio
Tipo de colector	Tipo	Estructurado	Estructurado	Estructurado	
Colectores	Cantidad	63	455	458	976
Potencia total	kWp	23,94	172,90	174,04	370,88
Potencia aprovechable	kW	17,00	124,00	125,00	266,00
Pérdidas	%	28,99	28,28	28,18	28,48
Área disponible	m ²	134,00	874,00	966,00	1974,00
Carga de Corriente	A.hr/día	3590,88	25934,12	26105,11	55 630,10

Fuente: Elaboración propia.

El costo de la inversión se obtiene de la Fábrica “Ernesto Guevara”, ubicada en: Avenida Colón Pasaje A, No. 16 entre Álvaro Barba y Pasaje B, Zona Industrial Hermanos Cruz, Pinar del Río, Teléfonos: (+53) 48 763016, (+53) 48 764508, (+53) 48 762746 ext. 118. e-mail: mkt@cce.cu www.cce.cu, donde la compra y

transportación se oferta a 315 USD el panel fotovoltaico, de potencia 380 Wp, por lo que se realiza la conversión de 24 CUP por USD. El inversor, el metrocontador y el regulador se obtienen del mercado europeo, donde se encuentran alrededor de los 10 euros por cada kW instalado, como ellos están expresados en euros se realiza la conversión a CUP por el valor de cambio vigente cuando se confeccionó el presente informe, que era de 24 CUP por €. Según las Empresas montadoras el costo de instalación y montaje es aproximadamente un 10 % del costo anterior, por lo que se multiplica por 1,10 para tenerlo en cuenta, entonces el costo total de la inversión sería:

$$CI = ((315 \text{ USD} \cdot 976 \cdot 24) + (10 \cdot 976 \cdot 0,380 \cdot 24)) \cdot 1,10 = 8\,214\,328,32 \text{ CUP}$$

4.2.2 Cálculo de los ahorros y pagos posibles.

$$AeeE = (Dm \cdot Ttd \cdot Dta \cdot 0,88) + (Dd \cdot Ttd \cdot Dtsd \cdot 0,12)$$

$$AeeE = (145 \text{ kW} \cdot 5 \text{ hrs/día} \cdot 261 \text{ días/año} \cdot 0,88) + (266 \text{ kW} \cdot 5 \text{ hrs/día} \cdot 104 \text{ días/año} \cdot 0,12)$$

$$AeeE = 189\,225,00 \text{ kW.hr/año}$$

El % de la energía eléctrica máxima que la Empresa puede ahorrarse de su consumo anual, mediante la energía que generan los colectores solares fotovoltaicos sería de:

$$\%Hd = AeeE/Cea \cdot 100 = 57,64\%$$

Si al ahorro de energía se multiplica por el promedio de la tarifa eléctrica que le cobra la UNE a la Empresa por la Tarifa de media tensión M1-C, que corresponde a 3,12 \$/kW.hr, se obtiene:

$$Aee\$ = AeeE \cdot \text{Tarifa} = 189\,225,00 \text{ kW.hr/año} \cdot 3,12 \text{ \$/kW.hr} = 590\,382,00 \text{ \$/año}$$

Si se tiene en cuenta que la Empresa va a tener una producción de potencia extra de 121 kW durante al menos 5 horas al día, 261 días al año, y los sábados y domingos puede entregar el 88 % del total a generar por los paneles, se obtiene que la Empresa puede producir y comercializar la siguiente cantidad de energía:

$$Ep = (Ddc \cdot Ttd \cdot Da) + (Dd \cdot Ttd \cdot Dtsd \cdot 0,88)$$

$$E_p = (121 \text{ kW} \cdot 5 \text{ hrs/día} \cdot 261 \text{ días/año}) + (266 \text{ kW} \cdot 5 \text{ hrs/día} \cdot 104 \text{ días/año} \cdot 0,88)$$

$$E_p = 296\,225,00 \text{ kW.hr/año}$$

Si a este valor lo multiplicamos por el promedio de la tarifa eléctrica que le paga la UNE a las Empresas que generan electricidad por la Tarifa GRUPO C1-C acápite 6: "Tarifas de compra de energía eléctrica mediante paneles fotovoltaicos", según Resolución del Ministerio de Finanzas y Precio (MFP) No. 215/2018, que corresponde a 2,10 \$/kW.hr, se obtiene:

$$E_p\$ = E_p \cdot \text{TarifaC} = 296\,225,00 \text{ kW.hr/año} \cdot 2,10 \text{ \$/kW.hr} = 622\,072,50 \text{ \$/año}$$

Por lo que el monto total de dinero entre ahorro de energía y venta de energía sobrante va a ser:

$$E_t\$ = A_{ee}\$ + E_p\$ = 590\,382,00 \text{ \$/año} + 622\,072,50 \text{ \$/año} = 1\,212\,454,50 \text{ \$/año}$$

4.2.3 Cálculo medioambiental.

$$E_{eT} = A_{ee}E + E_p = 189\,225,000 \text{ kW.hr/año} + 296\,225,00 \text{ kW.hr/año}$$

$$E_{eT} = 485\,450,00 \text{ kW.hr/año}$$

El combustible ahorrado es de:

$$C_{ah} = E_{eT} \cdot B_c = (485\,45,00 \text{ kW.hr/año} \cdot 280 \text{ g/kW.hr}) / 1000000 \text{g/Ton}$$

$$C_{ah} = 135,93 \text{ Tn/año}$$

Lo cual equivale a que, gracias a la inversión propuesta además de dejarse de consumir 135,93 toneladas de combustibles fósiles anuales, o sea aproximadamente 115 730 litros de hidrocarburos al año, por este concepto se dejan de emitir a la atmósfera 394 toneladas de dióxido de carbono anuales.

Al precio actual de la tonelada de combustible de 700 USD, el País se puede ahorrar con la propuesta realizada:

$$A_{P\$} = 135,93 \text{ Ton/año} \cdot 700 \text{ USD/Ton} = 95\,151,00 \text{ USD/año}$$

Con respecto a todo el ahorro que recibe el País, el tiempo de recuperación de la inversión se determina por la siguiente expresión:

$$T_{rp} = \text{Inversión} / \text{Ahorro} = 8\,214\,328 \text{ \$} / (95\,151,00 \text{ USD/año} \cdot 24 \text{ \$/USD})$$

Trp = 3,60 años = 3 años y 8 meses

Con respecto al dinero que va a recibir la Empresa por la venta de energía, y teniéndose en cuenta lo que se ahorra en pago de factura por energía eléctrica dejada de consumir, se obtiene que se recupera la inversión en:

TrE = Inversión /Pagos a recibir = 8 214 328,32 \$ /1 212 454,50\$/año

TrE = 6,77 años = 6 años y 10 meses

Para ambos casos, País y Empresa, es rentable ejecutar la inversión propuesta, teniendo en cuenta los 25 años de vida útil que tienen al menos los paneles fotovoltaicos.

Estos cálculos desglosados por año se muestran en la tabla 3.3. En el mismo se propone realizar toda la inversión en un mismo año, de esta manera se comienzan a recibir los beneficios con mayor rapidez y además se minimizan los costos en inversores y reguladores de carga. Recordando que la Empresa posee alimentación eléctrica simple, mediante un solo metrocontador, para los tres locales analizados.

Tabla 3.3: Solicitud de sistemas de paneles fotovoltaicos para EMPERCAP.

No.	Año	Demanda		Excedent e para vender a la cbe	Monto de la inversión o accion propuesta		Combustible que ahorra al apís		Tiempo de recuperac ión de la inversión respecto al combustib le	Monto q recibe la empresa por la energía	Tiempo de recupera ción de la inversión propuesta	Area disponible de techo	Cantidad de paneles fotovoltaíc os	Consumo a reducir	% reducción del consumo
		kw	kw		CUP	USD	Tr/año	usd/Año							
1	2023	145	266	121	8214328	342043	135.9	95151	3.6	1212455	6.77	3974	976	189.23	57.64
2	2024	145	266	121	0	0	135.9	95151	0	1212455	0	0	0	189.23	57.64
3	2025	145	266	121	0	0	135.93	95151	0	1212455	0	0	0	189.23	57.64
4	2026	145	266	121	0	0	135.93	95151	0	1212455	0	0	0	189.23	57.64
5	2027	145	266	121	0	0	135.93	95151	0	1212455	0	0	0	189.23	57.64
Total		725	1330	605	8214328	342263.7	679.65	475755		6062273		1974	976	946.13	57.64

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4 Eficiencia Energética.

Al cabo de los 5 años de haber repuesto esos automóviles la Empresa puede ahorrarse 242 770,00 \$ al año, equivalentes a 10 115,42 USD anuales para el País. La carga de las baterías de esos vehículos se propone realizarla mediante los paneles fotovoltaicos propuestos anteriormente. Esto se representa en la tabla 3.4.

Tabla 3.4: Solicitud de transporte eléctrico ecológico para EMPERCAP.

Número	Años	Cantidad de transporte solicitado		Combustible ahorrado por año		Combustible acumulado o ahorrado Litros al año	Dinero que se ahorra por concepto de combustible al año \$/año	Dinero acumulado por concepto de combustible		Pago de la inversión por año USD/año
		ligero	Camioneta	Ligero	Camioneta			\$/año	USD/año	
1	2023	2	6	400,00	3000,00	3400,00	48554,00	48554,00	2023,08	402000,00
2	2024	2	6	400,00	3000,00	6800,00	48554,00	97108,00	4046,17	402000,00
3	2025	2	6	400,00	3000,00	10200,00	48554,00	145662,00	6096,25	402000,00
4	2026	2	6	400,00	3000,00	13600,00	48554,00	194216,00	8092,33	402000,00
5	2027	2	6	400,00	3000,00	17000,00	48554,00	242770,00	10115,42	402000,00
Total		10	30	2000,00	15000,00	17000,00	242770,00	242770,00	10115,00	2010000,00

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3.5 se determina el ahorro y el tiempo de recuperación de la inversión, si se cambian todas las luminarias fluorescentes actuales por luminaria tipo Led, con lo cual se puede ahorrar el 50% del consumo de electricidad por luminarias, y la Empresa se puede ahorrar 98 254,30 \$ al año, lo que equivale a 8,82 Tn de petróleo que se ahorra el País en los generadores primarios (Centrales termoeléctricas y Grupos electrógenos de generación distribuida) correspondientes a 6 172,38 USD anuales de ahorro por este concepto.

Tabla 3.5: Solicitud de cambio de luminarias fluorescentes por luminarias led.

No.	Año	Luminarias de 36 W	Luminarias de 18 W	Luminaria mercurio, halogeno, etc watt	Fluorescente compacto	Consumo Actual	Consumo Led	Energía Actual ahorrada	Monto de la inversión o Acción propuesta		Combustible que ahorra el país		Tiempo recuperación inversión respecto al combustible	Dinero que se ahorra la Empresa	Tiempo recuperación inversión para la empresa	Impacto de la Demanda	Impacto en la energía	Impacto en las emisiones de co2
									cup	usd	tr/año	usd/año						
1	2023	87	25	9	1	5.83	2.74	6524.12	14700	506.9	1.83	1278.73	0.48	20355.25	0.72	0.00309	0.0065	5.316
2	2024	87	25	8	1	5.58	2.74	6260.37	14200	489.66	1.83	1227.03	0.48	19532.35	0.73	0.00297	0.0063	5.101
3	2025	87	25	8	0	5.58	2.74	6256.15	14200	489.66	1.83	1226.21	0.48	19519.19	0.73	0.00297	0.0063	5.098
4	2026	87	25	8	0	5.58	2.74	6256.15	14200	489.66	1.83	1226.21	0.48	19519.19	0.73	0.00297	0.0063	5.098
5	2027	86	24	8	0	5.53	2.62	6194.96	14040	484.14	1.73	1214.21	0.48	19328.28	0.73	0.00186	0.0062	5.048
total		434	124	41	2	28.11	13.19	31491.75	71340	2460	8.82	6172.38		98254.26		0.01493	0.0315	25.659

Fuente: Elaboración propia.

Eta 5: Programación del proyecto.

El cronograma directivo de la inversión tiene previsto su completo desarrollo durante tres años: el primero es donde tiene lugar la fase de pre-inversión, donde se obtienen los elementos necesarios para su presentación, y durante el segundo año, una vez aprobada, se llevará a cabo la fase de ejecución y la de desactivación e inicio de explotación, excluyendo de esta última los estudios de post-inversión que se realizarán al cumplirse un año de puesta en marcha del sistema fotovoltaico. El mismo incluye las tres etapas del proceso inversionista y se muestra en la tabla 3.6.

Tabla 3.6: Programación del proyecto.

Actividades	Año 2024				Año 2025				Año 2026			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Fase de Pre-Inversión												
Diseño e Ingeniería			x									
Gestión Comercial			x									
Otros gastos de pre-inversión				x								
Fase de Ejecución												
Recepción de Suministros												
Nacionales					x							
Importados												
Construcción												
Montaje						x						
Inversiones Inducidas												
Asistencia Técnica						x						
Capacitación y Adiestramiento							x					
Fase de desactivación e inicio de explotación												
Pruebas y puestas en marcha							x					
Evaluación Económica Final							x					
Estudios de Post-inversión												x

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones Parciales.

1. La propuesta planteada por la autora, que busca la instalación de un sistema fotovoltaico, se destaca como una opción favorable para la empresa.
2. Tener claro el equipo de trabajo y capacitarlo es importante pues ayuda a mejorar las habilidades y conocimientos de los integrantes del mismo, lo que se traduce como un mejor desempeño y productividad.
3. El sistema fotovoltaico es factible de instalar, tanto técnica como económicamente.

Conclusiones.

1. El análisis de los aspectos teóricos y metodológicos considerados en el estudio posibilita el estudio de los diferentes tipos de energía renovable, específicamente la solar a través de los paneles solares pues se lleva a cabo un análisis de múltiples fuentes bibliográficas que tratan el tema, lo que permite valorar el juicio de diversos autores.
2. Se confirmó la importancia del problema científico planteado al desarrollar un procedimiento para la instalación de paneles solares fotovoltaicos en EMPERCAP.
3. Se elaboró una propuesta de procedimiento modificada que busca la instalación de paneles solares fotovoltaicos en EMPERCAP.
4. Al incrementar el procedimiento, se logró calcular el tiempo de recuperación de la inversión. La inversión propuesta en energía renovable se recupera en 3 años y 8 meses con respecto al combustible que se ahorra el país por este concepto, y se recupera en 6 años y 10 meses con respecto a los ahorros de energía eléctrica y el pago que se recibe por generación de electricidad, por parte de la Empresa.
5. Con la inversión propuesta además de dejarse de consumir 135,93 toneladas de combustibles fósiles anuales, o sea aproximadamente 115 730 litros de hidrocarburos al año, por este concepto se dejan de emitir a la atmósfera 394,2 toneladas de dióxido de carbono anuales, contribuyendo ostensiblemente al mejoramiento del medio ambiente.

Recomendaciones.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y a las conclusiones arribadas en la investigación se proponen las siguientes recomendaciones:

1. Realizar licitaciones para adquirir la tecnología propuesta, mediante solicitud de crédito bancario amparados por el Decreto Ley 345/2017 del MINEM.
2. Se recomienda la instalación de protectores de línea en los sistemas de climatización y refrigeración, para protección y aumento de su vida útil.
3. Revisar los cálculos en las fases finales del proyecto porque los valores tomados fueron medidos directamente en el equipamiento y por catálogos y originales de proyectos y por lo tanto, pueden tener hasta un 10 % admisible de error.

Bibliografía.

- Aguirre Barrera, J., & Aguirre Barrera, S. (2021). Metodologías para el desarrollo de Proyectos.
- Almaguer Torres, R. M., Pérez Campaña, M., & Aguilera García, L. O. (2020). Procedimiento para la gestión integrada y por procesos de proyectos de desarrollo local. *Retos de la Dirección*, 14(1), 89-115 %@ 2306-9155.
- Aranday, F. R. X. (2018). *Formulación y evaluación de proyectos de inversión.: Una propuesta metodológica*. IMCP.
- Ávila, M. A. A., & Martínez, M. E. L. (2011). *Energía y Cambio Climático*.
- Bardales Espino, J. L. (2016). Estudio de factibilidad para suministrar energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico en el centro poblado de Shungun región Amazonas, 2016.
- Barragán Llanos, A. R. (2020). La generación de energía eléctrica para el desarrollo industrial en el Ecuador a partir del uso de las energías renovables.
- Berrío, L. H., & Zuluaga, C. (2014). Smart Grid y la energía solar fotovoltaica para la generación distribuida: Unarevisión en el contexto energético mundial. *Ingeniería y Desarrollo*, 32(2), 369-396 %@ 0122-3461.
- Bohórquez, L. Implementación de equipo energía renovable (solar y eólico) en la Universidad Militar Nueva Granada. *RI UMNG Principal*. Accedido el, 2.
- Brenord, A. (2022). Diagnóstico del proceso de seguimiento y evaluación de los proyectos de inversión pública en el SNIP de Haití de 2010-2020: Caso del Ministerio de Planificación y Cooperación Externa (MPCE).
- Carrera Ramon, F. J. (2023). Análisis de la viabilidad técnica, económica y regulatoria para la formulación de un proyecto de inversión de sistemas fotovoltaicos en residencias de Chaclacayo en la ciudad de Lima.
- Castro Hernández, M. A., González Molero, S. P., Nieto Salazar, M. A., Romero Ninco, C. M., & Villareal Cordoba, E. M. (2020). *Diagnóstico del nivel de madurez de la oficina de gerencia de proyectos de tecnología de una empresa en Bogotá, a través del modelo de maduración OPM3 del PMI* Universidad EAN].

- Constante, A. M., Ruiz, J. B., & Soto, D. B. (2020). Automóviles impulsados por energía solar: una revisión. *Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 2(2) %@ 2600-5565).
- Cruz-Ramírez, D., Rivas, L. Y. R., & Canto, C. B. L. (2019). Concepto de proyecto de inversión. *Ingenio y Conciencia Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún*, 6(12), 97-98 %@ 2007-2784X.
- Fonseca, B. B., & Cornelio, O. M. (2022). Sistemas de recomendación para la Gestión de Proyectos. Análisis Bibliométrico. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 15(5), 70-84 %@ 2306-2495.
- Francés, A. F. (1979). *Cervantes diccionario manual de la lengua Española: Al: JZ*. Ed. Oriente.
- García de Fuentes Pampín, D. (2022). Estudio comparativo de metodologías ágiles de gestión de proyectos y caso práctico de implantación en una empresa.
- García Flores, R. (2022). *Proyecto de instalación de paneles solares en la UEB Suchel Jovel de Jovellanos*. Reynaldo García Flores Universidad de Matanzas. Facultad de Ingeniería Industrial].
- Gómez-Cano, C. A., & Sánchez-Castillo, V. (2021). Evaluación del nivel de madurez en la gestión de proyectos de una empresa prestadora de servicios públicos. *Económicas CUC*, 42(2), 133-144 %@ 2382-3860.
- Guzmán Villavicencio, M., Soto Castellón, C. R., Águila Bernal, I., & Torres Águila, J. M. (2017). Procedimiento para instalación de un sistema fotovoltaico sobre techos en la corporación cuba ron sa. *Centro azúcar*, 44(1), 70-81 %@ 2223-4861.
- Heredía, R. (1995). Dirección Integrada de Proyectos–DIP (Project Management). Universidad Politécnica de Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. pp.
- Hernández Santamaría, M. (2023). *Presentación del estudio de factibilidad de una fábrica de pintura en la Sucursal CITUR, Varadero de EMPRESTUR SA* Universidad de Matanzas. Facultad de Ingeniería Industrial].
- Hernando, G., Belardinelli, P., & Citarella, P. (2007). Proyecto de investigación. *Archivos de Ciencias de la Educación*, 1(1), 2346-8866.

- Iclei, U., & Habitat, U. N. (2009). Sustainable Urban Energy Planning: A handbook for cities and towns in developing countries. *ICLEI-Local Governments for Sustainability, UNEP, UN Habitat*.
- Korkeakoski, M., & Filgueiras Sainz de Rozas, M. L. (2022). Una mirada a la transición de la matriz energética cubana. *Ingeniería Energética*, 43(3), 40-47 %@ 1815-5901.
- Medina León, A. A., Nogueira Rivera, D., Hernández Nariño, A., Medina Nogueira, D., Medina Nogueira, Y. E., El Assafiri Ojeda, Y., . . . Noda Hernández, M. E. (2021). Contribución al control de gestión ya la gestión por procesos. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 11(3 %@ 2304-0106).
- Melendez, J. R., & El Salous, A. (2021). Factores críticos de éxito y su impacto en la Gestión de Proyectos empresariales: Una revisión integral. *Revista de Ciencias sociales*, 27(4), 228-242 %@ 1315-9518.
- Merino, L. (2007). Las energías renovables. *Madrid, España: Haya Comunicación*.
- Mesones Abanto, P. F. (2019). Dimensionamiento y selección de un sistema solar fotovoltaico de conexión a red para el restaurante “El zarco” ubicado en la ciudad de Cajamarca.
- Michinel, J. L., & Martínez, A. D. A. (1994). El concepto de energía en los libros de textos: de las concepciones previas a la propuesta de un nuevo sublenguaje. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 369-380 %@ 2174-6486.
- Montero Gainza, R. L. (2019). *Evaluación técnico-económica de la utilización de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica en la Universidad de Moa* [Departamento de Mecánica].
- Morales Flores, F. J., & Trueba Jainaga, J. I. (2011). Concepto de proyecto: lecciones de experiencia.
- Novoa Jerez, J. E., Alfaro, M., Alfaro, I., & Guerra, R. (2020). Determinación de la eficiencia de un mini panel solar fotovoltaico: una experiencia de laboratorio en energías renovables. *Educación química*, 31(2), 22-37 %@ 0187-0893X.
- Pablo Lledó, G. R. (2007). Gestión de proyectos.

- Ponce López, D. A., Flores Saldaña, L. E., & Bollet Ramírez, F. (2019). Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBOK) en la Gestión de Proyectos de Desarrollo de Software en el Proyecto Especial Corah.
- Ramazzini, N. G., & Orozco, D. E. (2006). Control y evaluación de proyectos I. Italprosa. pp.
- Ramírez Botero, M. H. (2021). Diagnóstico para la implementación de un proyecto de generación de energía solar fotovoltaica autosostenible para El Campus de la UCM.
- Rincón-Guio, C., & Castaño, O. J. (2017). Proyectos, gestión y éxito. Una revisión de la literatura. *Cina Research*, 1(1), 34-47 %@ 2590-5562.
- Rodríguez, M., Vázquez, A., Vilaragout, M., Sarmiento, A., Díaz, R., Santos, A., & Sánchez, G. (2012). Evaluación y criterios para la instalación de 1 MWp de FV conectados a la red en Cantarrana, municipio y provincia de Cienfuegos. *Informe Técnico, Archivo de datos digitales del CIPEL*, 35-36.
- Rosenkranz, C., & Holten, R. (2011). The variety engineering method: analyzing and designing information flows in organizations. *Information Systems and E-Business Management*, 9, 11-49 %@ 1617-9846.
- Sánchez Acevedo, L. (2019). *Uso de la energía solar térmica en el circuito primario de agua caliente del Hotel Arenas Blancas* Universidad de Matanzas. Facultad de Ciencias Técnicas.].
- Sapag Chain, N., Sapag Chain, R., & Sapag, J. M. (2014). *Preparación y evaluación de proyectos*. Mc Graw Hill educación.
- Serpa Pereira, C. (2018). Estudio de prefactibilidad de la primera etapa del proyecto de inversión Jardín Botánico de Matanzas.
- Serrano, F. G. (2020). *Proyectos de inversión*. Grupo Editorial Patria.
- Spiegeler, C., & Cifuentes, J. I. (2016). Definición e información de energías renovables.
- Valencia, W. A. (2010). Proyectos de inversión: Un enfoque diferente de análisis. *Industrial Data*, 13(1), 28-31 %@ 1560-9146.

Vela Ruiz, M. A. (2016). Implementacion y ejecucion de un sistema de energia alternativa (fotovoltaica) para mejorar la calidad de vida de sus moradores en la comunidad de palmeras.

Zambrano, A. A., & Paredes, D. (2014). Utilidad de las opciones reales en la valoración de proyectos de inversión. *Visión Gerencial*(2), 175-188 %@ 1317-8822.

Anexos.



Anexo 1: Distribución de los grupos de EMPERCAP por el territorio nacional

Fuente: Departamento de Recursos Humanos de EMPERCAP.