

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE  
DISFARMA GALAPAGA.



**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN  
DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA  
GALAPAGA.**

Diana Patricia Barragán Callejas

Héctor Andrés González Duarte

Cristian David Ramírez Leguizamón

Universidad Ean

Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas

Maestría en Administración de Empresas - MBA

Bogotá, Colombia

09/abril/2025

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE  
DISFARMA GALAPAGA.



**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI  
DE DISFARMA GALAPAGA.**

**Diana Patricia Barragán Callejas**

**Héctor Andrés González Duarte**

**Cristian David Ramírez Leguizamón**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

**Magister en Administración de empresas-MBA**

Director:

Julián Felipe Segura Contreras

Modalidad:

**Trabajo Dirigido**

Universidad Ean

Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas

Maestría en Administración de Empresas - MBA

Bogotá, Colombia

09/abril/2025

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE  
DISFARMA GALAPAGA.

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del director del trabajo de grado

Bogotá, 09/05/2025

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE  
DISFARMA GALAPAGA.

**Dedicatoria**

*A mi esposo John y mis hijos Andrés y Juan Sebastián ustedes son mi motivación e inspiración más grande. A mi abuelita Sarita que sé que dónde este va a estar muy feliz por este logro.*

*A mis padres y mis hermanas gracias por nuestra familia, los amo.*

*A Héctor y Cristian con quien he formado un grandioso equipo y nos hemos apoyado mutuamente a lo largo de estos dos años de estudio.*

Diana Barragán

*A mis padres, por el amor y apoyo incondicional brindado día a día. Por sus valiosos consejos que me han guiado y enseñado a luchar por alcanzar las metas que me propongo. A ellos les debo lo que soy hoy por hoy.*

*A Claudia y Karla, quienes además de compartir mis alegrías han estado en los momentos difíciles cuando más las he necesitado.*

*A Diana y Cristian con quien he formado un excelente equipo y nos hemos apoyado mutuamente para que esta meta se haga realidad.*

*A Dios por darme las fuerzas para salir adelante en cada tropiezo.*

Héctor González

*A Dios, por darme la fortaleza, sabiduría y la salud para culminar esta etapa.*

*A mi Esposa Yeimy Carolina y mi hijo Eidan Nicolai a quienes les he quitado parte del tiempo, pero que aun así han estado ahí para apoyar este sueño, gracias por creer en mí y por ser mi mayor motivación día a día los amo.*

*A mis padres y mis hermanos por su amor incondicional, Su apoyo emocional ha sido fundamental en cada paso de este camino.*

*A Diana por ser una compañera incondicional, no solo en este trabajo de grado, sino también en el ámbito laboral. Su apoyo constante, su disposición para ayudar y su forma de motivarme en los momentos difíciles marcaron una gran diferencia. Gracias por creer en mí y por estar siempre dispuesta a sumar, con compromiso, empatía y alegría.*

*A Héctor, por ser un gran compañero de equipo, por su entrega y por su capacidad de mantener el foco incluso en los momentos más exigentes. Gracias por tu apoyo, tu buena energía y por hacer que este proceso fuera más llevadero y significativo.*

Cristian Ramírez

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE  
DISFARMA GALAPAGA.

**Agradecimientos**

Agradecimientos primero a Dios y a mi familia. Al Dr. Carlos Julio Bernal S. por la oportunidad laboral y académica en la Universidad. A la Universidad EAN por permitirme prepararme más académicamente y aplicar lo aprendido en la maestría. A Disfarma por permitirnos todas las herramientas de análisis y consulta de esta gran compañía.

# ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA.

## Resumen

Disfarma, una empresa santandereana con 30 años en el mercado farmacéutico enfrenta desafíos en su nuevo centro de distribución en Galapa, Atlántico, debido a la inestabilidad eléctrica y el aumento de tarifas. El presente estudio corresponde a una investigación aplicada de tipo descriptivo y proyectivo, con enfoque cuantitativo. Se orienta a resolver un problema concreto dentro de un entorno organizacional específico el centro de distribución de Disfarma en Galapa, Atlántico mediante la evaluación técnica y financiera de una solución energética sostenible: la implementación de un sistema fotovoltaico que cubra hasta el 70% de la demanda energética del centro logístico.

La naturaleza descriptiva permitió caracterizar el contexto energético, tarifario, regulatorio y técnico, mientras que el componente proyectivo facilitó la simulación de escenarios de contratación (EPC y PPA) y retorno de inversión, con el fin de ofrecer una ruta estratégica de decisión a la alta dirección de la empresa. Para sustentar el análisis, se utilizaron los siguientes instrumentos de recolección y validación de datos: encuestas estructuradas, aplicadas a funcionarios clave de Disfarma, validando ítems mediante el índice V de Aiken para asegurar la validez de contenido, análisis de facturación eléctrica histórica (años 2023 y 2024), incluyendo correlaciones entre consumo y tarifas. El proyecto contribuye a la sostenibilidad ambiental y reputacional de Disfarma, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (especialmente ODS 7 y 12) y posicionando a la empresa como referente en prácticas empresariales verdes dentro del sector farmacéutico. Disfarma cuenta con capacidades organizativas, técnicas y financieras suficientes para ejecutar este

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA.

proyecto con éxito, como lo demuestran su estructura funcional, experiencia en gestión de proyectos logísticos, solvencia económica y compromiso institucional.

La capacidad de Disfarma es para operar de forma rentable, éticamente responsable y ambientalmente consciente, integrando los tres pilares del desarrollo sostenible (económico, social y ambiental) en su estrategia empresarial. Este enfoque supera la visión tradicional centrada únicamente en la responsabilidad social o el cumplimiento normativo, y propone una transformación estructural en la forma en que las organizaciones toman decisiones, gestionan sus recursos y proyectan su impacto a largo plazo. Desde esta lógica, el caso de Disfarma se posiciona como un ejemplo claro de cómo la energía, tradicionalmente vista como un insumo más, puede convertirse en un factor diferenciador de competitividad. El diseño y evaluación de un sistema fotovoltaico bajo esquemas EPC (Engineering, Procurement and Construction) y PPA (Power Purchase Agreement) refleja una gestión estratégica de la energía, que contempla no solo aspectos técnicos, sino también regulatorios, financieros, ambientales y logísticos.

El análisis realizado en este estudio, apoyado en modelos de retorno de inversión (TIR, VPN), simulaciones de escenarios tarifarios y beneficios tributarios derivados de la Ley 1715 de 2014, evidencia cómo una decisión energética puede ser también una decisión gerencial de alto impacto.

# ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA.

## Abstract

Disfarma, a pharmaceutical company from Santander with 30 years in the market, faces challenges at its new distribution center in Galapa, Atlántico, due to electrical instability and rising energy tariffs. This study constitutes an applied research project with a descriptive and projective approach, using a quantitative methodology. It aims to address a specific problem within a defined organizational setting the Disfarma distribution center in Galapa by evaluating the technical and financial feasibility of a sustainable energy solution: the implementation of a photovoltaic system that would cover up to 70% of the center's energy demand.

The descriptive component enabled the characterization of the energy, tariff, regulatory, and technical context, while the projective aspect facilitated the simulation of procurement scenarios (EPC and PPA) and return on investment, with the goal of providing the company's senior management with a strategic decision-making framework. To support the analysis, the following data collection and validation tools were employed: structured surveys administered to key Disfarma staff (with item validation through Aiken's V index to ensure content validity), and historical electricity billing analysis (years 2023 and 2024), including correlations between consumption and tariffs.

The project contributes to Disfarma's environmental and reputational sustainability, aligning with the Sustainable Development Goals (particularly SDGs 7 and 12), and positions the company as a benchmark in green business practices within the pharmaceutical sector. Disfarma possesses the organizational, technical, and financial capabilities required to successfully execute this project, as evidenced by its functional structure, experience in managing logistics projects, financial soundness, and institutional commitment.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE  
DISFARMA GALAPAGA.

Disfarma has the capacity to operate in a profitable, ethically responsible, and environmentally conscious manner, integrating the three pillars of sustainable development (economic, social, and environmental) into its business strategy. This approach goes beyond the traditional view centered only on corporate social responsibility or regulatory compliance, and promotes a structural transformation in the way organizations make decisions, manage resources, and project long-term impact.

From this perspective, the case of Disfarma clearly illustrates how energy traditionally seen as just another input can become a competitive differentiator. The design and evaluation of a photovoltaic system under EPC (Engineering, Procurement and Construction) and PPA (Power Purchase Agreement) models reflects a strategic approach to energy management that considers not only technical aspects but also regulatory, financial, environmental, and logistical dimensions.

The analysis conducted in this study, supported by return on investment models (IRR, NPV), tariff scenario simulations, and tax incentives under Law 1715 of 2014, demonstrates how an energy decision can also be a high-impact managerial decision.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE  
DISFARMA GALAPAGA.

**Contenido**

	<u>Pág.</u>
<b>1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivos .....</b>	<b>3</b>
2.1 <i>Objetivo General</i> .....	3
2.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	3
<b>3. Justificación .....</b>	<b>4</b>
3.1 <i>Antecedentes</i> .....	7
3.2 <i>Descripción del problema</i> .....	9
<b>4. Marco Institucional.....</b>	<b>9</b>
4.1 <i>Presentación de la empresa</i> .....	9
4.2 <i>Referentes estratégicos</i> .....	12
4.3 <i>Servicios ofrecidos</i> .....	16
4.4 <i>Análisis del sector</i> .....	22
<b>5. Marco de Referencia.....</b>	<b>28</b>
5.1 <i>Eco innovación</i> .....	28

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE  
DISFARMA GALAPAGA.

5.2 Desarrollo sostenible-Objetivos ODS .....	33
5.3 Energía solar Fotovoltaica .....	35
5.4 Sostenibilidad y Sistemas fotovoltaicos .....	36
5.4.1 Sistemas Fotovoltaicos Aislados (Off-Grid) .....	36
5.4.2 Sistemas Fotovoltaicos Conectados a la Red (On-Grid) .....	38
5.4.3 Sistemas Fotovoltaicos Híbridos (On-Grid + Backup) .....	40
5.5 Evaluación de la energía solar para su incursión en el mercado local .....	43
5.5.1 Contrato EPC (Engineering, Procurement, and Construction) .....	44
5.5.2 Contrato PPA (Power Purchase Agreement) .....	46
5.5.3 Estado del arte .....	47
5.5.4 Modelos de analisis de factibilidad energética .....	53
5.5.5 Comparación metodológica EPC vs. PPA desde la teoría de decisión .....	54
<b>6. Diseño Metodológico .....</b>	<b>55</b>
6.1 Enfoque de la investigación .....	55
6.2 Población y muestra .....	98
6.3 Instrumento y validación .....	100
6.4 Encuesta .....	102
6.5 Construcción de ficha técnica .....	105
6.6 Análisis DOFA .....	107
<b>7. Diagnóstico organizacional .....</b>	<b>113</b>
7.1 Procesamiento estadístico de datos y análisis de la información .....	113

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE  
DISFARMA GALAPAGA.

7.2 Infraestructura Disponible .....	113
7.3 Condiciones Climáticas .....	115
7.4 Análisis Financiero .....	115
7.5 Opciones de mejora.....	115
7.6 Sitios sustentables.....	116
7.7 Eficiencia de agua.....	118
7.8 Energía y atmosfera.....	119
7.9 Rendimiento energético.....	120
7.10 Materiales y recursos.....	121
7.11 Calidad mínima del ambiente interior.....	122
7.12 Innovación.....	125
7.13 Identificación de consumos.....	126
<b>8. Plan de intervención .....</b>	<b>127</b>
8.1 Conformación del Comité Técnico Energético.....	127
8.2 Evaluación y Selección de Proveedores (Contratista EPC) .....	128
8.3 Análisis criterios proveedores.....	129
8.4 Contratación del Proveedor EPC.....	130
8.5 Aplicación de beneficios Ley 715 de 2014 .....	132
8.6 Intervenciones complementarias.....	135
8.7 Indicadores de desempeño.....	137
<b>9. Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>144</b>
9.1 Conclusiones.....	144

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE  
DISFARMA GALAPAGA.

9.2 Recomendaciones.....	145
<b>10. Referencias.....</b>	<b>147</b>

**11. Anexos**

Anexo 1. Formato\_validacion\_V\_de\_Aiken

Anexo 2. Comparativo de Proveedores de Sistemas Fotovoltaicos en Colombia

Anexo 3. Informe Eléctrico Galapa\_By SIA

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE  
DISFARMA GALAPAGA.

**Lista de Figuras**

<b>Figura 1.</b> El alza en las tarifas de energía en el último año.....	<b>8</b>
<b>Figura 2.</b> Informe de ventas 2016-2022.....	<b>10</b>
<b>Figura 3.</b> Sistema general de salud en Colombia.....	<b>11</b>
<b>Figura 4.</b> Valores corporativos Disfarma.....	<b>13</b>
<b>Figura 5.</b> Nuestros principios.....	<b>14</b>
<b>Figura 6.</b> Organigramas directivos Disfarma.....	<b>15</b>
<b>Figura 7.</b> Gobierno corporativo Disfarma.....	<b>16</b>
<b>Figura 8.</b> Cobertura nacional y número de clientes UEN Hospitales.....	<b>17</b>
<b>Figura 9.</b> Clientes UEN Hospitales.....	<b>17</b>
<b>Figura 10.</b> Cobertura nacional UEN dispensación.....	<b>18</b>
<b>Figura 11.</b> Algunos clientes dispensación.....	<b>19</b>
<b>Figura 12.</b> Número de clientes UEN comercializadora.....	<b>20</b>
<b>Figura 13.</b> Laboratorios aliados con Disfarma.....	<b>21</b>
<b>Figura 14.</b> Gastos en salud frente al PIB.....	<b>22</b>
<b>Figura 15.</b> Ventas del mercado farmacéutico.....	<b>23</b>
<b>Figura 16.</b> Histórico de producción farmacéutica.....	<b>25</b>
<b>Figura 17.</b> Número de empleos en el sector farmacéutico en Colombia.....	<b>26</b>
<b>Figura 18.</b> Principales Compañías del sector farmacéutico.....	<b>27</b>
<b>Figura 19.</b> Mosaico de Irradiación Global recibida en Colombia 2018.....	<b>49</b>
<b>Figura 20.</b> Estructura metodológica Fases para implementar.....	<b>58</b>

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE  
DISFARMA GALAPAGA.

<b>Figura 21.</b> Comportamiento energético año 2023.....	<b>62</b>
<b>Figura 22.</b> Indicador kWh/m mensual en 2023.....	<b>64</b>
<b>Figura 23.</b> Comportamiento energético año 2024.....	<b>65</b>
<b>Figura 24.</b> Análisis mensual del consumo energético en 2024.....	<b>66</b>
<b>Figura 25.</b> Indicador kWh/m mensual en 2023.....	<b>68</b>
<b>Figura 26.</b> Correlación entre consumo energético y factura.....	<b>69</b>
<b>Figura 27.</b> Comparación consumo 2023 vs 2024.....	<b>70</b>
<b>Figura 28.</b> Tabla de momentos de consumo de potencia.....	<b>72</b>
<b>Figura 29.</b> Diagrama unifilar CEDI Galapa/Sistema con respaldo.....	<b>73</b>
<b>Figura 30.</b> Demanda energética red eléctrica ups .....	<b>73</b>
<b>Figura 31.</b> Demanda energética cuarto de congelación y cuarto frio .....	<b>73</b>
<b>Figura 32.</b> Tabla comparación de especificaciones técnicas inversoras.....	<b>78</b>
<b>Figura 33.</b> Paneles solares agroindustria sostenible SAS.....	<b>82</b>
<b>Figura 34.</b> Factores clave en la seleccion del modelo.....	<b>83</b>
<b>Figura 35.</b> Tabulación criterios de evaluación sistemas fotovoltaicos.....	<b>87</b>
<b>Figura 36.</b> Flujo de caja proyectado sistema EPC.....	<b>91</b>
<b>Figura 37.</b> Flujo de caja proyectado sistema PPA.....	<b>92</b>
<b>Figura 38.</b> Ficha técnica.....	<b>105</b>
<b>Figura 39.</b> Infraestructura sede Galapa.....	<b>114</b>
<b>Figura 40.</b> Indicadores Smart.....	<b>141</b>
<b>Figura 41.</b> Cronograma de implementación .....	<b>142</b>

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE  
DISFARMA GALAPAGA.

**Figura 42.** Matriz de responsabilidades .....143

# ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

## 1. Introducción

En la actualidad, las empresas se enfrentan a una serie de desafíos que van más allá de la simple búsqueda de rentabilidad. La sostenibilidad, la eficiencia energética, y la responsabilidad ambiental han pasado a ser elementos clave en la estrategia de negocio de cualquier organización que aspire a mantenerse competitiva en el mercado global. Disfarma, una empresa santandereana con 30 años de experiencia en el sector farmacéutico se ha consolidado como uno de los principales operadores en Colombia, destacándose no solo por su capacidad de distribución y comercialización de medicamentos y dispositivos médicos, sino también por su compromiso con el bienestar social y el desarrollo regional.

Recientemente, Disfarma ha enfrentado nuevos retos en su expansión hacia la región del Atlántico, donde ha establecido un centro de distribución en el municipio de Galapa. A pesar del éxito en términos de empleo generado y el impulso económico local, la compañía ha encontrado dificultades significativas relacionadas con la intermitencia en el suministro eléctrico y el aumento constante de las tarifas de energía. Estas problemáticas no solo afectan la eficiencia operativa de la empresa, sino que también incrementan los costos de operación, poniendo en riesgo su competitividad en un entorno cada vez más exigente.

Ante esta situación, Disfarma ha identificado la necesidad de explorar soluciones energéticas alternativas que le permitan no solo mitigar los riesgos asociados con el suministro de energía, sino también alinearse con las tendencias globales de sostenibilidad. Es en este contexto que surge la propuesta de implementar un sistema fotovoltaico en su centro de distribución de Galapa, con el objetivo de cubrir hasta el 70% de su demanda energética mediante la generación de energía solar. Este enfoque no solo contribuiría a la estabilidad en el suministro de energía, sino que también

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA reduciría las emisiones de CO<sub>2</sub>, reforzando el compromiso de la empresa con la sostenibilidad ambiental.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la viabilidad técnica y financiera de esta inversión. Para ello, se analizarán diferentes alternativas de contratación fotovoltaica, como los modelos EPC (Engineering, Procurement, and Construction) y PPA (Power Purchase Agreement), que ofrecen distintas ventajas en términos de costos, riesgos y beneficios. Además, se considerarán los incentivos fiscales disponibles en Colombia para proyectos de energías renovables, como la exclusión de IVA, la exención de aranceles y la depreciación acelerada, que pueden mejorar significativamente el retorno de la inversión.

Con un sólido respaldo institucional y un equipo humano capacitado, Disfarma se encuentra en una posición favorable para llevar a cabo este proyecto. La implementación exitosa de un sistema de energía fotovoltaica no solo fortalecerá la eficiencia operativa y reducirá los costos energéticos, sino que también posicionará a la empresa como un líder en la adopción de tecnologías limpias en la región. De esta manera, Disfarma no solo responderá a los desafíos actuales, sino que también establecerá un modelo de responsabilidad ambiental y sostenibilidad que podría servir de ejemplo para otras empresas en Colombia y América

# ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

## 2. Objetivos

### 2.1 Objetivo General

- ✓ Realizar un estudio de factibilidad técnico/financiero para la implementación de un sistema fotovoltaico en el centro de distribución de Disfarma en el municipio de Galapa en el departamento del Atlántico.

### 2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Analizar las diferentes modalidades de contratación para proyectos fotovoltaicos, como EPC y PPA.
- ✓ Evaluar la viabilidad financiera del proyecto teniendo en cuenta costos, beneficios y los incentivos de la Ley 1715 de 2014.
- ✓ Determinar los requerimientos técnicos para la implementación del sistema fotovoltaico y la adecuación a la infraestructura eléctrica existente en el centro de distribución de Disfarma
- ✓ Proponer la modalidad de contratación fotovoltaica más conveniente para la empresa, con base en el análisis técnico y financiero realizado.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### 3. Justificación

Colombia cuenta con una situación geográfica privilegiada en cuanto a la disponibilidad de radiación solar en todo el territorio nacional. El Atlas de Radiación Solar de Colombia permite consultar datos sobre la energía solar que incide en la superficie del país, información esencial para el dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos que generan electricidad (Unidad de Planeación Minero-Energética [UPME], 2023). La Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) aprobó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que comprende diecisiete (17) objetivos centrales denominados Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El objetivo número siete (7), definido como “Energía asequible y no contaminante”, incluye garantizar el acceso universal a servicios energéticos confiables y aumentar el porcentaje de uso de energía renovable (ONU, 2023).

La energía solar fotovoltaica es una fuente eficiente de energía renovable que proviene del sol y está disponible en abundancia en todo el mundo. El sistema solar fotovoltaico está basado en el fenómeno físico denominado “efecto fotovoltaico”, que capta la energía del sol mediante células fotovoltaicas montadas en serie sobre los paneles o módulos, transformándola en energía eléctrica (SolarPower Europe, 2023). La implementación de sistemas fotovoltaicos en áreas urbanas y rurales ha demostrado ser una solución viable para la generación de energía eléctrica, contribuyendo a la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub> y promoviendo el uso de energías limpias (Moreno Esparza & Escarraga González, 2023). Además, la energía solar fotovoltaica requiere un mínimo mantenimiento y se puede consumir directamente o inyectarla en la red eléctrica, lo que la hace una opción atractiva para proyectos de gran escala (DNV, 2023).

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

La tendencia actual en el sector energético de Colombia muestra un claro avance hacia el uso de fuentes de energía más limpias y sostenibles. Un ejemplo de esto es la Ley 1715 de 2014, que promueve la incorporación de energías renovables no convencionales al sistema eléctrico (Congreso de Colombia, 2023). Desde su aprobación, ha habido un aumento significativo en proyectos de energía solar y eólica en el país. Además, Colombia ha reafirmado su compromiso con el Acuerdo de París a través de su Estrategia de Transición Energética, lo que ha permitido duplicar la capacidad instalada de energías renovables desde 2021, contribuyendo a una matriz energética más diversa y limpia (Ministerio de Minas y Energía, 2023). Este avance está alineado con el Plan Nacional de Energía (PEN), que establece estrategias para garantizar la seguridad energética y la sostenibilidad en el país, promoviendo el uso eficiente de los recursos y la diversificación de la matriz energética (Unidad de Planeación Minero-Energética [UPME], 2023).

En los últimos años, la inflación en el costo de la electricidad ha generado una creciente preocupación en el departamento del Atlántico (Cámara Colombiana de Energía, 2022). Este aumento no solo afecta a los hogares, que deben destinar una parte considerable de su presupuesto mensual para cubrir este gasto, sino que también repercute en las empresas locales, que enfrentan mayores costos operativos. La situación se complica aún más con el contexto actual, donde la competitividad se convierte en un factor crucial para la supervivencia de muchos negocios. Un informe de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2023) destaca que el costo de la electricidad en el Atlántico ha experimentado incrementos significativos, impulsados por factores como el aumento en el precio de los combustibles y las fluctuaciones en la oferta y demanda de energía. Estos cambios han llevado a los consumidores a buscar alternativas para reducir su consumo energético y a las empresas a explorar soluciones innovadoras para mitigar el impacto de los aumentos en las tarifas eléctricas.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

Disfarma, al ser una de las principales empresas en el sector farmacéutico en Colombia, tiene una ventaja competitiva significativa al implementar tecnologías sostenibles. La adopción de un sistema fotovoltaico no solo permitirá a la empresa reducir sus costos operativos a largo plazo, sino que también fortalecerá su imagen corporativa como una empresa comprometida con la sostenibilidad y la responsabilidad social. Este enfoque puede diferenciar a Disfarma de sus competidores al demostrar liderazgo en prácticas empresariales responsables y sostenibles.

La implementación de un sistema fotovoltaico tendrá un impacto positivo en varias áreas clave:

- Con la generación de energía propia, Disfarma puede reducir significativamente los gastos en electricidad, lo cual es crucial dado el aumento en los precios de la energía en la región.
- La autonomía energética ayudará a mitigar los problemas causados por la intermitencia del suministro eléctrico en Galapa, asegurando la continuidad en las operaciones y el cumplimiento de los indicadores de desempeño.
- La inversión en energías limpias califica para varios incentivos fiscales, incluyendo la exclusión de IVA en la compra de equipos y la exención de aranceles, lo que puede resultar en ahorros adicionales y hacer el proyecto financieramente más atractivo.
- La reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> contribuye a los objetivos de sostenibilidad ambiental del país, mejorando la responsabilidad corporativa y la imagen de Disfarma como una empresa verde.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

En resumen, este estudio de factibilidad no solo busca la viabilidad técnica y financiera del sistema fotovoltaico, sino que también establece a Disfarma como un líder en sostenibilidad en el sector farmacéutico, alineándose con las tendencias globales y las expectativas de los consumidores hacia una economía más verde.

### **3.1 Antecedentes**

Disfarma es una empresa santandereana dedicada a la comercialización, distribución y dispensación de medicamentos y dispositivos médicos en el Canal Institucional del sistema general de salud en Colombia. Cuenta con 30 años de trayectoria en el mercado farmacéutico consolidándose entre los 3 Operadores más importantes del país; además de ser la 2 empresa privada más grande de la región y la 236 a nivel país, según ultimo informes de la superintendencia de sociedades 2023. Cuenta con un equipo humano de más de 3.000 colaboradores donde el 71% son mujeres, hacen presencia en más de 300 municipios con su red de dispensación de medicamentos y 14 departamentos promoviendo empleo y bienestar a las personas. Las capacidades logísticas hoy se enmarcan en más de 15.000 m<sup>2</sup> de área física, representado en tres centros de distribución y ubicados de manera estratégica para atender a sus clientes, movilizan más de 5.000 unidades logísticas por día y ofrecen un catálogo con más de 14.000 referencias de medicamentos y dispositivos médicos. La compañía hoy cuenta con tres Unidades estratégicas de negocio, UEN Hospitales, UEN Dispensación y UEN Comercializadora. (Disfarma, 2024)

En los últimos años la compañía hizo un esfuerzo por abrir operaciones en el municipio de Galapa en el departamento del Atlántico con el fin de buscar un proceso de emplazamiento más estratégico que les permitiera mejorar en sus tiempos de entrega, costos de OBT (Operación bajo techo) y costos de transporte. Fruto de este proyecto, hoy la compañía ha generado más de 100

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA empleos en la región y movilizado las economías regionales con su llegada, al igual que el cumplimiento de los indicadores en todos los frentes proyectados; sin embargo hoy se enfrenta a dos retos en este centro logístico, la intermitencia en el fluido eléctrico que tiene el municipio y el precio de la electricidad en la costa que viene en incremento y es que la variación anual de la inflación en el servicio de energía en 2022 fue de 22.4% según el departamento Nacional de Estadísticas (DANE). (Valentina Arenales, 2023) cómo se evidencia en la figura 1 la variación anual del IPC de electricidad según dominio geográfico:

**Figura 1**

El alza en las tarifas de energía en el último año.



Nota. El gráfico representa la Variación anual del IPC de electricidad según dominio geográfico diciembre 2022, tomado del informe del DANE\_ IPC Principales resultados 2022 Pg. 22.

Sumado a lo anterior, el Comité Intergremial el Atlántico alertó sobre los efectos que tendrá en las tarifas de energía para todos los usuarios la aplicación de la Resolución CREG 701 028 2023 que establece un techo artificial del \$532/Kwh al precio de venta de energía en bolsa para las generadoras hídricas y terminas; como consecuencia de esto las tarifas de energía en la región caribe podrían aumentar en un 25%. (Portafolio, 2024)

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### **3.2 Descripción del problema**

La compañía necesita revisar la viabilidad que puede tener la producción de energía eléctrica bajo el esquema de energías limpias y/o paneles solares, que le permitan producir energía fotovoltaica hasta el 70% de la capacidad de operación que hoy tiene el centro de distribución, la estabilidad en el suministro de esta que garantice el éxito en los despachos diarios y el impacto en emisiones de CO<sub>2</sub> como agentes responsables de la sostenibilidad ambiental del país. La viabilidad de este proyecto se debe acompañar de los beneficios tributarios que existen por parte del gobierno colombiano a proyectos de generación a partir de fuentes no convencionales de energía (FNCE), (Ley 1715, 2014) tales como:

- Exclusión de IVA para la compra de paneles, inversores, y controladores
- Exención de arancel para equipos y maquinarias
- Reducción de renta y depreciación acelerada
- Venta de excedentes de energía

## **4.Marco Institucional**

### **4.1 Presentación de la empresa**

Disfarma es una empresa santandereana dedicada a la comercialización, distribución y dispensación de medicamentos y dispositivos médicos en el Canal Institucional del sistema general de salud en Colombia. La compañía nace el 21 de Julio de 1995 de la mano del señor José Eugenio Gómez Castellanos y la señora Alba Lucia Castellanos Barreto. Cuenta con 30 años de trayectoria en el mercado farmacéutico consolidándose entre los 4 Operadores más importantes del país; además de ser la 2 empresa privada más grande de la región de Santander y la 236 a nivel país, según ultimo

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA informes de la superintendencia de sociedades. (Super Sociedades, 2022). a continuación, se grafican

las ventas anuales de Disfarma del año 2016 al año 2022:

**Figura 2.**

Informe de ventas 2016 – 2022



Nota. el grafico representa las ventas anuales de Disfarma del año 2016 al año 2022, tomado del Informe Asamblea 2022 Disfarma GC SAS

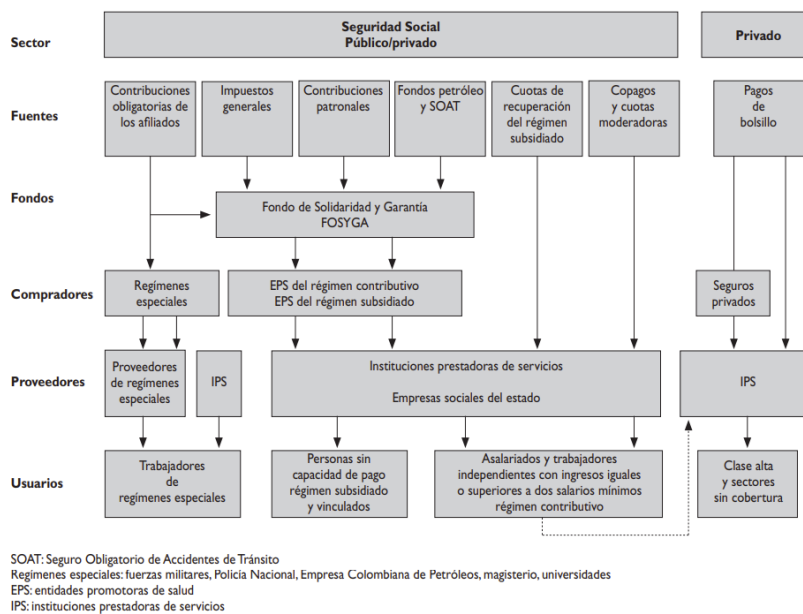
Disfarma cuenta con un equipo humano de más de 1.500 colaboradores donde el 71% son mujeres, hacen presencia en más de 300 municipios con su red de dispensación de medicamentos y 14 departamentos promoviendo empleo y bienestar a las personas. Las capacidades logísticas hoy se enmarcan en más de 15.000 m<sup>2</sup> de área física, representado en tres centros de distribución y ubicados de manera estratégica para atender a sus clientes, movilizan más de 5.000 unidades logísticas por día y ofrecen un catálogo con más de 14.000 referencias de medicamentos y dispositivos médicos. La compañía hoy cuenta con tres Unidades estratégicas de negocio, UEN Hospitales, UEN Dispensación y UEN Comercializadora. (Disfarma, 2024)

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA  
 La compañía hace parte del sistema general de salud de Colombia como un operador

farmacéutico que le presta servicios a los actores del canal institucional tales como, Hospitales, Clínicas, IPS, EPS, en los regímenes contributivo, subsidiado, regímenes especiales y seguros privados. En la siguiente grafica explicamos a detalle la conformación del sistema:

**Figura 3.**

Sistema General de Salud en Colombia



Nota. el grafico representa la estructura del sistema de salud en Colombia, tomado del informe SSC Ramiro Guerrero, Sistema de Salud en Colombia. 2010

El sistema de salud colombiano está compuesto por un amplio sector de seguridad social y un sector exclusivamente privado. Su eje central es el Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS) con sus dos regímenes, el régimen contributivo (RC) y el régimen subsidiado (RS) (Guerrero Ramiro. 2010). El RC afilia a los trabajadores asalariados y pensionados y a los trabajadores independientes con ingresos iguales o superiores a un salario mínimo. El RS afilia a todas las personas sin capacidad de pago, en 2020 las coberturas fueron de 49.7% para el régimen

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA subsidiado y 45.6% para el régimen contributivo de la población total, respectivamente. Los Regímenes Especiales (RE) afilian a los trabajadores de las Fuerzas Militares, la Policía Nacional, la Empresa Colombiana de Petróleos (ECOPETROL), el Magisterio y las universidades públicas y representan un 4.3% de la población (Así vamos en salud, 2023)

## **4.2 Referentes estratégicos**

### **Misión**

Somos una organización que comercializa y dispensa medicamentos y dispositivos médicos, sostenida por su talento humano apasionados por la innovación y conscientes de la importancia del medio ambiente. Somos un aliado estratégico con fácil y rápida adaptación a las nuevas necesidades del mercado que busca en todo momento la satisfacción de sus clientes. (Disfarma, 2024)

### **Visión**

Durante los próximos años en nuestra organización buscamos tener un crecimiento sostenible y rentable a través de la generación de nuevas unidades de negocio, la tecnología, la innovación y el compromiso con el medio ambiente. (Disfarma, 2024)

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### Valores corporativos

En la figura 4 se representan los valores corporativos de Disfarma:

**Figura 4.**

Valores Corporativos de Disfarma



**Nota.** El gráfico representa los valores corporativos establecidos por Disfarma, tomado de la página oficial de Disfarma, sección nosotros/ valores corporativos (Disfarma, 2024)

### Propósito Superior

“Querer su salud, nuestro compromiso”

### Principios Corporativos

En la figura 5 se representan los principios de Disfarma:

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

**Figura 5.**

### Nuestros Principios



**Nota.** El gráfico representa los principios corporativos establecidos por Disfarma, tomado de la página oficial de Disfarma, sección nosotros/ principios (Disfarma, 2024)

### Estructura organizacional

#### Tipo de organización

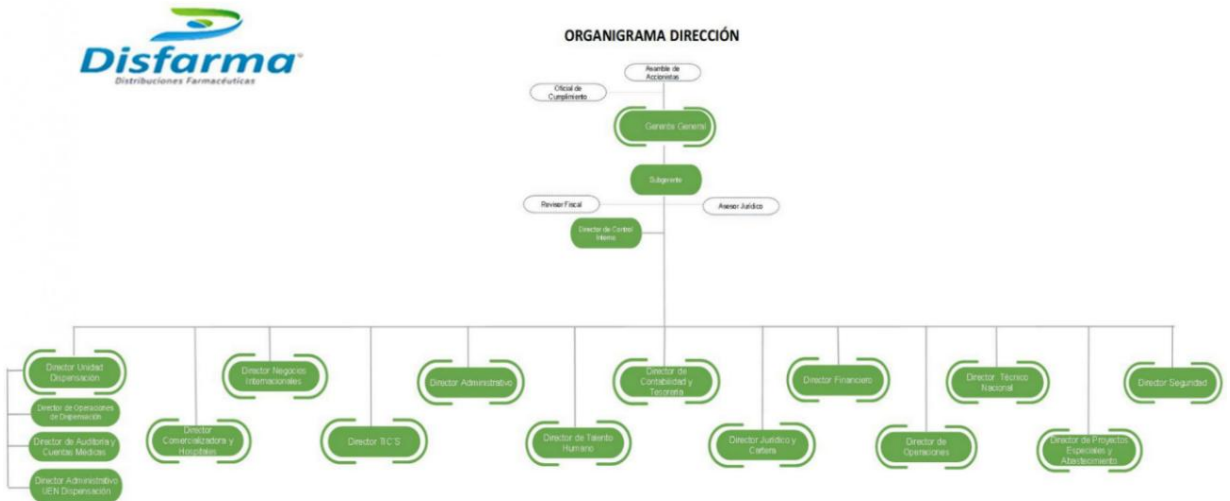
Disfarma maneja un tipo de organización funcional, a donde los colaboradores se agrupan según sus conocimientos y especialidades en departamentos funcionales. Esta estructura le permite a Disfarma la eficiencia a la hora de organizar proyectos y delegar los mismos, ya que cada departamento tiene un líder, quien toma las decisiones al interior de este. (Disfarma, 2024)

En la figura 6 se representan el organigrama de Disfarma:

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

**Figura 6.**

### Organigrama Directivo Disfarma



**Nota.** El gráfico representa el organigrama de Disfarma, tomado de la página oficial de Disfarma, sección nosotros/Organigrama (Disfarma, 2024)

La estructura organizacional está a la cabeza de su presidente, el señor José Eugenio Gómez Castellanos quien trabaja de la mano con el CEO (Chief Executive Officer), el señor Hector Andres Gonzalez Duarte y este tiene un equipo de 13 Directores de área quienes componen el equipo directivo de la organización. DISFARMA G.C S.A.S. ha implementado buenas prácticas de gobierno corporativo orientadas a gestionar, entre otros asuntos, la estrategia de sostenibilidad de la Organización. Estas prácticas son lideradas por el Presidente y acompañadas por la Junta Asesora, Consejo de Familia y el CEO de la organización.

En la figura 7 se representan el gobierno corporativo de Disfarma:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

Figura 7.

Gobierno Corporativo Disfarma



Nota. El gráfico representa el equipo directivo de Disfarma, tomado de la página oficial de Disfarma, sección nosotros/ Gobierno corporativo (Disfarma, 2024)

4.3 Servicios Ofrecidos

Disfarma es una compañía dedicada a la comercialización, distribución y dispensación de medicamentos y dispositivos médicos en el Canal Institucional del sistema general de salud en Colombia y para cumplir con este propósito tiene construidas tres Unidades Estratégicas de Negocio así:

Unidad Estratégica de Negocio Hospitalaria

Trabajamos con procesos y operaciones que aseguran la calidad de nuestros productos y entregas, a través de un excelente equipo humano y técnico para cubrir las demandas de las instituciones hospitalarias públicas y privadas más reconocidas del país.

En la figura 8 se representa la cobertura nacional de Disfarma para la UEN Hospitalaria:

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

**Figura 8.**

Cobertura Nacional y número de clientes UEN Hospitales



**Nota.** El gráfico representa los departamentos donde Disfarma tiene Cobertura, tomado de la página oficial de Disfarma, sección Unidades de negocio/UEN Hospitales (Disfarma, 2024)

En la figura 9 se representa Algunos Clientes UEN Hospitales:

**Figura 9.**

Clientes UEN Hospitales

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA



**Nota.** El gráfico representa algunos de los clientes que posee Disfarma, tomado de la página oficial de Disfarma, sección Unidades de negocio/UEN Hospitalares (Disfarma 2024)

### Unidad Estratégica de Negocio Dispensación

Trabajamos con procesos y operaciones que aseguran la calidad de nuestros productos y entregas, a través de un excelente equipo humano y técnico para cubrir la dispensación de medicamentos en 15 departamentos y más de 286 municipios en todo el territorio nacional de las Entidades Prestadoras de Salud públicas y privadas más reconocidas del país.

En la figura 10 se representa la cobertura nacional de Disfarma para la UEN de dispensación:

#### **Figura 10.**

Cobertura Nacional y número de usuarios atendidos por la UEN Dispensación

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA



**Nota.** El gráfico representa los departamentos donde Disfarma tiene Cobertura, tomado de la página oficial de Disfarma, sección Unidades de negocio/UEN Dispensación. (Disfarma, 2024)

En la figura 11 se representan algunos clientes de la UEN Dispensación de Disfarma:

**Figura 11.**

Algunos Clientes UEN Dispensación



## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

**Nota.** El gráfico representa algunos de los clientes que tiene Disfarma, tomado de la página oficial de Disfarma, sección Unidades de negocio/UEN Dispensación. (Disfarma 2024)

### Unidad Estratégica de Negocio Comercializadora

Trabajamos con procesos y operaciones que aseguran la calidad de nuestros productos y entregas, a través de un excelente equipo humano y técnico para cubrir las demandas de las depósitos y operadores logísticos farmacéuticos más importantes del país quienes operan contratos del canal institucional en Hospitales y EPS en el territorio nacional.

En la figura 12 se representa la cobertura nacional de Disfarma para la UEN Comercializadora:

### Figura 12.

Cobertura Nacional y número de clientes UEN Comercializadora



**Nota.** El gráfico representa los departamentos donde Disfarma tiene Cobertura, tomado de la página

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA oficial de Disfarma, sección Unidades de negocio/UEN Comercializadora. (Disfarma, 2024)

La compañía cuenta en esta unidad de negocio con 14 ejecutivos comerciales en todo el territorio nacional, dispuestos a brindar la mejor atención y a ofrecer un portafolio de más de 14.000 referencias de productos farmacéuticos a más de 1.025 clientes en los 32 departamentos de nuestro Colombia.

En la figura 13 se reflejan algunos laboratorios que Disfarma representa en su comercialización son:

**Figura 13.**

Laboratorios aliados que Disfarma representa en Colombia



**Nota.** El gráfico representa alguno de los clientes que disfarma tiene, tomado de la página oficial de Disfarma, sección Unidades de negocio/UEN Comercializadora (Disfarma, 2024)

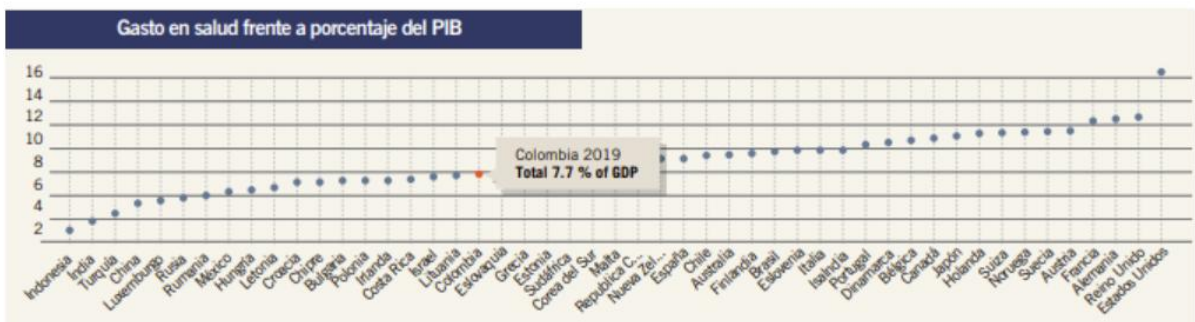
## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### 4.4 Análisis del sector

Como se indicó anteriormente en este trabajo, la compañía hace parte del sistema general de salud de Colombia como un operador logístico farmacéutico que le presta servicios a los actores del canal institucional tales como, Hospitales, Clínicas, IPS, EPS, en los regímenes contributivo, subsidiado, regímenes especiales y seguros privados. Este Sistema General de Salud en Colombia tiene un gasto en salud equivale al 21% del gasto total de los hogares y un 7,7% del PIB en el 2019, como se muestra en la figura 14; comparado con otros países, el gasto público en tecnologías en salud se sitúa en promedios del 36% (ANDI, 2022). En la figura 14 se representa el Gasto en salud frente al PIB de diferentes naciones:

**Figura 14.**

Gasto en salud frente al PIB



**Nota.** El gráfico representa el Gasto en salud frente al PIB de diferentes países del mundo, tomado de la página oficial de la OCDED (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2022)

En la figura 15 se grafican las ventas por año del sector salud:

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

**Figura 15.**

Ventas del mercado farmacéutico y por segmento



**Nota.** El gráfico representa las ventas por año que ha tenido el sector farmacéutico, tomado de IQVIA Colombia (Sismed, 2022)

En contraste, el desembolso personal como parte de los costos de atención médica representó el 14,9 % (RUIZ, 2022). En el contexto colombiano, este desembolso se refiere al pago directo que las personas realizan para acceder a bienes y servicios de salud. Este acceso se logra gracias al sistema de salud de cobertura universal, que asegura a un alto porcentaje de la población y garantiza una amplia cobertura de las tecnologías médicas disponibles en el país a través del Plan de Beneficios en Salud. Por esta razón, este gasto en el país es bajo, comparado con 36,7 % en 2011, en promedio, en

Latinoamérica. (RUIZ, 2022)

**Ventas totales:** En el año 2020, la industria farmacéutica generó ingresos por 1,25 billones de dólares a nivel mundial. Entre los principales productores de medicamentos en el mundo se encuentran Estados Unidos, China, Japón y Brasil. Sin embargo, solo el 3,5 % de las ventas totales globales está dirigido a América Latina Statista. (2024) Dentro de la región, Colombia ocupa

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA el quinto lugar en el mercado farmacéutico, con ventas por 19,7 billones de pesos en 2021 y una proyección de crecimiento de hasta 25 billones de pesos en 2025. En Colombia, como se observa en la Figura 15, las ventas de medicamentos patentados representan 41% de las ventas totales, los medicamentos genéricos 42% y los medicamentos de venta libre (OTC) 17%. (ANDI, 2022)

**Canales:** Durante el 2022, aproximadamente el 66 % de las ventas del mercado farmacéutico se llevaron a cabo a través del canal institucional, mientras que el 34 % restante se realizó en el canal comercial. Se prevé que la comercialización de varias moléculas migre del canal comercial al institucional como consecuencia de la reciente actualización integral de tecnologías. Esta actualización incluye 600 medicamentos y 668 procedimientos, los cuales representan una cobertura del 93,5 % en el Plan de Beneficios en Salud con cargo a la UPC. (ANDI, 2022)

**Balanza comercial:** En Colombia, la balanza comercial muestra un déficit, con importaciones que representan el 92 % en comparación con el 8 % de las exportaciones en el comercio exterior de productos farmacéuticos. Este desequilibrio evidencia una fuerte dependencia de las importaciones, no solo en Colombia, sino también en otros países de la región, donde las exportaciones apenas han comenzado a fortalecerse en los últimos años. Economic Complexity. (2022)

En el último año se registró una tasa de crecimiento de 7 % en exportaciones. Entre los productos exportados, el 93 % son medicamentos, el 5 % productos biológicos y el 2 % restante equivale a productos químicos orgánicos, vitaminas y antibióticos. (SECTORIAL, 2023). El destino de las exportaciones de medicamentos se distribuye en: 88 % Latinoamérica, Europa 3 % y Norteamérica 6 % (en valores FOB 2021). Las importaciones crecieron 54 % en 2021, ubicándose en 4.144 millones de dólares CIF. Los principales proveedores de Colombia se encuentran en las

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA siguientes regiones: 42 % Europa, 29 % Norteamérica y 23 % Asia (en valores CIF 2021).

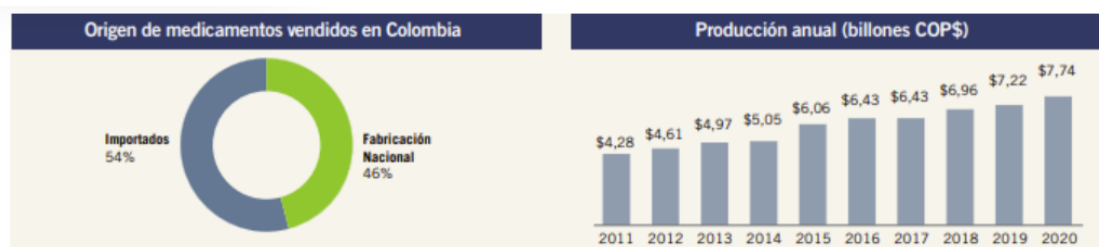
(SECTORIAL, 2023)

**Producción nacional:** En el sector farmacéutico, de un total de 306 empresas, el 71 % se dedica a actividades de comercialización de medicamentos, mientras que el 29% se enfoca en la producción. Los medicamentos de producción nacional representan el 46%, mientras que los medicamentos importados constituyen el 54%. Según el DANE, la producción farmacéutica alcanzó los 7,74 billones de pesos en 2020, con una variación promedio del 6% en los últimos 10 años, como se evidencia en la Figura 16. Estos productos están principalmente orientados a satisfacer la demanda interna. (ANDI, 2022)

En la figura 16 se representa la producción farmacéutica anual y el origen de los medicamentos en Colombia:

**Figura 16.**

Histórico de Producción farmacéutica en Colombia y Origen de medicamentos



**Nota.** El gráfico representa la producción anual y el origen de los medicamentos en Colombia desde el año 2011 al año 2020. tomado de: DANE (Sismed, 2022)

Desde 2022 se proyecta un crecimiento mayor de la producción local de medicamentos; entre enero y febrero la producción registró un crecimiento de 21,1 %, frente a la variación de -1,6 %

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA en el mismo período de año anterior. La producción de medicamentos en el país genera 49.768

empleos

(2022), con un crecimiento promedio de 3,8 % en los últimos seis años, esto se indica en la

Figura 17.

En la figura 17 se representa la producción anual y el origen de los medicamentos en Colombia:

**Figura 17.**

Número de empleos en el sector farmacéutico en Colombia



**Nota.** El gráfico representa el número de empleos en el sector farmacéutico en Colombia desde el año 2015 al año 2021. tomado de la Gran Encuesta Integrada de Hogares (DANE, 2022)

**Principales Competidores:** Dentro de las 10 principales compañías por tamaño de ingresos que operan en el sector farmacéutico, solo tres son operadores logísticos farmacéuticos en el canal institucional y competencia directa, Droguerías y Farmacias Cruz Verde, Audifarma SA, Éticos Serrano Gómez Ltda., esto se puede evidenciar en la Figura 18.

En la figura 18 se representa las principales Compañías del sector farmacéutico:

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

**Figura 18.**

Principales Compañías del sector farmacéutico en Colombia por Ingresos

**sectorial**  
INFORMES SECTORIAL

**FARMACÉUTICO** 

**Principales Empresas**

Resultados financieros de las 10 principales compañías por tamaño de ingresos. Datos expresados en millones de pesos al cierre de 2022.

No.	Empresa	Estado de Resultados						
		Ingresos Operacionales	Costo	Resultado Bruto	EBITDA	Resultado Operativo	Intereses	Resultado Neto
1	Droguerías Y Farmacias Cruz Verde Sas	\$ 4.250.391	\$ 3.476.289	\$ 774.102	\$ 1.906.667	\$ 84.160	\$ 65.314	\$ 274.13
2	Audifarma Sa	\$ 3.492.206	\$ 2.940.292	\$ 551.914	\$ 1.840.043	\$ 1.154.0	\$ 518.14	\$ 48.565
3	Cooperativa nacional de droguistas detallistas "Coopidrogas"	\$ 2.827.601	\$ 2.579.924	\$ 247.677	\$ 215.27	\$ 3.458	\$ -	\$ 39.476
4	Unilever Andina Colombia Ltda	\$ 1.934.336	\$ 1.349.500	\$ 584.836	\$ 1.309.991	\$ 70.741	\$ 5.715	\$ 78.490
5	Procaps SA	\$ 1.119.103	\$ 524.834	\$ 594.269	\$ 250.455	\$ 1.196.474	\$ 1.052.38	\$ 37.446
6	Productos Roche SA.	\$ 1.059.987	\$ 829.357	\$ 230.630	\$ 58.472	\$ 25.523	\$ 6.351	\$ 24.857
7	Novartis De Colombia SA.	\$ 1.028.736	\$ 740.740	\$ 287.997	\$ 1.125.102	\$ 1.122.239	\$ 7.319	\$ 13.135
8	Bicos Serrano Gomez Ltda	\$ 932.204	\$ 700.330	\$ 231.874	\$ 612.34	\$ 48.574	\$ 8.680	\$ 29.427
9	Abbott Laboratories De Colombia Sas	\$ 924.232	\$ 552.478	\$ 371.754	\$ 50.529	\$ 26.214	\$ 5.432	\$ 43.667
10	Farmatodo Colombia SA	\$ 906.017	\$ 584.275	\$ 321.741	\$ 1.146.361	\$ 1.094.17	\$ 1.199.13	\$ 25.778

**Nota.** El gráfico representa las principales Compañías del sector farmacéutico en Colombia según sus ingresos al cierre de diciembre del 2022. (Sectorial, 2023)

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### 5. Marco de Referencia

#### 5.1 Eco Innovación

Desde la convención de Río en 1992 para el progreso sostenible, tanto los gobiernos como las empresas líderes de varios sectores económicos se comprometieron a implementar políticas centradas en la innovación y la transformación de tecnologías, infraestructura y comportamientos que favorezcan mejoras en el consumo de energía y la disminución de los efectos perjudiciales para el medio ambiente (Scarpellini, Valero-Gil, & Portillo-Tarragona, 2016). Estas prácticas se denominan Eco Innovación y su metodología se enfoca principalmente en reestructurar la planificación de una entidad pública o privada para que oriente sus futuras directrices hacia la protección del medio ambiente. La implementación de la eco innovación se segmenta en tres enfoques. En su esencia, la eco innovación se centra en reestructurar la planificación de las entidades, tanto públicas como privadas, para orientar sus estrategias hacia la protección del medio ambiente. Este enfoque se divide en tres categorías principales, cada una con su propio conjunto de estrategias y métodos.

El primer enfoque es conocido como el enfoque organizacional. Este se enfoca en la creación de políticas por parte de la dirección de las empresas para cambiar y mejorar los comportamientos de sus empleados en favor del medio ambiente y la gestión eficiente de la energía. Las políticas más populares son la sensibilización sobre el reciclaje, la gestión de la energía y el uso responsable de equipos y dispositivos electrónicos. El objetivo de estas políticas es lograr cambios significativos sin la necesidad de realizar grandes inversiones económicas (Díaz-García, González,

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA & Sáez-Martínez, 2015). Este enfoque de impacto inmediato es, en la mayoría de los casos, el primer paso que las empresas toman para introducir a su personal en el concepto de la eco-innovación. Sin embargo, no siempre es efectivo ya que depende de factores aleatorios como la motivación y la iniciativa de los trabajadores y operadores para aplicar las políticas ambientales que la empresa establece. Por lo tanto, no existen mediciones y estimaciones precisas y concluyentes sobre el nivel de impacto que genera la eco-innovación organizacional, a diferencia de los otros dos enfoques donde las variables de comportamiento aleatorio se reducen considerablemente (García, Sánchez, & Marchante, 2015).

El segundo enfoque es conocido como la innovación de procesos y se enfoca en la optimización de los recursos energéticos para dicho proceso, ya sea operativo, en logística de transporte o producción. De esta forma, se busca que dicho proceso sea sostenible y consuma la menor cantidad de recursos, contribuyendo así a la reducción de costos operativos y efectos perjudiciales para el medio ambiente. Antes de que las empresas tomaran conciencia de la importancia de generar ahorros energéticos, existían pérdidas monetarias indetectables que podían incluso llevar a las compañías a la bancarrota y liquidación. Las técnicas de optimización en procesos para la eco-innovación se centran en dos tipos.

El primer tipo se refiere a la automatización electrónica, donde se utilizan algoritmos informáticos y análisis de sistemas de control para realizar procesos de retroalimentación y reducir los tiempos de operación. Un ejemplo de este tipo de innovación en procesos es la aplicación de controladores PID (Proporcional Integral Derivativo) en refrigeración a escala industrial para

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA optimizar los tiempos de operación de los dispositivos que, mediante ciclos termodinámicos, disminuyen la temperatura de las salas de almacenamiento (Kissel, 2007).

El segundo tipo se enfoca en la optimización de la gestión de recursos, donde el objetivo es la reducción de residuos que potencialmente pueden ser perjudiciales para el medio ambiente y cuya correcta disposición genera costos operativos adicionales e innecesarios. La eco-innovación de procesos, en la mayoría de los casos, se aplica en conjunto con la innovación en productos.

La innovación en productos implica el desarrollo y la exploración de nuevas tecnologías que fomenten la autosuficiencia, eviten el uso innecesario de recursos y no produzcan residuos dañinos para el medio ambiente. Estas tecnologías deben cumplir con ciertos estándares de fabricación que aseguren no solo un rendimiento óptimo, sino también una disposición completamente reciclable al final de su vida útil. Estos productos se clasifican según su aplicación dentro de la empresa. Pueden ser utilizados en transporte, como los vehículos que utilizan electricidad almacenada en celdas electrolíticas, aplicados a la generación de energía autosostenible, como los sistemas fotovoltaicos, y los productos aplicados a la eficiencia energética, como los controladores automatizados de operaciones industriales (Vīgants, Andra, Timma, Ījabs, & Blumberga, 2016).

Los tres enfoques mencionados anteriormente pueden implementarse de manera independiente o pueden interactuar entre sí para mejorar las políticas de sostenibilidad ecológica de la empresa. Los impactos de la implementación de la eco-innovación y sus tres enfoques pueden observarse a través de los efectos en las siguientes tres áreas de la institución (Rennings, 2000).

El estímulo tecnológico, que se refleja en la mejora de la calidad de los productos desarrollados, las mejoras en la eficiencia del uso de materiales y las mejoras en la eficiencia

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA energética. La atracción de nuevos mercados y clientes, donde se observan aumentos en la demanda de producción por parte de los clientes, mejoras en la imagen corporativa y en la competitividad frente a otras empresas competidoras, y finalmente, la apertura a nuevos mercados que requieren empresas con iniciativas ecosostenibles.

El tercer efecto es el estímulo regulatorio, que incluye mejoras en las estructuras organizativas mediante la aplicación exitosa de estándares en salud ocupacional, políticas de reciclaje y políticas de regulación ambiental. Como se explicó anteriormente, la eco-innovación de productos beneficia en varios aspectos, no solo en el ecológico, sino también en el impacto económico a la empresa donde se aplica. Sin embargo, para el enfoque de eco-innovación en productos, es necesario realizar una evaluación técnica antes de generar una aplicación concreta para analizar sus potenciales beneficios a corto y mediano plazo.

Las empresas que adoptan prácticas eco innovadoras y desarrollan productos y servicios sostenibles suelen atraer a un segmento creciente de consumidores preocupados por el medio ambiente. Estos consumidores valoran las iniciativas ecológicas y pueden preferir comprar productos de empresas que demuestran un compromiso con la sostenibilidad. Además, la mejora de la imagen corporativa como una empresa comprometida con el medio ambiente puede abrir nuevas oportunidades de mercado y mejorar la lealtad del cliente.

La implementación exitosa de prácticas de eco innovación puede ayudar a las empresas a cumplir con regulaciones ambientales cada vez más estrictas. Al adoptar políticas y tecnologías que reducen las emisiones, minimizan el desperdicio y protegen los recursos naturales, las empresas pueden evitar multas y sanciones regulatorias. Además, el cumplimiento proactivo de las regulaciones ambientales puede mejorar la reputación de la empresa y fortalecer su posición en el mercado, y así mismo se alinea con las corrientes contemporáneas que entienden la eco-innovación

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA como un proceso sistémico y multidimensional, no restringido únicamente a la adopción de nuevas tecnologías limpias. En lugar de concebirla como una simple sustitución tecnológica, se trata de una transformación estructural de las organizaciones, que abarca desde la estrategia empresarial y la gobernanza, hasta la cultura interna y las relaciones con el entorno. Autores como Bossle et al. (2021) y de Jesus & Mendonça (2020) argumentan que la eco-innovación verdaderamente efectiva requiere rediseñar no solo los productos y procesos, sino también las dinámicas internas de toma de **decisiones**, las políticas de gestión del conocimiento, y la forma en que las empresas interactúan con sus grupos de interés (clientes, proveedores, reguladores, comunidad). Bajo esta perspectiva, la sostenibilidad se integra al núcleo del modelo de negocio, y deja de ser una acción aislada o de cumplimiento normativo. En el caso específico de Disfarma, su transición hacia un sistema de energía solar no debe entenderse simplemente como la instalación de paneles fotovoltaicos, sino como parte de una reconfiguración sistémica que incluye la adaptación de procesos logísticos (como la trazabilidad de pedidos y cadena de frío), la modernización de los sistemas de información (ERP, CRM y plataformas de monitoreo energético), y el desarrollo de capacidades internas a través de formación del talento humano en sostenibilidad y gestión energética. Además, la empresa busca articular estos cambios con los incentivos tributarios vigentes (Ley 1715 de 2014), lo cual refleja un entendimiento estratégico de los marcos regulatorios como catalizadores de la eco-innovación. Esta visión integradora responde a lo que Carrillo-Hermosilla et al. (2020) denominan eco-innovación sistémica, en la que confluyen simultáneamente innovaciones tecnológicas, organizativas y institucionales, generando un valor agregado ambiental, económico y social. La implementación de un sistema fotovoltaico, por tanto, no se evalúa solamente por su capacidad de generación eléctrica, sino por su impacto transversal en la eficiencia operativa, la resiliencia energética, la reputación corporativa y la alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (especialmente ODS 7 y 12).

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

En definitiva, Disfarma no está solo incorporando una solución técnica, sino desplegando una estrategia empresarial orientada a la sostenibilidad, coherente con las exigencias del entorno actual y con las recomendaciones más recientes de la literatura científica sobre transición energética en empresas medianas de economías emergentes.

### **5.2 Desarrollo Sostenible – Objetivos ODS**

El mundo está enfrentando una disminución gradual de los recursos naturales, los cuales han sido extraídos o explotados a lo largo del tiempo para satisfacer las necesidades de consumo bajo un modelo de economía lineal. En este modelo, los recursos son utilizados directamente o transformados en bienes, que luego se comercializan en el mercado para su uso durante un periodo de tiempo determinado por su vida útil. El resultado de esto es la generación de grandes cantidades de residuos que terminan en vertederos y la escasez de recursos no renovables (Belda-Hériz, 2018). Continuar con esta dinámica de producción es inviable e insostenible para la humanidad y para el planeta Tierra. Esta situación se puede evidenciar en la actualidad, donde la deforestación, la contaminación, el cambio climático, la insalubridad, entre otros, son problemas comunes que presentan desafíos para los gobiernos, organizaciones, empresas y ciudadanos en general (Duarte et al., 2023). Por lo tanto, apostar por un desarrollo sostenible puede cambiar la forma en que se producen bienes y servicios, garantizando de manera responsable la satisfacción de las necesidades de la humanidad en armonía con el medio ambiente.

Efectivamente, el desarrollo sostenible, concebido como un modelo, debe permitir satisfacer las necesidades actuales de la población mundial, preservando e incluso mejorando el medio ambiente, de tal manera que las futuras generaciones también puedan disfrutar de una buena calidad de vida (Raufflet et al., 2017). Es importante destacar que la producción y el consumo de

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA  
energía renovable, como la energía solar o fotovoltaica, contribuyen a la sostenibilidad ambiental y satisfacen de manera responsable la necesidad de disponer de energía eléctrica para el desarrollo de actividades humanas.

Es importante destacar que la agenda política global en términos de sostenibilidad, impulsada por la ONU, se orienta hacia la consolidación y promoción de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Estos se constituyen como diecisiete (17) objetivos globales, cada uno con sus 169 metas respectivas, que buscan promover la sostenibilidad en todas sus formas. Estos objetivos buscan combatir la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todas las naciones, con la esperanza de que los gobiernos, las empresas y la sociedad civil en general puedan alcanzar estas metas entre 2015 y 2030 (ONU, 2015). En esencia, los ODS están interrelacionados, y el cumplimiento de las metas de algunos implica apoyar la consolidación de las metas de otros, incluso de manera indirecta. En el caso de la producción de energía renovable, como la energía solar o fotovoltaica, los ODS No.7 y No.12 son los más relevantes.

Estos ODS impulsan la innovación y la tecnología en el sector energético, fomentando la investigación y el desarrollo de soluciones energéticas innovadoras, como sistemas de micro generación y tecnologías de eficiencia energética. Esto no solo contribuye a la creación de empleo y el crecimiento económico, sino que también fortalece la competitividad global y la seguridad energética y promueven el uso de fuentes de energía renovable y sostenible, como la solar, eólica, hidroeléctrica y geotérmica, para reducir el impacto ambiental y mitigar el cambio climático. Además, se destaca la importancia de desarrollar infraestructuras energéticas resilientes para garantizar un suministro de energía confiable y estable, incluso en situaciones de emergencia y desastres naturales.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### 5.3 Energía Solar Fotovoltaica

La radiación solar facilita la creación de sistemas de producción de energía solar, dado que el planeta recibe aproximadamente 170.000 TW (Tera vatios), de los cuales 80.000 descienden a la superficie en forma de radiación fotónica (González J, 2015). Es crucial entender que la energía fotovoltaica, que es la radiación solar que impacta directamente en la superficie y es emitida por el sol, varía dependiendo de la latitud. Es notable que cuanto más cerca se esté de la línea del ecuador, la radiación será en su mayoría constante, y cuanto más lejos se esté de la línea del ecuador, la radiación variará significativamente. Además, hay que tener en cuenta que la eficiencia en la generación de energía solar también está sujeta a las condiciones climáticas. Es decir, la radiación solar disminuirá en función de los días de lluvia o nublados o incluso los niveles de contaminación, no solo debido al dióxido de carbono en el aire, sino también a otros gases y partículas contaminantes que absorben o reflejan la radiación. Sin embargo, aumentará considerablemente cuando haya días despejados y soleados en lugares donde la contaminación es menor (Jarauta, 2012).

Cuando se habla de fotovoltaica, es importante entender que esta palabra se compone de “foto”, que significa luz, y “voltaica”, que se refiere a la electricidad. Por lo tanto, el método fotovoltaico es el que transforma la energía solar en electricidad mediante instalaciones solares fotovoltaicas. Estas instalaciones están compuestas por células o celdas solares que pueden ser individuales o autónomas, por ejemplo, para proporcionar energía a una unidad residencial. También existen las que están conectadas a la red, compuestas por un gran número de celdas para producir una mayor cantidad de energía y así suministrar energía eléctrica a diferentes puntos (Bayod Rújula, 2009). La generación de energía fotovoltaica no produce emisiones de gases de efecto invernadero ni

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA otros contaminantes atmosféricos. Esto ayuda a reducir la contaminación del aire y contribuye a la mitigación del cambio climático. Además, la energía solar no requiere el uso de agua para su funcionamiento, lo que es especialmente importante en regiones con escasez de agua. Los sistemas fotovoltaicos pueden instalarse en una amplia variedad de ubicaciones, desde tejados residenciales hasta grandes plantas solares en terrenos baldíos. Además, los sistemas fotovoltaicos son altamente modulares, lo que significa que pueden diseñarse y escalarse para adaptarse a las necesidades específicas de cada proyecto, desde aplicaciones residenciales hasta aplicaciones comerciales e industriales a gran escala. Una vez instalados, los sistemas fotovoltaicos requieren poco mantenimiento. Las células solares tienen una vida útil de varias décadas y generalmente vienen con garantías de rendimiento a largo plazo. Esto reduce los costos de operación y mantenimiento a lo largo del tiempo en comparación con otras formas de generación de energía.

## **5.4 Sostenibilidad y Sistemas Fotovoltaicos**

En el contexto de proyectos energéticos, como el que estamos evaluando en Disfarma, es crucial entender los diferentes sistemas fotovoltaicos (FV) que existen, pues pueden impactar tanto la viabilidad económica como la eficiencia energética. En este caso, ya se han mencionado los tres tipos más comunes de sistemas fotovoltaicos: sistemas aislados, conectados a la red y híbridos, sin embargo, hay más detalles y variantes sobre cada uno que conviene explorar para comprender completamente sus aplicaciones y ventajas. Vamos a desglosar y argumentar sobre estos sistemas, además de explicar los tipos de energía asociados.

### **5.4.1 Sistemas Fotovoltaicos Aislados (Off-Grid)**

Los sistemas fotovoltaicos aislados son aquellos que no están conectados a ninguna red eléctrica externa. En este tipo de sistemas, la energía generada por los paneles solares se almacena en

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA baterías para su uso posterior. Este modelo es común en áreas donde no existe infraestructura de red eléctrica o cuando se desea una solución completamente independiente.

### **Características Principales**

- Almacenamiento en baterías: La energía se almacena en baterías para su uso durante la noche o en días nublados.
- Independencia de la red: No depende de ningún sistema externo de suministro eléctrico.
- Inversión inicial más alta: Los costos incluyen no solo la instalación de los paneles solares, sino también las baterías de almacenamiento, lo que puede elevar los costos iniciales.
- Mantenimiento: Requiere un monitoreo y mantenimiento constante de las baterías, ya que su vida útil es limitada y necesita ser reemplazada cada cierto tiempo.

### **Ventajas**

- ✓ Autonomía energética: Ideal para lugares remotos donde no hay acceso a la red eléctrica.
- ✓ Reducción de costos operativos: No hay necesidad de pagar una factura de energía, lo que puede ser muy ventajoso a largo plazo.
- ✓ Sostenibilidad: Reduce la dependencia de combustibles fósiles y minimiza la huella de carbono.

### **Desventajas**

- ✗ Alto costo inicial: La instalación de las baterías de almacenamiento es costosa.
- ✗ Limitación de almacenamiento: El almacenamiento de energía en baterías tiene una capacidad limitada, lo que puede generar interrupciones en el suministro si la capacidad de la batería no es suficiente.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

✘ Requiere espacio para almacenamiento: El sistema puede ser más voluminoso debido al almacenamiento de energía.

### **Aplicación para Disfarma**

Este tipo de sistema puede ser útil si Disfarma busca tener independencia total de la red eléctrica en sus instalaciones o si opera en áreas remotas donde no existe una red eléctrica confiable. Sin embargo, la inversión inicial puede ser una barrera, y la necesidad de un sistema de almacenamiento adecuado es clave para asegurar un suministro constante de energía.

### **5.4.2 Sistemas Fotovoltaicos Conectados a la Red (On-Grid)**

Los sistemas fotovoltaicos conectados a la red son aquellos en los que los paneles solares están conectados a la red eléctrica pública. Estos sistemas no requieren baterías, ya que la energía generada se suministra directamente a la red. Si el sistema produce más energía de la que la instalación necesita, el excedente se envía a la red pública, y a menudo el cliente recibe créditos o pagos por el exceso de energía generado.

#### **Características Principales**

- Sin almacenamiento: La energía no se almacena en baterías, sino que se inyecta directamente a la red eléctrica.
- Dependencia de la red: Aunque no requiere almacenamiento, el sistema depende de la disponibilidad de la red eléctrica para equilibrar la oferta y la demanda.
- Factura de energía: Aunque se genera energía solar, el cliente aún puede tener que pagar por la electricidad cuando la generación solar es insuficiente.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### **Ventajas**

- ✓ Bajos costos de operación y mantenimiento: No requiere baterías ni equipos de almacenamiento, lo que reduce los costos operativos y de mantenimiento.
- ✓ Contribución a la red: Permite generar ingresos a través de la venta de energía o mediante créditos por el excedente generado.
- ✓ Eficiencia en la generación: El sistema siempre tiene acceso a la red para equilibrar el suministro de energía.
- ✓ Beneficios para el cliente: Reducción significativa de la factura energética, especialmente si el excedente de energía generado es considerable.

### **Desventajas**

- ✗ Dependencia de la red eléctrica: En caso de corte de energía, el sistema fotovoltaico no puede funcionar, lo que significa que la autonomía energética es nula.
- ✗ No adecuado para áreas sin infraestructura de red: Solo es viable en zonas con una red eléctrica estable y fiable.
- ✗ Incentivos limitados: El retorno de la inversión depende de las políticas locales y tarifas de compensación, que pueden cambiar.

### **Aplicación para Disfarma**

Este sistema es una excelente opción si Disfarma tiene acceso a una red eléctrica confiable y desea maximizar la eficiencia energética de sus instalaciones mientras reduce costos operativos. También puede ser adecuado si la empresa busca generar ingresos adicionales vendiendo el excedente de energía a la red pública.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### 5.4.3 Sistemas Fotovoltaicos Híbridos (On-Grid + Backup)

Los sistemas fotovoltaicos híbridos combinan los sistemas aislados (off-grid) y los conectados a la red (on-grid), ofreciendo lo mejor de ambos mundos. En este caso, los paneles solares están conectados a la red, pero también se instalan baterías para almacenar energía. Esto permite que el sistema funcione como un sistema de respaldo en caso de cortes de energía y, al mismo tiempo, aproveche los beneficios de estar conectado a la red para optimizar la generación y consumo de energía.

#### Características Principales

- **Conexión a la red y almacenamiento:** La energía generada se puede almacenar en baterías y/o enviar a la red.
- **Respaldo durante cortes de energía:** En caso de corte de la red, el sistema sigue funcionando gracias a las baterías.
- **Optimización del consumo:** La energía solar se utiliza para consumo inmediato, y el exceso se almacena para su uso futuro o se vende a la red.

#### Ventajas

- ✓ **Autonomía energética con respaldo:** Disfruta de la ventaja de independencia energética y, al mismo tiempo, puede beneficiarse de estar conectado a la red.
- ✓ **Mayor eficiencia y flexibilidad:** El sistema se adapta a las necesidades de energía, optimizando tanto el uso directo como el almacenamiento.
- ✓ **Respaldo ante cortes de energía:** Ofrece seguridad adicional en regiones con cortes frecuentes de electricidad.
- ✓ **Venta de excedentes:** Puede generar ingresos a través de la venta de la energía sobrante.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### **Desventajas**

- ✘ Mayor costo inicial: La inclusión de baterías y equipos de respaldo aumenta el costo del sistema.
- ✘ Requiere mantenimiento adicional: Además de los paneles solares, el sistema de baterías requiere atención y mantenimiento para garantizar su funcionalidad.
- ✘ Complejidad en la gestión del sistema: Es necesario un control más sofisticado para gestionar tanto la conexión a la red como el almacenamiento de energía.

### **Aplicación para Disfarma**

Este tipo de sistema puede ser ideal para Disfarma si busca una mayor seguridad energética, pero no quiere depender completamente de las baterías para almacenamiento. Además, si la empresa quiere asegurarse de tener respaldo durante cortes de energía, un sistema híbrido puede ser una excelente opción.

### **Tipos de Energía Asociados a los Sistemas Fotovoltaicos**

Los sistemas fotovoltaicos se pueden asociar con diferentes tipos de energía en función del modelo de implementación:

**Energía Solar Térmica:** Utiliza la energía del sol para calentar agua o aire. Este tipo de energía no está directamente relacionado con la conversión de luz en electricidad, pero puede ser complementaria a un sistema fotovoltaico para la generación de energía térmica.

**Energía Solar Fotovoltaica:** Esta es la forma principal de energía generada a través de sistemas fotovoltaicos, donde los paneles solares convierten la radiación solar directamente en electricidad mediante el uso de células fotovoltaicas.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

**Energía Almacenada:** En sistemas aislados o híbridos, la energía generada se almacena en baterías para su uso posterior. Esta es una forma crucial de energía para garantizar el suministro cuando no hay luz solar.

De acuerdo con Mohamed et al. (2022), el progreso sostenible se basa en la administración de recursos renovables, como el uso de energías que pueden regenerarse. Esto promueve una opción ideal frente a la producción de energías no renovables derivadas de combustibles fósiles, permitiendo disminuir la contaminación y aumentar el bienestar político, económico y social de la población. Sin embargo, consolidar estos beneficios depende de la mejora en su eficiencia y de la disminución de los costos de implementación.

La energía es un elemento crucial para el desarrollo de todos los sectores económicos y la sociedad de un país. Existe evidencia de que el uso de fuentes energéticas contaminantes es insostenible, por lo que ha surgido un creciente interés en la descarbonización de la matriz energética, con el objetivo de reducir la dependencia de los combustibles fósiles y buscar la sostenibilidad socioambiental. En América Latina, la eficiencia energética y las energías renovables, especialmente la fotovoltaica, presentan un potencial significativo para mitigar los efectos negativos del consumo de combustibles no renovables, inducido por el crecimiento económico. En Latinoamérica se está priorizando la necesidad de actualizar y hacer más viables las políticas energéticas, aunque hasta ahora se ha logrado poco. Entre los factores que pueden explicar este fenómeno, se encuentra la falta de voluntad política de los gobiernos, que se suma al desconocimiento, la ideología y la falta de compromiso de la sociedad (Contreras y Messina, 2019). Esta ideología se puede comparar con el interés de otros países que han logrado grandes avances tecnológicos, como China, que ha mostrado un gran interés en cooperar con tecnologías de energía

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA renovable con América Latina desde la década de 1980, proporcionando asistencia técnica y financiera para la implementación de proyectos con celdas fotovoltaicas en Cuba, Ecuador y Colombia (Hongo, 2014).

### **5.5 Evaluación de la Energía solar para su incursión en el mercado local**

Como todas las fuentes de energía alternativas, la energía solar tiene ventajas y desventajas. Sin embargo, algunas de las limitaciones de este tipo de energía se vuelven menos relevantes cuando se evalúa su viabilidad en zonas tropicales, como el territorio colombiano. Colombia, al ubicarse en una región tropical, cuenta con altos niveles de radiación solar durante todo el año. Esta abundancia de luz solar ofrece un gran potencial para la generación de energía solar fotovoltaica y térmica. Además, la variabilidad climática en el país puede ser aprovechada para el desarrollo de sistemas de almacenamiento de energía que compensen los períodos de baja radiación solar. Si bien los costos iniciales de instalación de sistemas solares pueden ser altos, los precios de los paneles solares y otros componentes están disminuyendo gradualmente debido a avances tecnológicos y economías de escala. En un entorno tropical como Colombia, donde los costos de electricidad pueden ser relativamente altos, la inversión en energía solar puede resultar económicamente viable a largo plazo, especialmente considerando los bajos costos de mantenimiento de los sistemas solares.

A continuación, se relaciona los dos tipos de contratación que se proponen evaluar en la factibilidad de este proyecto:

Los contratos EPC (Engineering, Procurement, and Construction) y PPA (Power Purchase Agreement) son dos de los modelos más utilizados en la ejecución de proyectos de infraestructura, especialmente en el sector energético e industrial. Ambos tienen implicaciones distintas en términos

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA de inversión, riesgos, control del cliente, flexibilidad operativa y sostenibilidad financiera a largo plazo.

### **5.5.1 Contrato EPC (Engineering, Procurement, and Construction)**

El contrato EPC es un modelo de contratación donde un único contratista se encarga de toda la ejecución del proyecto, desde la ingeniería y diseño hasta la adquisición de materiales, construcción y puesta en marcha. Se utiliza ampliamente en proyectos de infraestructura, generación de energía, plantas industriales y otras iniciativas de gran escala que requieren una ejecución eficiente y estructurada.

#### **Características Claves del EPC**

- Entrega “llave en mano”: El contratista asume la totalidad del proyecto y lo entrega completamente funcional.
- Responsabilidad total del contratista: Ingeniería, compras y construcción están bajo su control, minimizando la intervención del cliente.
- Precio y plazo fijo: La mayoría de los contratos EPC establecen costos y tiempos cerrados, reduciendo la incertidumbre.
- Riesgos transferidos al contratista: Problemas de costos, calidad o retrasos en la ejecución son responsabilidad del contratista.
- Garantías de rendimiento: Suelen incluirse cláusulas que aseguran que el proyecto cumpla con ciertos niveles de desempeño.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE  
UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA  
**Ventajas del EPC**

- ✓ Reducción de riesgos para el cliente: Al externalizar la ejecución del proyecto, Disfarma minimiza su exposición a problemas de construcción, costos adicionales y retrasos.
- ✓ Claridad en el presupuesto: El cliente conoce de antemano los costos del proyecto, lo que facilita la planificación financiera.
- ✓ Ejecución eficiente: Como el contratista tiene control total del proyecto, puede optimizar tiempos y recursos.
- ✓ Garantía de calidad y desempeño: Se establecen estándares de calidad y cumplimiento contractual.
- ✓ Un solo punto de contacto: La gestión del proyecto es más sencilla, ya que solo se trata con un contratista.

**Desventajas del EPC**

- ✗ Mayor costo inicial: Debido a la transferencia de riesgos y la necesidad de contratar a un proveedor especializado, el costo del proyecto puede ser alto.
- ✗ Menor control del cliente: Una vez firmado el contrato, Disfarma tendría menos capacidad para modificar el proyecto o influir en su ejecución.
- ✗ Dependencia del contratista: Si el contratista no cumple con los términos del contrato, el impacto en el proyecto es significativo.
- ✗ Poca flexibilidad en cambios: Modificaciones durante la ejecución pueden generar costos adicionales y retrasos.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### **5.5.2 Contrato PPA (Power Purchase Agreement)**

El contrato PPA (Power Purchase Agreement) es un modelo de contratación donde un desarrollador privado financia, construye y opera una planta de generación de energía, y el cliente (en este caso, Disfarma) compra la electricidad generada a largo plazo. Este modelo es especialmente utilizado en proyectos de energías renovables como solar y eólica, ya que permite a las empresas acceder a energía limpia sin necesidad de realizar inversiones iniciales.

#### **Características Claves del PPA**

- Contrato de compra de energía a largo plazo: Normalmente de 10 a 25 años, asegurando estabilidad en costos.
- Sin inversión inicial: El desarrollador asume todos los costos de construcción y operación.
- Fijación de precio de la energía: Se acuerda un precio predecible con mecanismos de ajuste.
- Opción de compra: En algunos modelos, al final del contrato el cliente puede adquirir la planta de generación.

Dos modalidades principales:

On-Site PPA: La planta de generación se instala dentro de las instalaciones del cliente.

Off-Site PPA: La generación ocurre en una planta externa y se suministra a través de la red eléctrica.

#### **Ventajas del PPA**

✓ Sin necesidad de inversión inicial: Disfarma puede acceder a energía renovable sin destinar recursos propios.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

✓ Precios de energía predecibles: Se evita la volatilidad del mercado eléctrico.

✓ Reducción de costos operativos: La empresa se libera de los costos de mantenimiento y operación de la infraestructura.

✓ Cumplimiento de objetivos de sostenibilidad: Facilita la reducción de la huella de carbono sin inversiones directas.

✓ Menor riesgo financiero: Al no requerir financiamiento propio, se evitan impactos en la liquidez de la empresa.

### **Desventajas del PPA**

✗ Compromiso a largo plazo: Una vez firmado el contrato, Disfarma estaría obligada a comprar la energía por el tiempo acordado.

✗ Menos control sobre la generación: La operación de la planta depende del desarrollador, lo que limita la capacidad de ajustes por parte del cliente.

✗ Posibles costos adicionales por cambios regulatorios: Dependiendo del marco legal, podrían surgir ajustes en tarifas o condiciones del contrato.

✗ Dependencia del proveedor: Si el proveedor no cumple con la calidad del servicio, la empresa puede enfrentar problemas operativos.

### **5.5.3 Estado del Arte**

Ante los diversos fenómenos de cambio climático y calentamiento global, es crucial implementar procesos que favorezcan el cuidado del medio ambiente. Estas regulaciones se enfocan en gestionar de manera correcta y responsable el uso de la energía y en desarrollar nuevas tecnologías para reemplazar las fuentes convencionales como el carbón, el gas natural y el petróleo,

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA que generan gases de efecto invernadero y representan el 85% de la energía producida en Colombia (Mark & Delucchi, 2011). Entre estas tecnologías se encuentra la energía solar, una fuente con recursos ilimitados y amigable con el medio ambiente, que presenta, en comparación con otras fuentes no convencionales, un menor costo de inversión inicial, instalación y una mayor facilidad de penetración en el mercado local colombiano.

La evaluación de proyectos de energía fotovoltaica se basa en el potencial de la tecnología para entrar en el mercado local desde cuatro aspectos que se enumeran a continuación (Resch, y otros, 2008):

**a. Potencial Teórico**

La gran cantidad de horas en las que se observa el sol a su máxima irradiancia se debe principalmente a dos factores. El primer factor es la escasa presencia de terreno montañoso y escarpado, lo cual permite que las corrientes de viento provenientes del mar Caribe fluyan libremente a través de las planicies que conforman esta zona. Este fenómeno genera una baja probabilidad de percibir altas concentraciones de nubosidad durante el año. El segundo factor es la aridez de la zona. Al tener una vegetación baja en comparación con otras zonas del país, la humedad relativa que se percibe es menor y, por lo tanto, la probabilidad de observar precipitaciones durante el año se reduce considerablemente. Las zonas norte y occidente de Colombia son ideales para instalar no solo sistemas fotovoltaicos para usuarios particulares, sino también granjas solares para generación a gran escala. Teóricamente, en zonas del norte y el occidente del territorio colombiano, el sol genera un promedio de 5 a 6 horas diarias de irradiancia máxima al año (Unidad de Planeación Minero-Energética Colombiana, 2005). Como resultado, en estas zonas sería posible generar un total de 5 a 6  $kWh/m^2$ . Al comparar estas cifras con registros de ciudades como Portland y Chicago, las cuales poseen magnitudes promedio anuales de 3.5 y 3.9 horas respectivamente, se puede apreciar

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA que Colombia es un territorio óptimo para la instalación de sistemas fotovoltaicos (Dunlop, 2009).

La siguiente figura muestra los niveles de radiación que se perciben en el territorio colombiano y hace parte del atlas de radiación solar, ultravioleta y Ozono de Colombia.

En la figura 19 se representa la Irradiación Global recibida en Colombia 2018:

### Figura 19.

Mosaico de Irradiación Global recibida en Colombia 2018



Nota. Principales resultados de Radiación Global en Colombia 2018 (Expo solar Colombia 2019)

### b. Potencial Técnico

La producción de electricidad a través de la energía solar ha experimentado una evolución positiva durante los últimos 50 años. Desde la época de la carrera espacial entre Estados Unidos y la Unión Soviética, el desarrollo se ha centrado en la mejora de la eficiencia de conversión energética, que actualmente se sitúa en un promedio del 16% para las células solares de tipo policristalino y un 18% para las células de tipo monocristalino (Dunlop, 2009). Los avances que se están desarrollando en materiales como el Teluro de Cadmio, con una eficiencia del 22% lograda en 2015, y la

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA investigación en la fabricación de células solares de silicio existentes (Ali, y otros, 2016) demuestran la iniciativa de la industria por mejorar de manera continua.

### **c. Potencial de incursión a mediano plazo**

Los progresos en los procesos de fabricación de paneles solares están reduciendo gradualmente su precio de venta al público, lo que incentivará a los inversores del sector público y privado a implementar proyectos de este tipo en Colombia. Mientras que en 1977 el costo estimado del vatio instalado se valoraba en US\$76.67, para 2014 el costo disminuyó significativamente hasta los US\$0,36 (Bloomberg New Energy Finance, 2015). Se espera que para el año 2028 en Colombia se hayan instalado aproximadamente 239 MW, lo que en conjunto con las demás fuentes de energía no convencionales constituirá un 15% del total de la capacidad instalada en el territorio nacional (Unidad de Planeación Minero-Energética, 2015).

### **d. Potencial de realización**

El gobierno colombiano está en proceso de regular la implementación de fuentes de energía alternativas para proporcionar incentivos fiscales y económicos a las empresas y particulares que tienen la iniciativa de incluir proyectos de generación de energía en sus carteras de inversión (Radomes Jr. & Arango, 2015)

### **e. Leyes de Incentivación Económica y Tributaria**

Como se mencionó anteriormente, el potencial de realización se entiende como la iniciativa de las entidades públicas y gubernamentales para fomentar la introducción de tecnología en un mercado emergente a través de la regulación de leyes y beneficios que incentiven la inversión y el desarrollo de individuos y entidades privadas

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

Firmada el 13 de mayo de 2014, la Ley 1715 de 2014 tiene como objetivo “fomentar el desarrollo y el uso de las fuentes no convencionales de energía, principalmente las de carácter renovable, en el sistema energético nacional, a través de su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del suministro energético” (Congreso Nacional de Colombia, 2014).

Elaborada por la Unidad de Planeación Minero-Energética – UPME, el Ministerio Nacional de Minas y Energías, el Ministerio de Ambiente y el Consejo Regulatorio de Energía y Gas – CREG, la ley se compone de 46 artículos que declaran la entrada oficial de las fuentes no convencionales de energía en el portafolio del sector energético nacional. Además, ofrece los siguientes incentivos económicos y fiscales que motivarán la inversión privada y pública en proyectos que involucren fuentes como la energía solar, la energía eólica y la biomasa: • Rebaja en la renta de más del 50% del valor total de la inversión inicial para proyectos de autogeneración y cogeneración con fuentes de energía no convencionales (Artículo 11). • Exención del impuesto al valor agregado (I.V.A.) en equipos utilizados para el desarrollo e implementación de proyectos con fuentes no convencionales de energía (Artículo 12). • Exención del arancel de importación en equipos utilizados para el desarrollo de proyectos con fuentes no convencionales de energía (Artículo 13). • Depreciación acelerada al 20% anual en equipos utilizados para el desarrollo de proyectos con fuentes no convencionales de energía (Artículo 14). A través de estos artículos, el gobierno nacional colombiano tiene la capacidad de incentivar la competitividad económica de proyectos con energías renovables frente a aquellas fuentes convencionales que son perjudiciales para el medio ambiente y generan un impacto ambiental considerable como el petróleo, el gas natural y el carbón. (Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), Ministerio de Minas y

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA Energía, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, & Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG). (2023). *Decreto 2121 de 2023*. Gobierno de Colombia)

La incentivación gubernamental para proyectos de esta naturaleza es una práctica que en países como Estados Unidos, Alemania, España y Francia se implementó aproximadamente hace 15 años. Las políticas de mayor aplicación y mejor efectividad se muestran a continuación (Menanteau, Finon, & Lamy, 2003):

- **Feed-in tariffs:** Se conoce como la aplicación de una tarifa especial que subsidia al gobierno regente en el precio de kilovatio-hora. Esta tarifa permite al generador de la energía vender su producción a un costo mayor que las fuentes convencionales, el cual es subsidiado durante un periodo determinado o hasta que su capacidad instalada permita al generador competir sin subsidio alguno con las generadoras que utilizan fuentes convencionales. Dependiendo del nivel de incursión de la tecnología, el gobierno subsidiará su tarifa de venta al público en un mayor o menor porcentaje.
- **Procesos de Oferta Puntualizada:** Esta política, conocida en inglés como “Bidding Processes”, tiene como objetivo abrir los mercados donde los generadores de energías renovables puedan ofrecer y distribuir su energía. Consiste en la obligación por parte del gobierno para que ciertos sectores (principalmente aquellos que contribuyen con el calentamiento global) se abastezcan de energía proveniente de fuentes renovables como la energía solar y la energía eólica.
- **Certificados o Bonos verdes:** Los certificados verdes son mecanismos internacionales que tienen como objetivo incentivar a aquellas empresas que deben legalmente consumir un mínimo del 10% de su energía proveniente de fuentes renovables. Estas empresas al consumir un monto determinado de energía (generalmente un 1 MWh) tienen la posibilidad de adquirir el certificado expedido por el gobierno que les permite utilizarlo como un beneficio económico o como medio de inversión para proyectos en los que se involucre desarrollo sostenible y políticas internas de innovación enfocada en el cuidado del medio ambiente.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

Gracias a las políticas mencionadas anteriormente, países como Holanda han logrado que su suministro energético sea en la actualidad constituido a partir de fuentes como la energía solar fotovoltaica y la energía eólica on-shore y off-shore.

### **5.5.4 Modelos de análisis de factibilidad energética**

#### **a. Modelos multicriterio (AHP, TOPSIS, PROMETHEE)**

Estudios como los de Tulus et al. (2021) y Roselli et al. (2022) aplican modelos multicriterio jerárquicos que ponderan variables económicas, técnicas, ambientales y sociales. En el contexto de Disfarma, integrar estos modelos permitiría, por ejemplo, comparar EPC y PPA no solo en términos de retorno financiero, sino también en su impacto organizacional, flexibilidad de operación, alineación con políticas ESG (Environmental, Social and Governance), y percepción institucional.

Ejemplo: La opción EPC podría tener mayor puntaje en control del proyecto, pero menor en costo inicial, mientras que el PPA se valoraría más alto en accesibilidad financiera, pero más bajo en soberanía energética. La ponderación de estos factores mediante AHP-TOPSIS generaría un ranking de alternativas más completo.

#### **b. Modelos LCOE + LCA (Costo nivelado de energía + Ciclo de vida)**

Autores como García-Gusano et al. (2021) y Rodríguez-Gallegos et al. (2021) recomiendan calcular el LCOE para estimar el costo real por kWh generado, incluyendo mantenimiento, degradación de paneles, y beneficios fiscales. Combinado con el análisis de ciclo de vida (LCA), este enfoque permite evaluar impactos ambientales acumulativos, desde la fabricación de paneles hasta su disposición final.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA  
Relevancia para Disfarma: Si bien el estudio contempla emisiones evitadas de CO<sub>2</sub> y

beneficios tributarios, aplicar un modelo LCA fortalecería los argumentos ambientales ante stakeholders como entidades de salud, farmacéuticas asociadas o entidades de control estatal.

**c. Modelos de simulación financiera dinámica**

Estudios recientes como los de Khan et al. (2023) proponen modelos de simulación con escenarios múltiples (sensibilidad tarifaria, variabilidad solar, inflación, cambios regulatorios). En el contexto colombiano, donde los costos energéticos son volátiles y los incentivos fiscales están sujetos a reformas, un análisis dinámico permitiría prever contingencias y fortalecer la toma de decisiones estratégicas.

**5.5.5 Comparación metodológica: EPC vs. PPA desde la teoría de decisión**

Desde la perspectiva de la teoría de decisión aplicada a inversiones energéticas, el modelo EPC representa una estrategia de capital intensivo con control operativo, mientras que el PPA es una modalidad de outsourcing con bajo riesgo inicial, pero dependencia a largo plazo.

La literatura más reciente (Parida et al., 2022) sugiere que las PYMEs con alta capacidad financiera y visión de largo plazo tienden a elegir EPC, mientras que organizaciones más conservadoras o en sectores regulados optan por PPA para evitar comprometer capital de trabajo. En este sentido, el estudio de Disfarma gana valor al presentar ambos escenarios y permitir una elección basada en estrategia organizacional y horizonte de inversión.

# ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

## 6. Diseño Metodológico

### 6.1 Enfoque de la investigación

En este capítulo se exponen los métodos, técnicas, estrategias y procedimientos que los investigadores utilizaron para alcanzar los objetivos planteados en la investigación. Según Ballestrini (2002), el Marco Metodológico tiene como objetivo fundamental situar, en el lenguaje de la investigación, los métodos e instrumentos que se emplearán en el estudio. Esto incluye definir el tipo de investigación, el diseño, la población, la muestra y las técnicas de recolección de datos. De esta manera, se proporciona al lector una descripción detallada de cómo se llevará a cabo la investigación. Esta estructura proporciona una guía clara y coherente para desarrollar el estudio de manera lógica y rigurosa, garantizando la obtención de resultados válidos y relevantes para la toma de decisiones organizacionales. En este contexto, la figura N°20 presenta la estructura metodológica diseñada para el desarrollo de este estudio.

Este estudio de factibilidad energética para la implementación de un sistema fotovoltaico en el centro de distribución de Disfarma adopta un enfoque mixto secuencial y complementario, que combina métodos cuantitativos y cualitativos para capturar la complejidad multidimensional del fenómeno investigado. Esta elección metodológica obedece a la necesidad de evaluar, de manera integrada, tanto las condiciones técnicas y financieras del proyecto como los factores organizacionales, perceptivos y estratégicos que condicionan su viabilidad e implementación efectiva.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

Los diseños mixtos son especialmente pertinentes en estudios aplicados cuando se busca no solo medir resultados empíricos, sino comprender los procesos que los generan y los contextos que los condicionan. En ese sentido, el análisis cuantitativo proporciona evidencias objetivas sobre indicadores financieros (TIR, VPN, LCOE), consumo energético, y estimaciones de retorno de inversión bajo esquemas EPC y PPA, mientras que la dimensión cualitativa profundiza en aspectos como la disposición al cambio tecnológico, las percepciones de riesgo, las condiciones culturales organizacionales, y la experiencia institucional frente a proyectos de innovación.

La elección de un enfoque mixto responde a tres fundamentos principales:

- **Naturaleza compleja y transdisciplinaria del fenómeno:** La transición energética mediante tecnologías fotovoltaicas no constituye únicamente una decisión de inversión, sino que implica una transformación estructural que articula dimensiones tecnológicas, financieras, ambientales, organizacionales y culturales. Por tanto, requiere una mirada metodológica integradora que permita analizar el fenómeno desde múltiples perspectivas.
- **Complementariedad epistemológica:** Mientras que el enfoque cuantitativo aporta datos sólidos sobre consumo eléctrico, simulaciones de costos y beneficios económicos, el enfoque cualitativo revela factores menos visibles pero determinantes, como la cultura de innovación, el liderazgo institucional o las narrativas de sostenibilidad corporativa. Esta lógica de complementariedad permite ampliar la validez del estudio.
- **Finalidad aplicada y estratégica del estudio:** Al tratarse de una investigación orientada a la toma de decisiones empresariales reales, es esencial que los hallazgos sean no solo estadísticamente confiables, sino también contextualizados, comprensibles y útiles para los actores involucrados. La investigación aplicada, el conocimiento debe tener un propósito

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA práctico y orientador, especialmente cuando se trata de inversiones estratégicas de alto impacto.

La integración metodológica se realizó mediante un diseño mixto cuantitativo-cualitativo secuencial. En una primera fase, se desarrolló el análisis cuantitativo, que incluyó:

- Recopilación y análisis de datos históricos de consumo eléctrico del centro de distribución (años 2023 y 2024).
- Simulación financiera de los modelos EPC y PPA, utilizando indicadores como TIR (Tasa Interna de Retorno), VPN (Valor Presente Neto).
- Análisis de sensibilidad tarifaria y correlación entre consumo y variabilidad de precios de energía.
- Construcción de una matriz multicriterio para la comparación de escenarios.

En una segunda fase, se incorporó el componente cualitativo mediante:

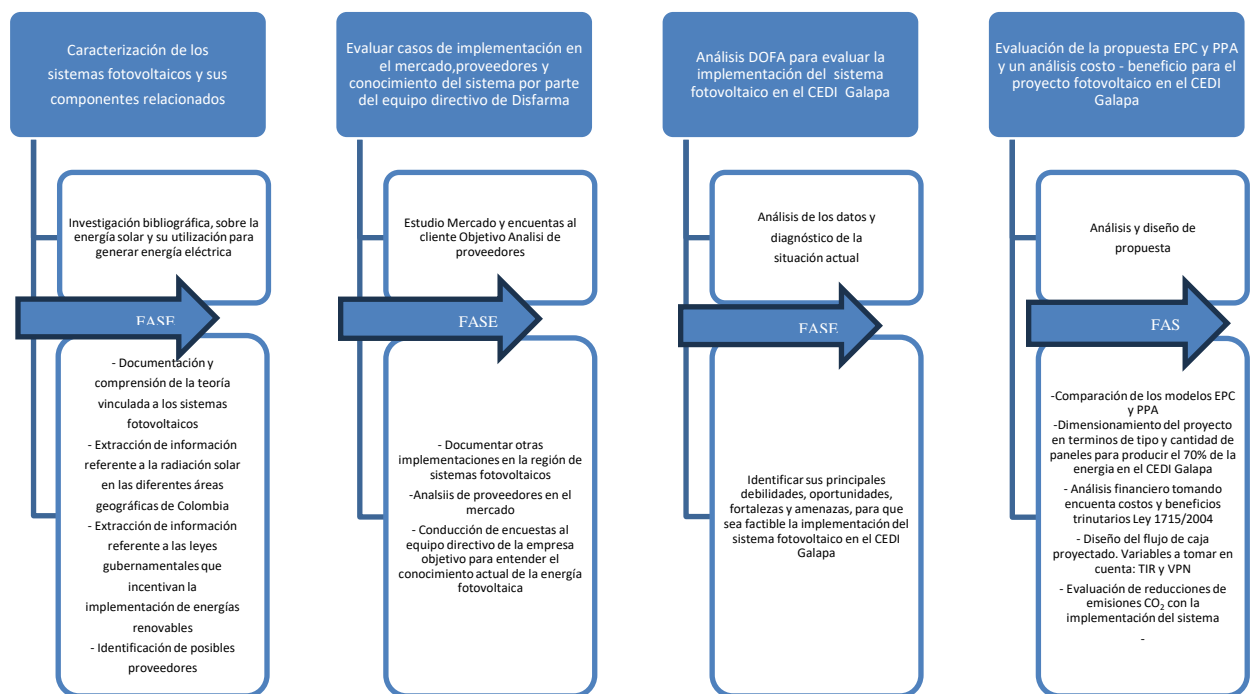
- Aplicación de encuestas estructuradas a 15 directivos y decisores clave de Disfarma, validadas mediante el índice V de Aiken para garantizar la validez de contenido.
- Entrevista semiestructurada con un experto del sector solar colombiano, cuya experiencia permitió incorporar aspectos prácticos y regulatorios no previstos inicialmente en los modelos financieros.
- Revisión documental y normativa del marco regulatorio vigente (Ley 1715 de 2014 y Decreto 2121 de 2023), además del análisis de literatura académica reciente sobre adopción de tecnologías limpias en empresas del sector salud

La estrategia de integración se apoyó en la triangulación metodológica. Por ejemplo, los beneficios tributarios modelados en el análisis financiero (artículos 11 a 14 de la Ley 1715) fueron interpretados a la luz de la experiencia cualitativa del experto consultado, quien advirtió sobre retos

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA operativos en la implementación del modelo PPA en empresas medianas. Asimismo, la percepción de los directivos sobre la alineación del proyecto con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 7 y 12) respaldó la coherencia entre el enfoque estratégico de la empresa y el impacto ambiental del proyecto. La adopción de un diseño mixto permitió superar las limitaciones de los enfoques tradicionales centrados exclusivamente en lo financiero. En el caso de Disfarma, integrar dimensiones cuantitativas y cualitativas posibilitó construir una visión sistémica y realista del proyecto fotovoltaico, abarcando desde la factibilidad técnica hasta la factibilidad cultural y estratégica. En consecuencia, se fortalece la validez externa, aplicabilidad práctica y pertinencia institucional de los resultados, habilitando a la organización para tomar decisiones informadas y sostenibles.

### Figura 20.

Estructura metodológica Fases para implementar el diseño metodológico del proyecto de sistema de energía fotovoltaica en el CEDI Galapa.



## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

Nota. Elaboración Propia

**Fase I:** Caracterización de los sistemas fotovoltaicos y sus componentes relacionados

Esta fase se basa en la recopilación de información teórica y técnica sobre los sistemas fotovoltaicos, su funcionamiento, eficiencia y aplicabilidad en distintos entornos. Se lleva a cabo a través de una investigación bibliográfica que abarca temas de energía solar, componentes del sistema, innovaciones tecnológicas y experiencias previas en la implementación de estos sistemas.

- Base teórica del estudio: Es esencial comprender los fundamentos técnicos para evaluar la viabilidad del proyecto en el CEDI Galapa.
- Identificación de alternativas tecnológicas: Permite analizar qué tipo de sistemas fotovoltaicos se ajustan mejor a las necesidades del centro de distribución.
- Consideración de experiencias previas: La documentación de casos anteriores ayuda a evitar errores comunes y aprovechar mejores prácticas en la implementación del sistema.
- Evaluación de proveedores: Se investigan opciones comerciales y proveedores de sistemas fotovoltaicos para determinar costos y beneficios de cada alternativa.


**Fase II:** Evaluar casos de implementación en el mercado, análisis de proveedores y conocimiento del sistema por parte del equipo directivo de Disfarma

Esta fase se divide en tres actividades principales:

1. Estudio de mercado para conocer la oferta de sistemas fotovoltaicos y su aplicabilidad en el sector logístico y de distribución.
2. Estudio de proveedores que presten el servicio y ofrezcan soluciones fotovoltaicas con el fin de comparar experiencia, modelos de contratación, tiempos de instalación, garantías y cobertura para seleccionar la opción más viable para el proyecto en Galapa. La selección

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

del proveedor adecuado es un factor clave para el éxito de la implementación de un sistema fotovoltaico en el centro de distribución de Disfarma en Galapa, Atlántico. Un análisis detallado de proveedores permite comparar experiencia, modelos de contratación, tiempos de instalación, garantías y cobertura geográfica, asegurando que la solución elegida sea técnicamente viable y financieramente sostenible.

Además, al evaluar distintos modelos de contratación como **EPC (Engineering, Procurement, and Construction)** y **PPA (Power Purchase Agreement)**, es posible determinar la mejor opción según las necesidades y capacidades de inversión de la empresa. Este análisis no solo optimiza la toma de decisiones, sino que también minimiza riesgos, asegurando que el proyecto cumpla con los estándares de calidad y eficiencia requeridos, incluye un cuadro comparativo con información clave sobre distintos proveedores en el mercado colombiano.(Anexo 2) 

Encuestas al equipo directivo de Disfarma para evaluar su nivel de conocimiento y percepción sobre la energía fotovoltaica.

- Referencia a experiencias previas: La documentación de otros proyectos en la región permite identificar modelos de éxito y errores que se deben evitar.
- Análisis del mercado: Permite conocer la disponibilidad de tecnología fotovoltaica, precios y tendencias de adopción en empresas similares.
- Evaluación de la receptividad empresarial: Determinar el nivel de conocimiento del equipo directivo es clave para diseñar estrategias de sensibilización y garantizar el apoyo organizacional.
- Reducción de incertidumbre: Un mayor conocimiento del sistema y sus beneficios facilita la toma de decisiones y la aceptación del proyecto dentro de la empresa.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

Como parte del proceso metodológico, se llevó a cabo una fase previa de análisis y validación de las preguntas de la encuesta, en la que expertos evaluaron la claridad, pertinencia y relevancia de cada ítem. Esta validación garantizó que las preguntas fueran comprensibles, adecuadas para medir las variables clave y alineadas con los objetivos del estudio. Una vez optimizada la encuesta, se procedió a su aplicación al equipo directivo de Disfarma, con el fin de obtener información precisa y significativa sobre su percepción y conocimiento sobre la energía fotovoltaica.

Los principales aspectos abordados en la encuesta incluyen:

- Experiencia previa y aprendizaje de casos similares: La documentación de proyectos fotovoltaicos en la región permite identificar buenas prácticas, desafíos comunes y estrategias exitosas aplicables a Disfarma.
- Análisis del mercado y viabilidad tecnológica: Evaluar la disponibilidad de tecnología, costos actuales y tendencias en la adopción de energía solar en empresas del sector facilita la planificación y comparación con casos de referencia.
- Grado de conocimiento y disposición al cambio: Comprender el nivel de familiaridad del equipo directivo con la energía fotovoltaica es esencial para diseñar estrategias de comunicaciones efectivas, minimizando resistencia al cambio e impulsando la aceptación del proyecto.
- Impacto en la toma de decisiones: Una mejor comprensión de los beneficios ambientales, económicos y operativos reduce la incertidumbre y facilita la toma de decisiones informadas, aumentando la probabilidad de éxito en la implementación del sistema.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

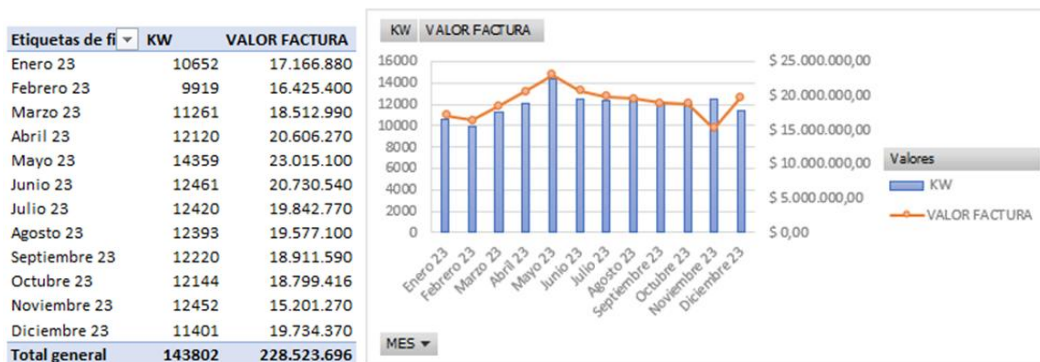
- Factores de inversión y retorno esperado: La percepción del equipo directivo sobre costos, incentivos y ahorros potenciales puede influir en la aprobación del proyecto y su integración en la estrategia empresarial de Disfarma.

### Caracterización energética Disfarma CEDI Galapa Atlántico

El presente informe tiene como objetivo analizar el comportamiento del consumo energético en las instalaciones de Disfarma CEDI GALAPA. Este estudio busca identificar diferentes patrones. Para ello, se han recopilado y analizado datos de consumo eléctrico en un período determinado, considerando factores como la demanda energética, el uso de equipos y sistemas de iluminación.

### Comportamiento de consumo energético año 2023

**Figura 21.** Comportamiento energético año 2023



Nota. Elaboración Propia

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### **Análisis del Consumo Energético en 2023**

Consumo Promedio: 11,983.5 kW/mes

Mes de Mayor Consumo: Mayo (14,359 kW)

Mes de Menor Consumo: Febrero (9,919 kW)

### **Tendencias y Variabilidad**

El consumo mensual en 2023 varió entre **9,919 kW (febrero, mínimo)** y **14,359 kW (mayo, máximo)**.

El consumo total acumulado en el año es de **143,802 kW**, con un promedio de **11,983.5 kW/mes**.

En la primera mitad del año, el consumo tuvo un crecimiento constante hasta mayo, seguido por una disminución y estabilidad en los meses siguientes.

### **Comparación con el Promedio**

#### **Meses con consumo superior al promedio anual:**

Mayo (14,359 kW)

Junio (12,461 kW)

Julio (12,420 kW)

Agosto (12,393 kW)

Noviembre (12,452 kW)

#### **Meses con consumo inferior al promedio:**

Enero (10,652 kW)

Febrero (9,919 kW)

Marzo (11,261 kW)

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA  
Abril (12,120 kW)

Septiembre (12,220 kW)

Octubre (12,144 kW)

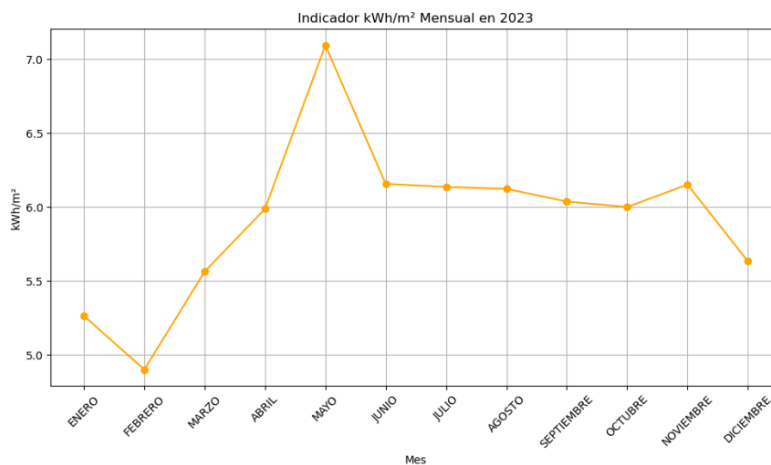
Diciembre (11,401 kW)

**Indicador de kWh/m<sup>2</sup> AÑO 2023**

Se realiza un análisis de los resultados por metro cuadrado con los datos de consumo energético para el año 2023 y una bodega de 2.024 m<sup>2</sup>. Aquí están los resultados detallados:

<b>Enero</b>	<b>5.264 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>Julio</b>	<b>6.137 kWh/m<sup>2</sup></b>
<b>Febrero</b>	<b>4.899 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>Agosto</b>	<b>6.123 kWh/m<sup>2</sup></b>
<b>Marzo</b>	<b>5.563 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>Septiembre</b>	<b>6.038 kWh/m<sup>2</sup></b>
<b>Abril</b>	<b>5.989 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>Octubre</b>	<b>6.002 kWh/m<sup>2</sup></b>
<b>Mayo</b>	<b>7.096 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>Noviembre</b>	<b>6.151 kWh/m<sup>2</sup></b>
<b>Junio</b>	<b>6.155 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>Diciembre</b>	<b>5.632 kWh/m<sup>2</sup></b>

**Figura 22.** Indicador kWh/m mensual en 2023



Nota. Elaboración Propia

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### Factor de Utilización 2023

Se realiza el análisis de la carga crítica o factor de utilización con los datos de consumo energético que proporcionaste para el año 2023. Aquí están los resultados:

Consumo Máximo: 14,359 kWh (en mayo)

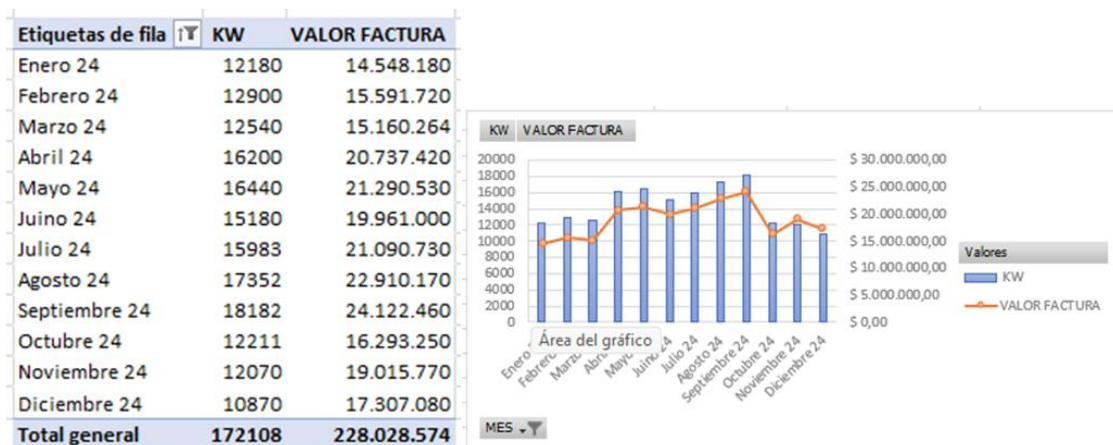
Consumo Promedio: 11,983.5 kWh

### Factor de Utilización: 0.835

El factor de utilización se calcula dividiendo el consumo promedio entre el consumo máximo. Un factor de utilización de 0.835 indica que, en promedio, el centro de distribución de Galapa utilizó el 83.5% de su capacidad máxima de consumo energético durante el año 2023.

### Comportamiento consumo energético año 2024

**Figura 23.** Comportamiento energético año 2024



Nota. Elaboración Propia

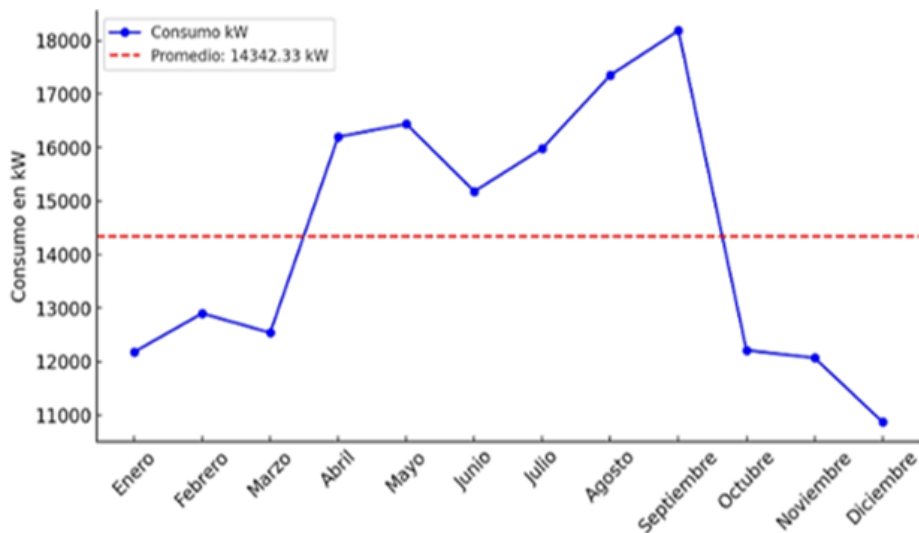
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA  
**Análisis del Consumo Energético en 2024**

**Consumo Promedio:** 14,342.33 kW/mes

**Mes de Mayor Consumo:** Septiembre (18,182 kW)

**Mes de Menor Consumo:** Diciembre (10,870 kW)

**Figura 24.** Análisis mensual del Consumo Energético en 2024



Nota. Elaboración Propia

### Tendencias y Variabilidad

El consumo energético presentó una clara tendencia al alza de abril a septiembre, alcanzando su punto máximo en **septiembre (18,182 kW)**.

El consumo promedio anual fue **14,342.33 kW/mes**

### Comparación con el Promedio

#### Meses con consumo superior al promedio:

Abril (16,200 kW)

Mayo (16,440 kW)

Junio (15,180 kW)

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

Julio (15,983 kW)

Agosto (17,352 kW)

Septiembre (18,182 kW)

**Meses con consumo inferior al promedio:**

Enero (12,180 kW)

Febrero (12,900 kW)

Marzo (12,540 kW)

Octubre (12,211 kW)

Noviembre (12,070 kW)

Diciembre (10,870 kW)

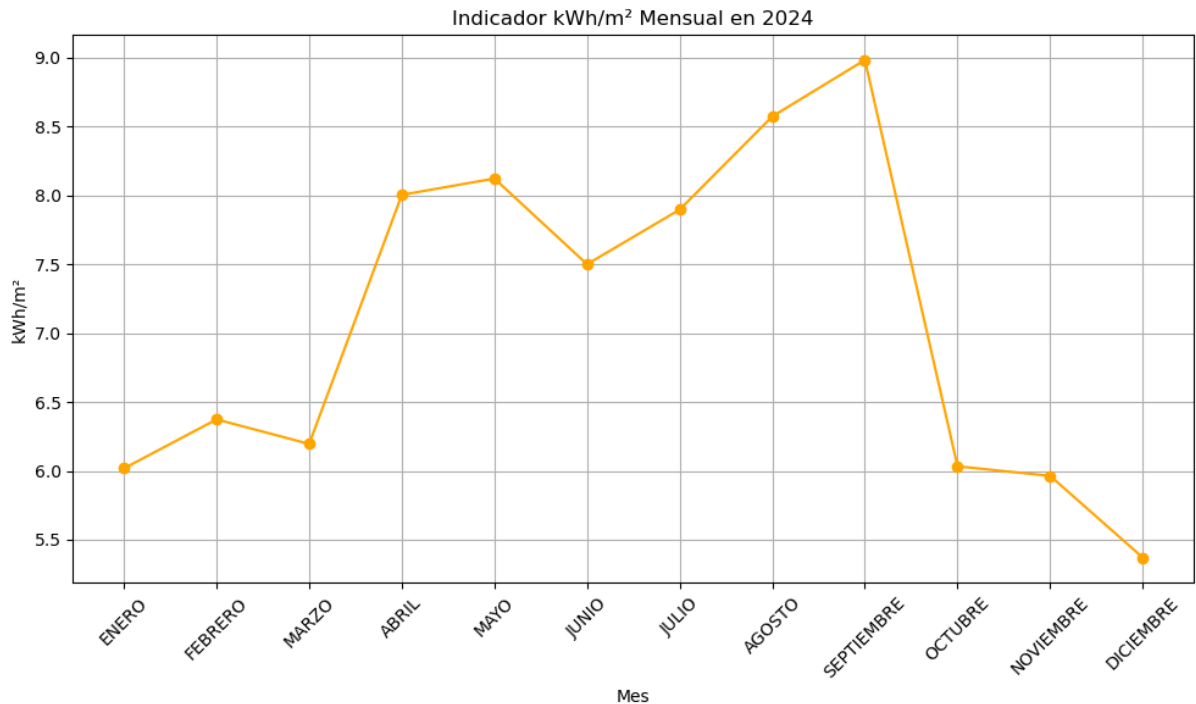
**Indicador de kWh/m<sup>2</sup> AÑO 2024**

Se realiza un análisis de los resultados por metro cuadrado con los datos de consumo energético para el año 2024 y una bodega de 2.024 m<sup>2</sup>. Aquí están los resultados detallados:

<b>Enero</b>	<b>6.018 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>Julio</b>	<b>7.897 kWh/m<sup>2</sup></b>
<b>Febrero</b>	<b>6.374 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>Agosto</b>	<b>8.573 kWh/m<sup>2</sup></b>
<b>Marzo</b>	<b>6.196 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>Septiembre</b>	<b>8.983 kWh/m<sup>2</sup></b>
<b>Abril</b>	<b>8.004 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>Octubre</b>	<b>6.033 kWh/m<sup>2</sup></b>
<b>Mayo</b>	<b>8.123 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>Noviembre</b>	<b>5.963 kWh/m<sup>2</sup></b>
<b>Junio</b>	<b>7.500 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>Diciembre</b>	<b>5.371 kWh/m<sup>2</sup></b>

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

**Figura 25.** Indicador kWh/m mensual en 2024



Nota. Elaboración Propia

**Factor de Utilización 2024**

Se realiza el análisis de la carga crítica o factor de utilización con los datos de consumo energético que proporcionaste para el año 2024. Aquí están los resultados:

Consumo Máximo: 18,182 kWh (en mayo)

Consumo Promedio: 14,342.33 kWh

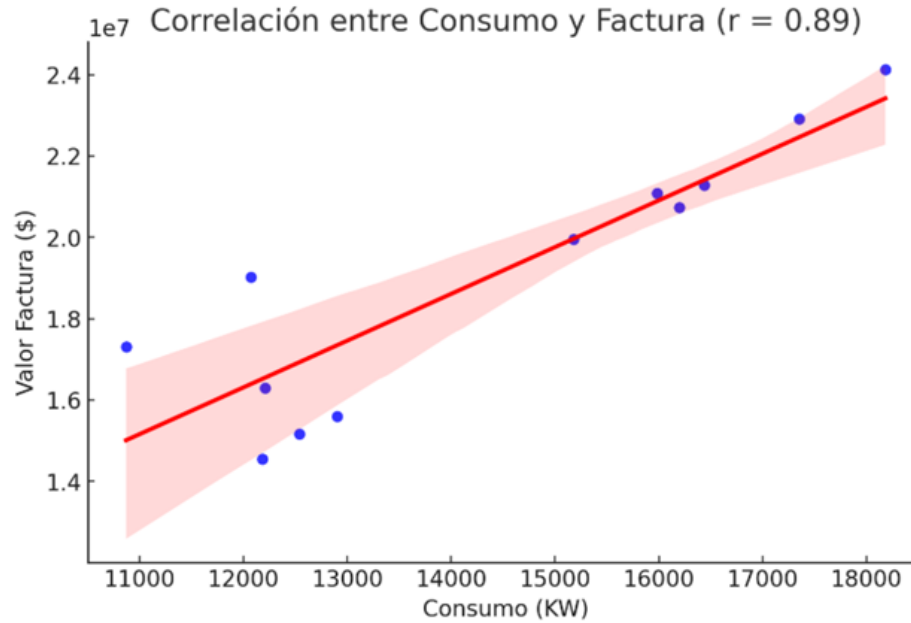
**Factor de Utilización: 0.789**

El factor de utilización se calcula dividiendo el consumo promedio entre el consumo máximo. Un factor de utilización de 0.835 indica que, en promedio, el centro de distribución de Galapa utilizó el 78.9% de su capacidad máxima de consumo energético durante el año 2024.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### Indicador de Correlación entre Consumo y Valor de la Factura

**Figura 26.** Correlación entre consumo y factura



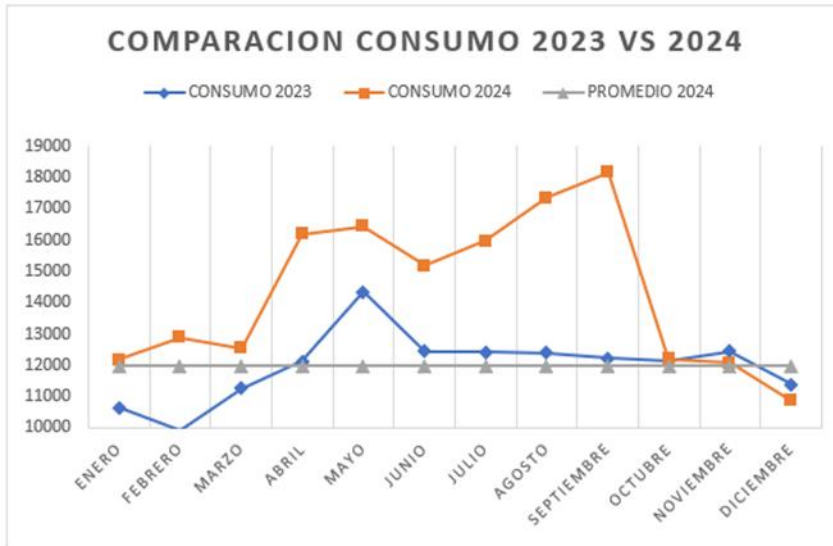
Nota. Elaboración Propia

Se encuentra una correlación de **0.89** entre el consumo de kW y el valor de la factura, lo que indica una relación **fuerte y positiva**: a mayor consumo, mayor costo.

La relación no es completamente lineal, lo que sugiere que pueden existir variaciones en las tarifas o cargos adicionales.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA  
**Comparativo de consumo energético entre los años 2023 y 2024**

**Figura 27.** Comparación consumo 2023 vs 2024



Nota. Elaboración Propia

El consumo total en **2024 (172,108 kW)** es un 16.4% mayor que en **2023 (143,802 kW)**

Los meses con **mayor impacto de consumo** en 2024 comparados con los meses de 2023 son:

**Septiembre (-5,962 kW)**

**Agosto (-4,959 kW)**

**Abril (-4,080 kW)**

Octubre, noviembre y diciembre presentan consumos similares entre ambos años.

Se puede concluir que se ha generado un aumento significativo del consumo, especialmente en los meses de mayor demanda en 2024.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### **Análisis de redes de parámetros eléctricos y demanda máxima Disfarma Galapa**

Como parte del análisis inicial del proyecto, se revisó el comportamiento energético del centro de distribución de Disfarma en Galapa con el objetivo de entender mejor cómo se está utilizando la energía actualmente y en qué momentos se presentan los mayores consumos. Esta revisión se basó en dos estudios técnicos realizados en diferentes momentos: uno en febrero de 2023 por la empresa SIA (Anexo 3), y otro en agosto de 2024 realizado por el equipo consultor.

Estos estudios permitieron observar cómo se comporta el consumo energético en las instalaciones, en especial en las bodegas 18 y 19, que son las áreas con mayor demanda. En lugar de enfocarse únicamente en aspectos técnicos complejos, el análisis buscó identificar:

Qué equipos consumen más energía.

Cuáles son los días y horas de mayor uso.

Si hay comportamientos irregulares o desequilibrios que puedan generar sobrecostos o ineficiencias.

La importancia de este ejercicio radica en que conocer estos patrones permite diseñar un sistema fotovoltaico a la medida de las necesidades reales del centro de distribución. Así se asegura que la solución propuesta no solo sea técnicamente viable, sino también económicamente eficiente, priorizando el abastecimiento energético en los momentos y zonas que más lo requieren.

#### **Análisis horarios con mayor consumo:**

Se observan variaciones periódicas en la potencia consumida, lo que indica que hay horarios específicos de mayor y menor consumo, teniendo picos altos en horarios de inicio 6:00 am, y horario de 4:00 pm a 9:00 pm.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

**Figura 28.** Tabla de momentos de consumo de potencia

MOMENTO	FRANJA HORARIA	POTENCIA ACTIVA PROMEDIO DÍA [kW]
1	12:00 am – 9:00 pm	12.67
3	4:00 pm – 12:00 am	21.58

Nota. Elaboración Propia

Esto sugiere que la operación de la bodega sigue un ciclo regular, posiblemente alineado con turnos de trabajo o procesos automatizados.

Se registran valores máximos cercanos a los **30 kva** en varios momentos, lo que sugiere actividad intensa en ciertos periodos del día.

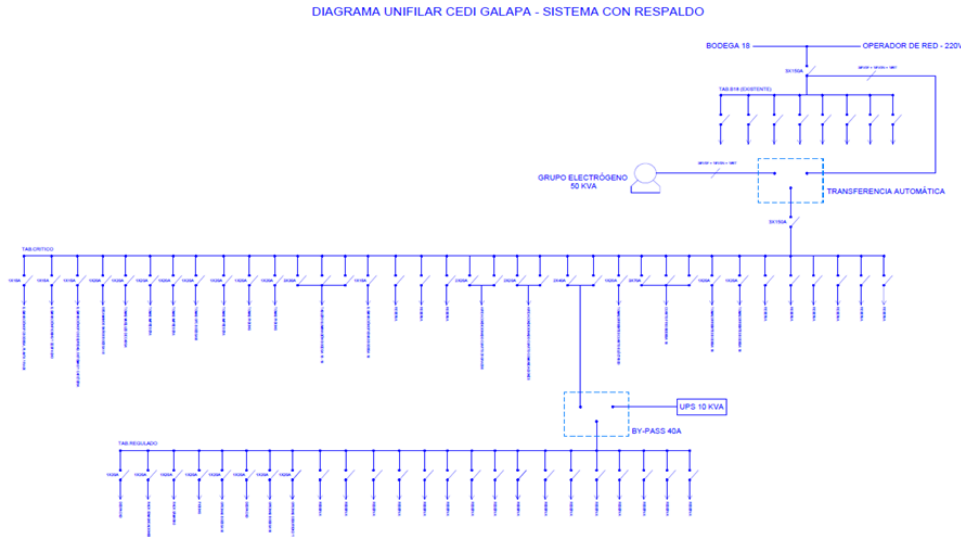
Se concluye que la POTENCIA DEMANDADA MAXIMA, entre el año 2023 la cual es **27,98 Kva**, en comparativa con el año 2024 cuya demanda es **30 kva** , ha incrementado

**Identificación de equipos de alto consumo:**

Para la identificación de estos equipos de alto consumo, nos basamos en diagrama unifilar del tablero de los circuitos principales

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

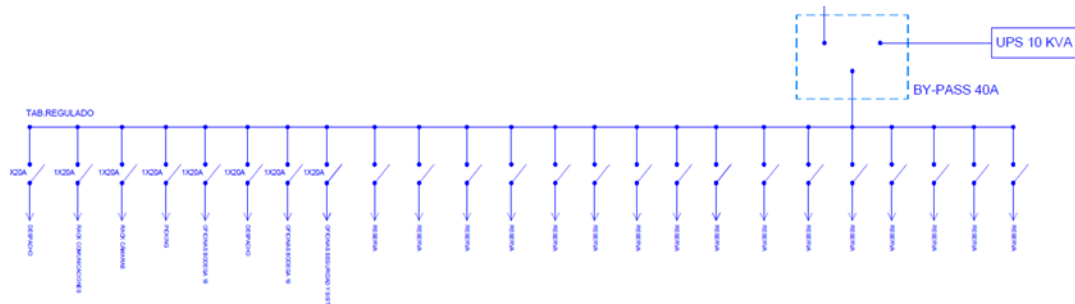
**Figura 29.** Diagrama unifilar CEDI Galapa- Sistema con respaldo



De acuerdo con lo anterior se puede identificar los equipos que requieren mayor demanda energética:

Red eléctrica regulada UPS 10 kva – 40 amp

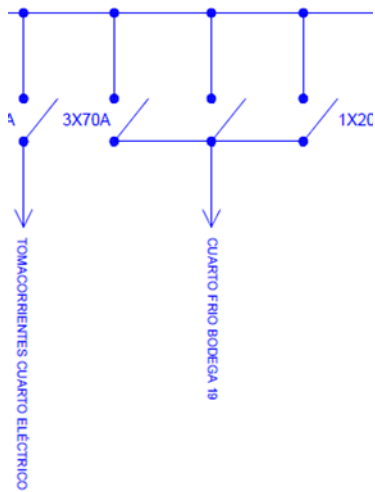
**Figura 30.** Demanda energética Red eléctrica UPS 10 Kva - 40 amp



Cuarto de congelación y cuarto frio -70 amp

**Figura 31.** Demanda energética Cuarto de congelación y cuarto frio

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA



Para elaborar las curvas de demanda de estos equipos a nuestro concepto es necesario realizar un muestreo de mediciones en sitio de consumo en un horizonte de tiempo más amplio al plazo de entrega de este informe, para de esta manera tener conclusiones que permitan tener cifras reales que permitan realizar las curvas de demanda

### **Análisis sobre parámetros eléctricos, demanda máxima, paneles e inversores**

#### **Parámetros Eléctricos y Demanda en el CEDI Galapa**

Con el apoyo de la Compañía SIA INDUSTRIAL, se realiza un estudio sobre los parámetros eléctricos y demanda máxima para las acometidas principales de las bodega 18 y 19 del parque Galapark ocupadas por la empresa Disfarma, en la ciudad de Galapa, este pretende establecer posibles desbalances que repercuten en las cargas allí conectadas, de otra parte el estudio busca medir los parámetros eléctricos básicos (frecuencia, voltaje de fase, voltaje entre fases, corriente, potencia, energía y factor de potencia), la distorsión armónica, flickero, forma de onda y los transitorios en este punto del sistema con el fin de establecer el desajuste que estos puedan tener respecto a la norma. La medición se hizo durante 1 día para cada bodega, los datos se tomaron con

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA un equipo analizador de redes trifásico marca AEMC 8333, con pinzas de corriente Ampflex y con capacidad para medir hasta el armónico 50. (Anexo 3)

Este estudio permitió concluir:

El voltaje de operación de la maquina está dentro de los rangos aceptados por la norma y cumple la especificación de funcionamiento de los equipos y aparatos usados dentro de la instalación

La existencia de cuartos fríos determina importantes picos de corriente por los arranques de compresores, sin embargo, en la potencia demandada instantánea el efecto es menos notorio y por eso la capacidad de la acometida esta por el orden del 52 %, sin embargo, se anota que los picos instantáneos son superiores a la protección de la acometida. Sin embargo, es factible dada la capacidad de los cables de alimentación de cambiar esta protección por una de 200 amperios y así alejar la posibilidad de un disparo por un arranque largo o simultaneo de máquinas.

La potencia demandada en la bodega 19 es del 42% y los picos de corrientes son menos fuertes que en la bodega 18 así que existe una posibilidad a futuro de usar esta capacidad.

### **Paneles Solares**

En la investigación se buscó información de proveedores de módulos solares policristalinos, considerando los siguientes criterios:

**primero**, que su calidad estuviera respaldada por certificaciones que garantizaran una vida útil superior a los 20 años

**segundo**, que el costo unitario ( $\$/W$ ) fuera competitivo en el mercado local.

Se investigo a tres de los principales productores de paneles solares policristalinos a nivel mundial: Yingli, Trina Solar y Sun Gold, de quienes se encontraron los datos y fichas técnicas de sus productos, así como sus respectivas certificaciones de calidad.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

Para la evaluación de los paneles, se tuvieron en cuenta tres aspectos: la eficiencia de sus células solares, el factor de llenado y la certificación que el fabricante ofrece para sus productos.

A continuación, se muestran los valores obtenidos de las fichas e información técnica entregada por los proveedores de las tres marcas además de los valores obtenidos a través las dos ecuaciones para una misma referencia de paneles con una potencia nominal de 250W

### Comparación de especificaciones técnicas paneles solares

	<b>TRINA</b>	<b>YINGLI</b>	<b>SUNGOLD</b>
Voltaje MPP	30,3	29,8	29,5
Corriente MPP	8,27	8,39	8,47
Eficiencia	15,3	15,4	17,1
Peso	18,6	18,5	18,5
Fill Factor	0,750	0,67	0,746
<b>Certificaciones</b>			
ISO 9001:15000	X	X	X
ISO 14001:2004	X	X	X
TÜV RHEILAND	X	X	X
Garantía (Año/Desempeño)	25/81%	25/80%	25/80%
Costo Unitario (\$US/W)	\$0,53	\$0,54	\$0,51

Fuente: Elaboración Propia

Al analizar la información técnica, se observa que la marca Trina, aunque tiene una menor eficiencia de conversión solar a energía eléctrica en comparación con los paneles de Yingli y Sun Gold (15.3% frente a 15.4% y 17.1% respectivamente), presenta el valor más alto en su factor de

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA llenado (Fill Factor). En términos de calidad, ofrece el mismo número de certificaciones que Yingli y una mayor cantidad de normativas certificadas que Sun Gold.

Por lo tanto, la elección se reduce a cuál de los tres paneles puede generar un mayor margen de ganancia sin comprometer la calidad ofrecida a los clientes, es decir, la mejor relación costo/beneficio. Como se puede apreciar, el costo unitario de los paneles Trina se encuentra en un punto intermedio respecto a sus competidores. Con solo una diferencia del 0.1% en eficiencia y una diferencia de \$US 0.01/W en comparación con Yingli, se elige Trina como el proveedor óptimo debido a su mayor potencial de operación (Fill Factor) y su precio competitivo frente a los demás proveedores.

### **Inversores**

Considerando que para el funcionamiento de un sistema fotovoltaico es esencial contar con un inversor, y que en el sector comercial e industrial las plantas solares tienen un amplio rango de capacidad (desde 10 kWp hasta 500 kWp de potencia nominal), es necesario seleccionar un inversor que cuente con certificaciones de operación y desempeño que aseguren una vida útil equivalente a la de los paneles solares. Estos sistemas de control regulan el voltaje y la corriente continua provenientes de los paneles solares para optimizar la máxima potencia entregable, independientemente del nivel de irradiación solar. Gracias a este controlador, los inversores de alta gama actualmente logran una eficiencia de conversión de corriente continua a corriente alterna superior al 95%.

Se contactó a tres marcas de inversores provenientes de tres países: Estados Unidos, Italia y China. Para realizar una comparación coherente, se seleccionaron tres modelos con capacidades similares.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

A continuación, se presentan las características proporcionadas por los proveedores:

**Figura 32.** Tabla Comparación de especificaciones técnicas inversores

	<b>ABB</b>	<b>YASKAWA</b>	<b>SATCON</b>
País Origen	Italia	EEUU	China
Referencia	Pro 33 TL	PVI 28tl	Powergate 30
Potencia	33 Kw	28Kw	30 Kw
Eficiencia	98,3%	98,5%	96%
Protección	NEMA 4X /ip65	NEMA 3R/ip44	NEMA 3R/ip44
Costo Unitario	\$0,26	\$0,22	\$0,19

Nota: Elaboración Propia

Con la comparación de las tres referencias, se puede realizar un análisis para seleccionar correctamente al proveedor potencial de los inversores. Como se observa en la tabla comparativa anterior, el proveedor que ofrece mayores garantías de desempeño a través de sus certificaciones es ABB. Aunque su costo unitario es superior al de Solectria y Satcon, ofrece protección NEMA 4X, lo que garantiza su integridad en condiciones climáticas adversas, y su eficiencia es superior al 98%, generando así menores pérdidas en la conversión de energía.

**Fase III:** Análisis DOFA para evaluar la implementación del sistema fotovoltaico en el CEDI Galapa

Esta fase consiste en un análisis de datos y diagnóstico de la situación actual del CEDI Galapa en términos de consumo energético, infraestructura disponible y políticas ambientales de la empresa. Se emplea la matriz DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas) para

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA evaluar los factores internos y externos que pueden influir en la implementación del sistema

fotovoltaico.

- **Identificación de fortalezas:** Determina qué recursos y capacidades tiene la empresa para adoptar la tecnología fotovoltaica.
- **Análisis de debilidades:** Evalúa los posibles obstáculos internos, como costos de inversión, capacitación del personal y mantenimiento del sistema.
- **Reconocimiento de oportunidades:** Examina incentivos gubernamentales, reducción de costos energéticos y beneficios ambientales como impulsores del proyecto.

**Evaluación de amenazas:** Considera factores externos como regulaciones, competencia, fluctuación de precios en equipos y mantenimiento del sistema

**Fase IV:** Evaluación de la propuesta EPC y PPA y un análisis costo-beneficio para el proyecto fotovoltaico en el CEDI Galapa

La transición hacia fuentes de energía renovables es un desafío estratégico para las empresas que buscan mejorar su competitividad y sostenibilidad (IEA, 2023). En este contexto, la selección de un modelo de contratación adecuado para la implementación de sistemas fotovoltaicos no solo impacta la estructura financiera de la empresa, sino también su capacidad operativa y su exposición a riesgos técnicos y regulatorios (IRENA, 2022).

Diversos estudios han demostrado que los modelos EPC (Engineering, Procurement, and Construction) y PPA (Power Purchase Agreement) representan enfoques complementarios con ventajas y desventajas específicas (González & Ramírez, 2021). Mientras que el modelo EPC permite un mayor control sobre el sistema y maximiza los beneficios fiscales, el modelo PPA facilita la adopción de energías renovables sin requerir una inversión inicial significativa (World Bank,

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA 2020). La decisión entre estos modelos debe basarse en un análisis integral que considere tanto

criterios técnicos como financieros, evitando depender exclusivamente de recomendaciones expertas sin una evaluación cuantificable.

Para enriquecer el análisis y como primera medida se realizó una consulta con un empresario experto en la implementación de sistemas fotovoltaicos, quien compartió su experiencia en la selección del modelo de contratación, así como otros aspectos clave en la implementación y recomendaciones a futuro. Esta estrategia permitió contrastar la información teórica con experiencias reales del sector, identificando los desafíos operativos y financieros que enfrentan las empresas en la adopción de energías renovables. La perspectiva del experto ayudó a contextualizar las implicaciones prácticas de cada modelo de contratación, proporcionando una visión más amplia sobre los factores clave a considerar en la toma de decisiones.

Como segundo paso y para garantizar un proceso de selección objetivo y alineado con los objetivos estratégicos de Disfarma se ha diseñado una Matriz Multicriterio de Evaluación Técnica-Financiera, la cual pondera factores clave como costos, riesgos, beneficios fiscales y flexibilidad financiera. Esta metodología permite una comparación estructurada y transparente entre ambas alternativas, facilitando la toma de decisiones informadas y sustentadas en datos.

➤ **Consulta Experto en implementación de sistemas fotovoltaicos**

Para esta fase se realizaron entonces los siguientes pasos:

- Revisión bibliográfica: Exploración de estudios previos, normativa vigente y experiencias de empresas en la implementación de sistemas solares.
- Entrevista con un empresario experto: Recopilación de conocimientos sobre los modelos de contratación, desafíos de implementación y mejores prácticas.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

- Análisis comparativo de costos y beneficios: Evaluación financiera y operativa de ambos modelos.
- Evaluación de riesgos y sostenibilidad: Identificación de posibles desafíos en la implementación de cada modelo y su impacto en Disfarma.
- Asesoría con un Experto en Implementación de Paneles Solares

Para comprender mejor las implicaciones de cada modelo de contratación y los retos en la implementación, se consultó a Luis Ramírez, director de operaciones de una empresa Agroindustria Sostenible S.A.S que recientemente instaló un sistema fotovoltaico de 1.5 MW en su centro logístico.

### Experiencia y trayectoria:

- Ha liderado la implementación de prácticas sostenibles en el sector agroindustrial, incluyendo sistemas de riego eficiente y uso de energías renovables.
- Especialista en estructuración de contratos EPC y PPA, con enfoque en reducción de costos operativos y sostenibilidad a largo plazo.
- Ha asesorado a diversas empresas en la transición hacia modelos de producción más ecológicos y eficientes.

### Experiencia en Norte de Santander:

Uno de los proyectos más destacados de Agroindustria Sostenible S.A.S. fue la instalación de un parque solar en un municipio de Norte de Santander, con el objetivo de reducir costos energéticos y mejorar la sostenibilidad en la producción agrícola. Implementaron un modelo PPA con un proveedor de energía renovable, logrando un ahorro energético del 35% en la factura de electricidad en el primer año de operación. Además, el proyecto generó empleo local durante su construcción y

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA permitió la capacitación de agricultores en el uso de energías limpias, beneficiando tanto a la empresa como a la comunidad

**Figura 33.** Paneles Solares Agroindustria Sostenible S.A.S



#### Retos en la Implementación del Proyecto

Más allá de la contratación, Ramírez destacó los siguientes desafíos en la ejecución del proyecto:

- **Análisis del consumo eléctrico:** Antes de la implementación, se deben estudiar los patrones de consumo para determinar la capacidad ideal del sistema.
- **Regulaciones y permisos:** Dependiendo de la ubicación, pueden existir barreras regulatorias que retrasen la puesta en marcha del proyecto.
- **Condiciones estructurales:** Es fundamental evaluar si la infraestructura puede soportar la instalación de los paneles.
- **Garantías y soporte técnico:** Es recomendable negociar con proveedores que ofrezcan garantías extendidas y asistencia en caso de fallas.

#### Recomendaciones para Disfarma

Basado en su experiencia, el experto sugiere que Disfarma:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

- Evalúe múltiples proveedores antes de firmar un contrato, comparando ofertas y condiciones.
- Considere un PPA con opción de compra futura, permitiendo adquirir el sistema tras un período determinado.
- Implemente un monitoreo continuo para evaluar el desempeño del sistema y garantizar su eficiencia.

**Figura 34.** Factores Clave en la Selección del Modelo para Disfarma

Criterio	EPC	PPA
Inversión inicial	Alta	Cero
Ahorro a largo plazo	Alto	Medio
Mantenimiento	A cargo de Disfarma	A cargo del proveedor
Control del sistema	Total	Limitado al contrato
Beneficio fiscal	Aplicable	No aplicable
Plazo de contrato	No aplica	10-25 años

**Nota: Elaboración Propia**

**Conclusión y Elección del Modelo para Disfarma**

Tras el análisis de ambos modelos y considerando los objetivos financieros y operativos de Disfarma, el empresario recomienda optar por el modelo PPA, dado que:

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

- Disfarma podrá beneficiarse de una reducción inmediata en costos energéticos sin afectar su capital de trabajo.
- La gestión y mantenimiento del sistema quedará en manos de un experto, eliminando riesgos técnicos y de operación.
- Se obtiene una tarifa estable y predecible, reduciendo la exposición a incrementos en la tarifa eléctrica convencional.

Además, gracias a la asesoría del experto consultado, se identificaron factores clave que Disfarma debe considerar en la implementación del proyecto, asegurando su éxito a largo plazo.

### Relevancia para el Diseño Metodológico del Trabajo

- Comparación objetiva de los modelos: Se deben analizar no solo los aspectos financieros, sino también la flexibilidad operativa y los impactos a largo plazo
- Factores clave en la selección: No solo el costo inicial, sino la estrategia de sostenibilidad de la empresa y su capacidad para gestionar activos energéticos.
- Estudio de caso: Incluir experiencias reales de empresas con cada modelo ayuda a reforzar la aplicabilidad del análisis

Como lo comentamos al inicio de este apartado, otra de las estrategias para nutrir este análisis fue la generación de una matriz multicriterio la cual presentaremos a continuación

### ➤ **Matriz Multicriterio de Evaluación Técnica-Financiera**

#### Supuestos Clave para la Evaluación

1. Consumo Energético: el ultimo consumo del CEDI Galapa es de 172.108 KWh/año 2024.
2. Tarifa Eléctrica: Se asume una tarifa promedio de \$1.589/kWh con un incremento anual del 6,90%.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### 3. Costo de Inversión:

- EPC: Inversión inicial de \$577.757.078 Millones de pesos
- PPA: Sin inversión inicial.

### 4. Duración del Proyecto:

- EPC: Vida útil de 25 años con mantenimiento interno.
- PPA: Contrato de 15 años con opción de compra.

### 5. Mantenimiento y Operación:

- EPC: Disfarma asume costos y gestión del sistema.
- PPA: El proveedor asume mantenimiento.

### 6. Beneficios Fiscales:

- EPC: Aplican incentivos tributarios por energías renovables.
- PPA: No aplican beneficios fiscales directos para Disfarma.

### 7. Costo de Capital: Se estima una tasa de descuento del 10% para evaluar el valor presente neto (VPN)

## **Criterios de Evaluación y Justificación de Puntajes**

### 1. Inversión Inicial

- Escala: 1 = Muy alta inversión, 5 = Sin inversión inicial.
- EPC (2 puntos): Requiere una inversión inicial alta (\$577.757.078 millones), lo que impacta la liquidez de la empresa.
- PPA (5 puntos): No requiere inversión inicial, maximizando la disponibilidad de capital.

### 2. Costo Total del Proyecto

- Escala: 1 = Alto costo total, 5 = Bajo costo total.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

- EPC (4 puntos): Requiere inversión inicial alta, pero tiene menores costos operativos a largo plazo.
  - PPA (3 puntos): No requiere inversión inicial, pero la tarifa puede ser mayor en el tiempo.
3. Ahorro a Largo Plazo
- Escala: 1 = Bajo ahorro, 5 = Alto ahorro.
  - EPC (5 puntos): Mayor ahorro porque Disfarma es dueña del sistema.
  - PPA (3 puntos): Ahorro moderado, pero sujeto a la tarifa del proveedor.
4. Riesgo Técnico y Operación
- Escala: 1 = Alto riesgo para la empresa, 5 = Bajo riesgo para la empresa.
  - EPC (3 puntos): Disfarma asume riesgos técnicos y operativos.
  - PPA (5 puntos): Riesgos asumidos por el proveedor.
5. Control del Sistema
- Escala: 1 = Sin control, 5 = Control total.
  - EPC (5 puntos): Disfarma tiene control absoluto sobre el sistema.
  - PPA (3 puntos): Control limitado, sujeto a contrato.
6. Beneficio Fiscal
- Escala: 1 = No aplica, 5 = Beneficios fiscales máximos.
  - EPC (5 puntos): Aplica beneficios tributarios por energías renovables.
  - PPA (2 puntos): No aplica beneficios fiscales directos.
7. Flexibilidad Financiera
- Escala: 1 = Muy baja flexibilidad, 5 = Alta flexibilidad.
  - EPC (3 puntos): Alta inversión reduce flexibilidad, pero se gana control.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

- PPA (5 puntos): No hay inversión inicial, lo que permite flexibilidad financiera.

**Figura 35. Tabulación criterios de evaluación sistemas fotovoltaicos**

<b>Criterio</b>	<b>Peso (%)</b>	<b>EPC (Puntaje)</b>	<b>PPA (Puntaje)</b>
Inversión inicial	20%	2	5
Costo total del proyecto	20%	4	3
Ahorro a largo plazo	15%	5	3
Riesgo técnico y operación	15%	3	5
Control del sistema	10%	5	3
Beneficio fiscal	10%	5	2
Flexibilidad financiera	10%	3	5
<b>TOTAL PONDERADO</b>	<b>100%</b>	<b>3.85</b>	<b>3.85</b>

El modelo EPC y el modelo PPA obtienen un puntaje equivalente (3.85), lo que indica que la selección final depende de las prioridades de Disfarma. Si se prioriza la independencia y beneficios fiscales, EPC es la mejor opción. Si se busca evitar una inversión inicial y garantizar estabilidad operativa, PPA es más conveniente.

Para buscar una ventaja más significativa de alguno de los dos modelos, se ha desarrollado un análisis financiero comparativo entre los dos esquemas de contratación disponibles: adquisición directa del sistema (EPC) versus contrato bajo modalidad de energía como servicio (leasing o PPA). Este análisis permite cuantificar el impacto en el flujo de caja proyectado, estimar el retorno de la inversión (ROI) en cada caso y considerar los beneficios tributarios otorgados por la Ley 1715 de 2014, que representan un incentivo clave en la reducción de los costos netos del proyecto.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA  
La Ley 1715 de 2014 en Colombia establece incentivos tributarios para fomentar el

desarrollo y uso de fuentes no convencionales de energía, como la solar fotovoltaica. Los principales incentivos tributarios vigentes para quienes implementen paneles solares:

**a. Deducción del Impuesto sobre la Renta (Artículo 11):**

- Beneficio: Puedes deducir hasta el 50% de la inversión total realizada en proyectos de energías renovables.
- Plazo: Esta deducción se puede aplicar durante un período de 15 años.
- Condición: La deducción no puede exceder el 50% de la renta líquida del año.

**b. Exclusión de IVA (Artículo 12):**

- Beneficio: Los equipos, elementos, maquinaria y servicios para proyectos de energía renovable están exentos del IVA (19%).
- Ejemplo: Paneles solares, inversores, estructuras, sistemas de monitoreo, instalación, etc.

**c. Exención de aranceles (Artículo 13):**

- Beneficio: Cero aranceles para la importación de maquinaria, equipos e insumos utilizados en proyectos de energías renovables.

**d. Depreciación acelerada (Artículo 14):**

- Beneficio: Puedes depreciar los activos utilizados en estos proyectos en un tiempo mínimo de 5 años, lo que reduce el base gravable más rápido.

Pasos para acceder a estos beneficios:

1. Certificación del proyecto por parte de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME).
2. Cumplimiento de requisitos técnicos y legales.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

3. Presentar la solicitud ante la DIAN para efectos tributarios, una vez aprobada por la UPME.

### **Puntos establecidos en el análisis financiero de la proyección del flujo de caja para EPC**

Para una proyección realista de los ahorros generados por el autoconsumo de energía, se tomó como base el precio actual del kWh, ajustado anualmente con una inflación energética del 6.9%, en línea con el comportamiento histórico del sector energético en Colombia. Adicionalmente, se utilizó una tasa de crecimiento del 5% anual en la demanda energética del centro de distribución, justificada por el incremento sostenido en las operaciones logísticas, el aumento de la capacidad instalada y la expansión del portafolio de productos. Esta proyección busca reflejar de manera prudente y fundamentada las condiciones de crecimiento operativo esperadas.

#### Incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014

Como se explicó en el marco teórico, la Ley 1715 del 2014 se implementó con el objetivo de que los proyectos donde se utilicen equipos y tecnologías renovables posean descuentos e incentivos que incrementen la competitividad de dichos proyectos frente a las fuentes convencionales de energía. Los siguientes dos artículos de la ley influyen sobre el flujo de caja del proyecto:

El artículo 11 de la ley 1715 de 2014 afecta de manera significativa el flujo de caja de un proyecto solar ya que genera sobre la inversión inicial un descuento del 50% el cual es aplicado a la renta del cliente y que podrá ser descontado del segundo al quinto año del proyecto. En el caso del proyecto modelo para la evaluación, el descuento equivale a \$COP 288.878.539

El artículo 14 nos indica que para aquellos equipos que se implementen en proyectos de generación energética utilizando fuentes de energía renovable no convencional, se les aplicará el beneficio de depreciarse aceleradamente en un periodo de 5 años y no 10 años como lo estipula el estatuto tributario nacional colombiano. La depreciación de los activos de una persona jurídica no influye directamente sobre el flujo de caja del proyecto sino sobre la utilidad generada por la

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA empresa. El efecto se da al disminuirse la carga impositiva que debe asumir dicha persona jurídica por cuanto se reduce la base gravable sobre la cual debe tributar.

Los equipos utilizados para este proyecto tienen un costo equivalente a COP\$ \$577.757.078

Si los equipos se depreciaran según el estatuto tributario a 10 años la carga impositiva adicionada al balance es:

$$577.757.078 / 10 \text{ años} = \$57.775.707/\text{año}$$

Ya que la depreciación es acelerada, la carga impositiva en este caso es:

$$\$577.757.078 / 5 \text{ años} = \$115.551.415 / \text{año}$$

La diferencia entre las dos cargas impositivas multiplicada por la tasa tributaria del 35% (siempre que la persona jurídica genere un balance positivo en el periodo evaluado) equivaldrá al descuento anual agregado al flujo de caja del proyecto:  $(\$115.551.415 - \$57.775.707) * 35\% =$   
 \$20.221.497

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

**Figura 36. Flujo de Caja proyectado sistema EPC**

FLUJO DE CAJA	Tasa Crecimiento 5%					
	Inflación 6,90%					
	0	1	2	3	4	5
Precio KWH Año (COP)	\$ 1.699	\$ 1.816	\$ 1.942	\$ 2.076	\$ 2.219	\$ 2.372
Desempeño 70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%
Consumo KW/h Año	180.713	189.749	199.236	209.198	219.658	230.641
Valor a Pagar Año		\$ 344.627.380	\$ 386.827.003	\$ 434.193.970	\$ 487.361.021	\$ 547.038.378
Ahorro Anual con Paneles	\$ -	-\$ 241.239.166	-\$ 270.778.902	-\$ 303.935.779	-\$ 341.152.715	-\$ 382.926.865
Capex	-\$ 577.757.078					
Incentivo Renta Ley 1715 50% IT		96.292.846	96.292.846	96.292.846		
Ley 1715 Depreciacion acelerada activos 20%		20.221.498	20.221.498	20.221.498	20.221.498	20.221.498
Incentivo Renta Ley 1715						
Flujo de caja operativo	-\$ 577.757.078	\$ 357.753.510	\$ 291.000.400	\$ 324.157.276	\$ 361.374.213	\$ 403.148.362
Flujo de Caja Acumulado	-\$ 577.757.078	-\$ 220.003.568	\$ 70.996.832	\$ 395.154.109	\$ 756.528.321	\$ 1.159.676.684

### Indicadores financieros PPA

Este informe presenta un análisis detallado del flujo de caja para un sistema solar fotovoltaico bajo el modelo PPA (Power Purchase Agreement), basado en un escenario proyectado a 10 años con tasas de crecimiento de tarifa y consideraciones de desempeño técnico. El modelo PPA implica que el proveedor asume la inversión y operación del sistema, mientras el cliente paga por la energía generada a una tarifa previamente pactada, más baja que la tarifa convencional.

#### 1. Supuestos Base

- Tasa de crecimiento anual del precio por kWh: 5%
- Inflación anual estimada: 6,90%
- Desempeño del sistema: 70%
- Consumo proyectado: entre 180.713 y 230.641 kWh/año
- Periodo de análisis: 10 años

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA  
- Sin incentivos fiscales aplicables al cliente bajo modelo PPA

- OPEX considerado como gasto operativo deducible

## 2. Análisis del Flujo de Caja

El flujo de caja muestra que durante los 10 años de operación, el cliente realiza pagos anuales por el consumo de energía solar a tarifas pactadas, empezando desde \$344.627.380 COP hasta \$763.671.041 COP en el año 10. Estos pagos son inferiores a los costos energéticos convencionales, lo que genera un ahorro acumulado estimado en \$1.666.885.266 COP.

El ahorro neto anual (diferencia entre el costo evitado y el pago al proveedor) comienza en aproximadamente \$103 millones en el año 1 y se incrementa gradualmente hasta \$229 millones en el año 10. Este ahorro, aunque menor al obtenido bajo un modelo EPC, es inmediato y no requiere inversión inicial.

**Figura 37. Flujo de Caja proyectado sistema PPA**

	Tasa Crecimi 5%											
	Inflación 6,90%											
FLUJO DE CAJA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
Precio KWh Año (COP)	\$ 1.699	\$ 1.816	\$ 1.942	\$ 2.076	\$ 2.219	\$ 2.372	\$ 2.535	\$ 2.710	\$ 2.897	\$ 3.097	\$ 3.311	
Desempeño 70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	
Consumo KWh/Año	180.713	189.749	199.236	209.198	219.658	230.641	230.641	230.641	230.641	230.641	230.641	
Valor a Pagar Año	\$	\$ 344.627.380	\$ 386.827.003	\$ 434.193.970	\$ 487.361.021	\$ 547.038.378	\$ 584.784.026	\$ 625.134.124	\$ 668.268.379	\$ 714.378.897	\$ 763.671.041	\$ 5.556.284.219
Ahorro Anual con Paneles	\$ -	\$ -241.239.166	\$ -270.778.902	\$ -303.935.779	\$ -341.152.715	\$ -382.926.865	\$ -409.348.818	\$ -437.593.887	\$ -467.787.865	\$ -500.065.228	\$ -534.569.728	\$ -3.889.398.953
Estmado de ahorro	\$ -	103.388.214	116.048.101	130.258.191	146.208.306	164.111.513	175.435.208	187.540.237	200.480.514	214.313.669	229.101.312	\$ 1.666.885.266
OpeX		51.694.107	58.024.050	65.129.095	73.104.153	82.055.757	87.717.604	93.770.119	100.240.257	107.156.835	114.550.656	\$ 833.442.633
Incentivo Renta Ley 1715 50% IT		0	0	0								
Ley 1715 Depreciacion acelerada activos 20%		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Depreciacion lineal		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Flujo de caja operativo	\$ -	\$ 51.694.107	\$ 58.024.050	\$ 65.129.095	\$ 73.104.153	\$ 82.055.757	\$ 87.717.604	\$ 93.770.119	\$ 100.240.257	\$ 107.156.835	\$ 114.550.656	
Flujo de Caja Acumulado	\$ -	\$ 51.694.107	\$ 109.718.158	\$ 174.847.253	\$ 247.951.406	\$ 330.007.163	\$ 417.724.767	\$ 511.494.885	\$ 611.735.142	\$ 718.891.977	\$ 833.442.633	

## Análisis de Cierre:

Con estos elementos, el modelo financiero no solo permite comparar el impacto económico entre ambas opciones, sino también destacar la atractividad del proyecto en términos de rentabilidad,

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA apalancado en los beneficios tributarios que mejoran el flujo neto y aceleran el retorno del capital invertido.

Es importante destacar que la empresa cuenta con la capacidad financiera suficiente para asumir la inversión con recursos propios, sin recurrir a fuentes externas de financiación. Esto representa una ventaja significativa al eliminar el costo financiero asociado al pago de intereses, conocido como costo de capital de terceros, lo que mejora la rentabilidad neta del proyecto desde el primer año.

**Recomendación expertos:**

El análisis desarrollado, que combinó la entrevista a un experto del sector con una matriz multicriterio y un análisis financiero, permitió evaluar de forma integral los modelos de contratación EPC y PPA para la implementación de un sistema fotovoltaico en el centro de distribución de Disfarma en Galapa.

La entrevista con el experto aportó una visión práctica, centrada en experiencias reales de implementación, destacando factores críticos como la logística regional, la gestión operativa del sistema y la relevancia de los incentivos fiscales. Este enfoque cualitativo permitió identificar barreras y estrategias clave desde una perspectiva aplicada.

Por su parte, la matriz multicriterio ofreció una evaluación estructurada que ponderó variables técnicas, económicas y estratégicas, permitiendo una comparación objetiva entre ambos modelos. Este ejercicio evidenció que, aunque el modelo PPA representa una opción atractiva por su bajo compromiso inicial de inversión y mayor flexibilidad financiera, sus beneficios se diluyen en el largo plazo, especialmente al considerar los costos acumulados y la dependencia de un tercero para la operación del sistema.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

El modelo EPC, en contraste, mostró una mayor solidez financiera en escenarios proyectados. La simulación de flujo de caja y el análisis de rentabilidad revelaron que la inversión inicial en EPC puede ser recuperada en un horizonte de 2 a 3 años, impulsada principalmente por el ahorro estimado del 70 % en la factura energética mensual, sumado a los beneficios tributarios que ofrece la Ley 1715 en Colombia (Incentivos de renta y depreciación acelerada). Estos factores hacen que el retorno sobre la inversión (ROI) sea significativamente superior al del modelo PPA.

Por tanto, se concluye que el modelo EPC representa la alternativa más adecuada para Disfarma, tanto por su viabilidad técnica como por su conveniencia financiera a mediano plazo. No obstante, se recomienda realizar un análisis financiero más detallado, considerando escenarios específicos para la empresa, con el fin de validar esta decisión bajo diferentes supuestos de consumo, inversión y capacidad de pago.

### **Análisis del VPN y la TIR en alternativas de contratación fotovoltaica**

El cálculo del Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) es fundamental para evaluar objetivamente la viabilidad financiera de un proyecto fotovoltaico. Estos indicadores permiten comparar cuantitativamente los beneficios económicos futuros contra la inversión inicial, considerando el valor del dinero en el tiempo. En el caso de Disfarma, permiten tomar decisiones informadas entre alternativas como el modelo EPC (con inversión propia) o el modelo PPA (sin inversión inicial, pero con menores ahorros netos). Incluir estos indicadores asegura un análisis financiero riguroso y facilita justificar la elección del modelo más rentable y sostenible a largo plazo.

#### **➤ Paso a paso para calcular el VPN y la TIR del modelo EPC**

- **Organización de los flujos de caja**

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

Se tomó la inversión inicial y los flujos de caja anuales proyectados (operativos), integrando:

- a) **Ahorro anual por energía**
- b) **Incentivo del 50% en el impuesto de renta (Ley 1715)**
- c) **Depreciación acelerada de activos (Ley 1715, 20%)**

Estos valores se consolidaron como flujo de caja neto por año, así:

Año	Flujo de Caja Neto
0	-577.757.078
1	357.753.510
2	291.000.400
3	324.157.276
4	361.374.213
5	403.148.362

➤ **Cálculo del Valor Presente Neto (VPN)**

El VPN se calcula con la fórmula:

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

- FC<sub>t</sub> : Flujo de caja en el año t
- r: Tasa de descuento (en este caso, 12%)
- n: Número de años (5)

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

Los flujos se trajeron a valor presente y se sumaron:

$$VPN = \frac{-577.757.078}{(1 + 0.12)^0} + \frac{357.753.510}{(1 + 0.12)^1} + \dots + \frac{403.148.362}{(1 + 0.12)^5}$$

Esto dio un  $VPN \approx \text{COP } \$662.795.236$ , lo que significa que el valor actual de los beneficios excede ampliamente la inversión.

- **Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR)**

La **TIR** es la tasa rrr que hace que el VPN sea igual a cero:

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t}$$

Usando herramientas como Excel o calculadora financiera (o software), se encuentra iterativamente que la **TIR  $\approx 51,21\%$** .

Esto indica que el proyecto genera un rendimiento anual del 51,21%, muy por encima del costo de capital estimado (12%).

- **Conclusión**

Este análisis financiero demuestra que el proyecto es **altamente rentable**, con un retorno rápido (Payback: 2 años y 5 meses) y sólidos indicadores financieros que justifican la inversión, especialmente en el modelo EPC.

➤ **Paso a paso para calcular el VPN y la TIR del modelo PPT**

Aunque el modelo **PPA (Power Purchase Agreement)** no implica una inversión inicial para Disfarma, **sí genera flujos de ahorro neto** año tras año, y eso *sí* se puede analizar desde el punto de vista del Valor Presente Neto (VPN).

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA  
**¿Qué se puede hacer con el modelo PPA?**

**Se puede calcular el VPN**, considerando:

- Año 0 = \$0 (sin inversión).
- Años 1 a 5 = flujos de ahorro neto anual (los beneficios de no pagar la tarifa plena de energía).
- Una **tasa de descuento** realista para traer esos ahorros a valor presente (por ejemplo, 12%).

**No se pueden calcular la TIR** de forma válida, ya que no hay inversión inicial que recuperar (no hay salida negativa en el flujo). La TIR en este caso sería indefinida o muy alta, y no tiene sentido económico compararla con la TIR de un modelo EPC.

➤ **Conclusión general: Comparación entre los modelos EPC y PPA**

Aunque tanto el modelo EPC como el modelo PPA buscan aprovechar la generación de energía solar para reducir costos operativos, sus estructuras financieras son fundamentalmente distintas, lo que impide una comparación directa a través de indicadores como la Tasa Interna de Retorno (TIR). El modelo EPC requiere una inversión inicial significativa, pero permite calcular tanto el VPN como la TIR, lo cual posibilita una evaluación rigurosa de la viabilidad y rentabilidad del proyecto. En cambio, el modelo PPA no contempla inversión inicial, lo que impide calcular una TIR válida y distorsiona cualquier intento de comparación directa con EPC bajo ese indicador.

A pesar de que el PPA genera ahorros anuales, estos corresponden a una fracción del ahorro total que generaría la propiedad del sistema bajo un modelo EPC. Adicionalmente, el modelo EPC permite acceder directamente a beneficios tributarios establecidos en la Ley 1715 de 2014, tales como la deducción del 50% del impuesto de renta y la depreciación acelerada de activos, lo que

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA mejora significativamente el flujo de caja en los primeros años y acorta el periodo de recuperación de la inversión.

En términos de generación de valor económico para Disfarma, el modelo EPC presenta un VPN positivo y significativo, mientras que el VPN del modelo PPA, aunque también positivo, es considerablemente menor. Por lo tanto, y considerando que Disfarma cuenta con la capacidad financiera para realizar la inversión, el modelo EPC representa una opción más rentable, sostenible y estratégicamente ventajosa para la empresa en el largo plazo.

## **6.2 Población y muestra**

De acuerdo con Hernández (2003), la población se define como la totalidad de elementos que conforman el universo de estudio, mientras que la muestra implica un subconjunto de la población que debe ser representativo de la misma. Además, Balestrini (2002) señala que:

La Muestra Estadística es una parte de la población, es decir, un número de individuos u objetos seleccionados científicamente, cada uno de los cuales es un elemento del universo. La muestra se obtiene con el fin de investigar, a partir del conocimiento de sus características particulares, las propiedades de una población” (p.141).

La población muestral de este estudio está conformada por 15 directivos de Disfarma, quienes desempeñan un papel clave en la toma de decisiones estratégicas dentro de la organización. La selección de esta muestra se fundamenta en la necesidad de obtener información directamente de quienes tienen influencia en la viabilidad y adopción de tecnologías fotovoltaicas en la empresa.

### **Justificación del Tamaño Muestral**

Para determinar la cantidad de encuestados, se utilizó la fórmula de muestreo para poblaciones finitas:

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

Donde:

n es el tamaño de la muestra.

N es la población total de directivos en Disfarma, estimada en 30 personas con roles de decisión en áreas clave.

e: es el margen de error, fijado en 10% ( $e=0.1$ ), lo que otorga un nivel de confianza del 90%.

Sustituyendo valores:

$$n = \frac{50}{1 + 50(0.1)^2} = \frac{50}{1 + 0.5} = \frac{50}{1.5} \approx 15$$

Este cálculo respalda la selección de 15 directivos, garantizando un nivel de precisión adecuado para el estudio sin necesidad de encuestar a la totalidad de los tomadores de decisiones en la empresa.

### **Relevancia de la Muestra**

El enfoque en los directivos responde a su responsabilidad en la planificación estratégica y asignación de recursos dentro de Disfarma. Al incluir a un grupo representativo de esta población, se asegura que los resultados reflejen con precisión la percepción organizacional sobre la viabilidad e impacto de la implementación de paneles solares.

Además, al tratarse de una muestra intencional y no aleatoria, el tamaño muestral se define con base en criterios de pertinencia más que en una generalización estadística. Se busca recopilar información de quienes tienen el conocimiento y la capacidad de influir en la adopción de tecnologías de energía renovable dentro de la empresa.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

En conclusión, la selección de 15 directivos permite obtener información representativa y accionable para el análisis, asegurando que los resultados sean relevantes y aplicables dentro del contexto organizacional de Disfarma.

### **6.3 Instrumento y validación**

Esta evaluación buscó determinar la pertinencia y validez del cuestionario diseñado para medir el conocimiento y percepción de la alta gerencia de Disfarma respecto a la adopción de sistemas fotovoltaicos en su centro logístico de Galapa. Para garantizar la confiabilidad del instrumento, se empleó el Análisis de Concordancia de Expertos utilizando el coeficiente de Aiken (Aiken's V). Documento adjunto.

**Selección de Expertos** Para evaluar la pertinencia del cuestionario, se seleccionó un panel de cinco expertos con conocimientos en energía solar, eficiencia energética y dirección empresarial. Los expertos fueron elegidos con base en su experiencia en proyectos de energía renovable y su familiaridad con el contexto organizacional de Disfarma.

#### **Perfiles equipo del análisis:**

##### **Evaluador 1**

- Especialidad: Ingeniería Eléctrica y Energías Renovables
- Experiencia: 15 años en diseño e implementación de sistemas fotovoltaicos en Colombia y América Latina. Ha trabajado en proyectos de energización rural y consultoría para empresas privadas y gubernamentales.
- Evaluación del instrumento: Destacó la relevancia de preguntas sobre viabilidad tecnológica y beneficios económicos, sugiriendo mayor precisión en la pregunta sobre costos de inversión inicial.

##### **Evaluador 2**

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

- Especialidad: Consultoría en Sostenibilidad y Regulación Energética
- Experiencia: 12 años en regulación y políticas energéticas en Colombia. Ha asesorado a empresas en la aplicación de la Ley 1715 de 2014 y en incentivos tributarios para energías renovables.
- Evaluación del instrumento: Enfatizó la importancia de incluir preguntas sobre el conocimiento de normativas, sugiriendo que se agreguen ejemplos concretos de beneficios tributarios para facilitar la respuesta.

### **Evaluador 3**

- Especialidad: Finanzas Corporativas y Evaluación de Proyectos Energéticos
- Experiencia: 18 años en evaluación financiera de proyectos de energía, con especialización en análisis de retorno de inversión en fuentes renovables.
- Evaluación del instrumento: Recomendó mejorar la claridad en la pregunta sobre precios del kWh en Disfarma, sugiriendo rangos más específicos y una pregunta adicional sobre el costo-beneficio percibido.

### **Evaluador 4**

- Especialidad: Gestión Ambiental y Responsabilidad Social Empresarial
- Experiencia: 10 años en estrategias de sostenibilidad para empresas del sector industrial y comercial. Ha trabajado en certificaciones ambientales y en la implementación de programas de eficiencia energética.
- Evaluación del instrumento: Resaltó la importancia de preguntas sobre la percepción del impacto ambiental y la disposición a adoptar energías limpias a pesar de los costos. Sugirió reformular la pregunta sobre el atraso en energías renovables en Colombia para hacerla más objetiva.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### **Evaluador 5**

- Especialización: Ingeniero Eléctrico con doctorado en Energías Renovables.
- Experiencia: Más de 15 años en consultoría de proyectos fotovoltaicos en Latinoamérica.
- Rol actual: Director de Innovación en una empresa líder en energía renovable.
- Perspectiva: Se enfoca en la viabilidad técnica y económica de la energía solar en diferentes sectores.
- Aporte a la evaluación: Analiza si las preguntas reflejan correctamente la implementación real de paneles solares en Disfarma, considerando factores como costos, incentivos y retorno de inversión.

### **Interpretación del Coeficiente General de Validez:**

El valor promedio del coeficiente V de Aiken obtenido para los ítems del cuestionario fue de 0,84, lo cual indica un alto nivel de concordancia entre los expertos en cuanto a la claridad, pertinencia y relevancia de los ítems evaluados. Según los criterios establecidos por Aiken (1985), valores superiores a 0,70 se consideran adecuados para afirmar la validez de contenido del instrumento. Este resultado respalda la solidez del cuestionario como herramienta para la recolección de datos en el presente estudio.

### **6.4 Encuesta**

El objetivo de este proceso es determinar la claridad, pertinencia y relevancia de las preguntas de la encuesta dirigida a la alta gerencia de Disfarma sobre la implementación de un sistema de energía solar en su centro logístico. Para ello, se aplicó un análisis de validación con cinco expertos en el tema.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

Se utilizó el coeficiente de Aiken para medir el nivel de acuerdo entre expertos respecto a

cada pregunta. Se evaluaron tres criterios:

- Claridad: Si la pregunta está correctamente redactada y es fácil de entender.
- Pertinencia: Si la pregunta mide con precisión la variable identificada.
- Relevancia: Si la pregunta tiene un enfoque teórico adecuado.

Cada experto calificó las preguntas con una escala dicotómica (1: de acuerdo, 0: en desacuerdo).

Aunque la validación del cuestionario con los expertos se realizó utilizando una escala dicotómica (1: de acuerdo, 0: en desacuerdo), esta metodología es consistente con el enfoque propuesto por Aiken (1985) para validar ítems en fases preliminares. El objetivo era determinar la claridad, pertinencia y relevancia de cada pregunta, más que medir actitud o intensidad de respuesta, por lo cual no se utilizó una escala tipo Likert en esta etapa.

P1¿Cuál es la importancia que usted le da al cuidado del medio ambiente?

P2¿Ha considerado la implementación de la energía solar en Disfarma?

P3¿Cuál es su conocimiento sobre la energía solar?

P4¿Conoce los beneficios en términos de ahorro que le aporta la energía solar?

P5¿Cree que la energía solar es viable en Colombia?

P6Si respondió "Sí" en la pregunta anterior, indique las razones.

P7Si respondió "No", indique las razones.

P8¿Reemplazaría energías convencionales por solares si fueran más costosas?

P9¿Qué tanto conocimiento tiene sobre la Ley 1715 de 2014?

P10 ¿Cuál es el rango de precios del kWh que Disfarma paga mensualmente?

P11¿Cree que Colombia está atrasado en energías renovables respecto a otros países?

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### **Observaciones Generales de los Expertos**

La encuesta está bien estructurada y cubre aspectos claves.

Se recomienda aclarar términos técnicos para evitar interpretaciones erróneas.

Se podría ampliar en preguntas sobre barreras específicas para la implementación.

Se sugiere incluir preguntas abiertas para recoger comentarios adicionales.

Algunas preguntas requieren reestructuración

Las puntuaciones podrán ser observadas en el instrumento (Anexo 1 AIKEN) pestaña “V DE AIKEN”

**Resultado:** La evaluación reflejó un alto nivel de aceptación en la mayoría de las preguntas, confirmando su claridad, pertinencia y relevancia. Sin embargo, tres preguntas no alcanzaron la puntuación requerida, lo que llevó a su reformulación para mejorar la precisión y adecuación de las respuestas atendiendo las observaciones generadas para cada una de ellas por los expertos.

Pregunta 4: Fallo en pertinencia

Pregunta 8: Fallo en Claridad

Pregunta 11: Fallo en Pertinencia y algo de claridad

### **Preguntas reformuladas:**

4. ¿Ha evaluado los beneficios de ahorro que aporta la energía solar en el contexto de Disfarma, considerando tanto costos directos como eficiencia operativa?

8. Si la implementación de fuentes de energía 100% limpias como la energía solar implicara costos adicionales específicos (infraestructura, mantenimiento, etc.), ¿consideraría aún reemplazar las fuentes convencionales, valorando los beneficios a largo plazo?

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

11. ¿Cree que Colombia ha avanzado en la implementación de energías no convencionales en términos de infraestructura, políticas y adopción empresarial, en comparación con otros países de Latinoamérica?

Con estos ajustes se espera optimizar la calidad y pertinencia de los resultados obtenidos, por ello se pasó nuevamente a validación por los 5 expertos, los resultados de estas tres preguntas reformuladas (Anexo 1) en la pestaña “corrección” del instrumento Aiken.

Con estos ajustes, la encuesta está lista para su aplicación con mayor confianza y efectividad.

La encuesta final dirigida a los profesionales directivos de Disfarma utiliza una escala tipo Likert (1: Totalmente en desacuerdo – 0: Totalmente de acuerdo), diseñada para captar matices en la percepción y conocimiento sobre la energía solar. Aunque la validación de contenido se realizó con escala dicotómica para los expertos, esta sirvió para asegurar la pertinencia, claridad y relevancia de los ítems, lo cual fundamenta teóricamente la validez de la escala empleada en campo.

Según Hernández (2003), la unidad de análisis es aquella que se examina y en la que se busca información. Su naturaleza depende de los objetivos del estudio. En función de los objetos de investigación, se seleccionan las unidades de análisis y la estrategia para recopilar información. Para este estudio, se definió como unidad de análisis el Centro Logístico Disfarma, ubicado en el municipio de Galapa en el departamento del Atlántico.

### 6.5 Construcción de la ficha técnica

**Figura 38.** Ficha técnica

<b>FICHA TECNICA</b>	
Título de la Encuesta	Conocimiento de la Alta Gerencia de DISFARMA sobre Sistemas de Energía Fotovoltaica

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

Objetivo de la Encuesta	Evaluar el conocimiento que tienen los profesionales directivos de DISFARMA sobre los sistemas de generación de energía fotovoltaica
Población Objetivo	Profesionales directivos de la compañía DISFARMA en todo el territorio nacional
Tamaño de la Muestra	15 profesionales directivos.
Método de Muestreo	Muestreo no probabilístico por conveniencia
Instrumento de recolección de datos	Cuestionario con preguntas cerradas, compuesto por 11 preguntas.
Periodo de Recolección de datos	
Procedimiento Recolección de datos	Distribución del cuestionario a través de correo electrónico y recolección de respuestas mediante una plataforma en línea
Análisis de datos	Para el análisis de los datos recolectados mediante la encuesta, se empleó un enfoque de estadística descriptiva utilizando herramientas de Microsoft Excel. Se calcularon frecuencias absolutas y relativas, promedios y

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

	desviaciones estándar por ítem, lo cual permitió identificar patrones y tendencias generales en el conocimiento y percepción de la alta gerencia de Disfarma. Este análisis fue adecuado para el tipo de preguntas empleadas, centradas en captar percepciones y niveles de conocimiento, y garantizó una interpretación clara y estructurada de los datos.
Margen de Error	5%
Parámetro estadístico	95%

### 6.6 Análisis DOFA

El análisis DOFA es una herramienta de evaluación estratégica que permite caracterizar los factores internos y externos de una empresa para comprender su comportamiento en el contexto y situación actual. Esta herramienta se basa en una matriz que identifica las Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas (DOFA) de la organización (Raeburn, 2024). Según Vlado y Chatzinikolaou (2019), el análisis DOFA es esencial para conocer el estado actual de una empresa y tomar decisiones informadas que mejoren su competitividad.

En el contexto de la implementación de un sistema de energía fotovoltaica en el centro de distribución de Disfarma en Galapa, el análisis DOFA permite evaluar los factores que pueden influir en el éxito del proyecto, incluyendo el análisis del mercado y los proveedores de energía solar como elementos externos determinantes. A continuación, se presenta la evaluación detallada:

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### **Fortalezas:**

1. **Experiencia y Reputación:** Disfarma tiene 30 años de experiencia en el sector farmacéutico y una sólida reputación en Colombia.
2. **Compromiso con la Sostenibilidad:** La empresa ya tiene un compromiso con el bienestar social y el desarrollo regional.
3. **Capacidad de Distribución:** Disfarma es uno de los principales operadores en la distribución y comercialización de medicamentos y dispositivos médicos en Colombia.
4. **Capacidad Financiera:** Posibilidad de acceder a créditos o financiación para proyectos sostenibles.

### **Oportunidades:**

1. **Incentivos Fiscales:** Disponibilidad de incentivos fiscales en Colombia para proyectos de energías renovables, como la exclusión de IVA, la exención de aranceles y la depreciación acelerada.
2. **Tendencias Globales de Sostenibilidad:** Alinearse con las tendencias globales de sostenibilidad puede mejorar la imagen corporativa y atraer a clientes y socios comprometidos con el medio ambiente.
3. **Reducción de Costos Operativos:** Implementar un sistema fotovoltaico puede reducir significativamente los costos de energía a largo plazo.
4. **Proveedores de Energía Fotovoltaica:** La disponibilidad de proveedores especializados como EPC Energy Group S.A.S., ENEXA y ECOENERGY LATIN

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA AMERICA S.A.S., con modelos de contratación EPC y PPA, facilita la

implementación del proyecto.

**Debilidades:**

1. Intermittencia en el Suministro Eléctrico: Problemas actuales con la intermitencia en el suministro eléctrico en la región del Atlántico.
2. Aumento de Tarifas de Energía: Incremento constante de las tarifas de energía que afecta la eficiencia operativa y los costos de operación.
3. Dependencia de Energía Convencional: Alta dependencia de fuentes de energía convencionales que no son sostenibles.
4. Desconocimiento sobre Tecnologías Fotovoltaicas: Necesidad de capacitación y adaptación al uso de energía solar.

**Amenazas:**

1. Competencia en el Sector: La competencia en el sector farmacéutico es alta y cualquier interrupción en la operación puede afectar la competitividad.
2. Regulaciones Gubernamentales: Cambios en las regulaciones gubernamentales pueden afectar la viabilidad de proyectos de energías renovables.
3. Riesgos Financieros: La inversión inicial en sistemas fotovoltaicos puede ser alta y representa un riesgo financiero si no se gestionan adecuadamente.
4. Disponibilidad de Proveedores y Logística: Algunos proveedores no cuentan con cobertura directa en Galapa, lo que podría aumentar costos o tiempos de implementación.

**Estrategias**

- Fortalezas + Oportunidades

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

**Experiencia y Reputación + Incentivos Fiscales:** Utilizar la sólida reputación de Disfarma para negociar mejores términos y condiciones con proveedores de energía fotovoltaica, aprovechando los incentivos fiscales disponibles.

**Compromiso con la Sostenibilidad + Tendencias Globales de Sostenibilidad:** Promover la implementación del sistema fotovoltaico como parte de la estrategia de sostenibilidad de la empresa, alineándose con las tendencias globales para mejorar la imagen corporativa y atraer clientes y socios.

**Capacidad Financiera + Reducción de Costos Operativos:** Utilizar la capacidad financiera de Disfarma para invertir en sistemas fotovoltaicos, reduciendo los costos operativos a largo plazo y mejorando la eficiencia económica.

➤ Debilidades + Oportunidades

**Intermitencia en el Suministro Eléctrico + Proveedores de Energía Fotovoltaica:** Colaborar con proveedores especializados para diseñar un sistema fotovoltaico que mitigue los problemas de intermitencia en el suministro eléctrico.

**Dependencia de Energía Convencional + Incentivos Fiscales:** Aprovechar los incentivos fiscales para reducir la dependencia de fuentes de energía convencionales, facilitando la transición hacia energías renovables.

**Desconocimiento sobre Tecnologías Fotovoltaicas + Proveedores de Energía Fotovoltaica:** Organizar capacitaciones y talleres con proveedores especializados para mejorar el conocimiento y la adaptación a las tecnologías fotovoltaicas.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### ➤ Fortalezas + Amenazas

**Experiencia y Reputación + Competencia en el Sector:** Utilizar la experiencia y reputación de Disfarma para diferenciarse de la competencia, destacando el compromiso con la sostenibilidad y la innovación en energías renovables.

**Capacidad de Distribución + Regulaciones Gubernamentales:** Mantenerse actualizado sobre las regulaciones gubernamentales y utilizar la capacidad de distribución para adaptarse rápidamente a cualquier cambio, minimizando el impacto en la operación.

**Capacidad Financiera + Riesgos Financieros:** Realizar un análisis financiero detallado y gestionar adecuadamente los riesgos asociados con la inversión inicial en sistemas fotovoltaicos, aprovechando la capacidad financiera de la empresa.

### ➤ Debilidades + Amenazas

**Intermitencia en el Suministro Eléctrico + Disponibilidad de Proveedores y Logística:** Desarrollar un plan de contingencia para abordar la intermitencia en el suministro eléctrico y la disponibilidad limitada de proveedores, asegurando la continuidad del proyecto.

**Aumento de Tarifas de Energía + Regulaciones Gubernamentales:** Implementar estrategias de eficiencia energética para reducir el impacto del aumento de tarifas y estar preparado para cambios en las regulaciones gubernamentales.

**Dependencia de Energía Convencional + Competencia en el Sector:** Diversificar las fuentes de energía para reducir la dependencia de energía convencional y mejorar la competitividad en el sector farmacéutico.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE  
UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA  
**Nuevas Estrategias**

**Desarrollo de Alianzas Estratégicas:** Formar alianzas con proveedores de energía fotovoltaica y otras empresas del sector para compartir conocimientos y recursos, facilitando la implementación del proyecto.

**Marketing Verde:** Utilizar la implementación del sistema fotovoltaico como una herramienta de marketing para destacar el compromiso de Disfarma con la sostenibilidad y atraer a clientes y socios que valoren las prácticas ecológicas.

**Innovación en Procesos:** Integrar tecnologías avanzadas de gestión energética para optimizar el uso de energía solar y mejorar la eficiencia operativa de la empresa.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### **7. Diagnóstico Organizacional**

Después de reunir y evaluar la información conceptual sobre la energía fotovoltaica y su aplicabilidad en centros logísticos, se procedió a realizar un diagnóstico del estado actual del Centro de Distribución de Disfarma en Galapa, Atlántico. Este diagnóstico abarcó la revisión de los consumos energéticos actuales, la infraestructura disponible para la instalación de paneles solares y las condiciones ambientales que podrían influir en la eficiencia del sistema.

Posteriormente, se documentó una metodología de implementación basada en mejores prácticas y normativas vigentes, incluyendo la viabilidad técnica y operativa del proyecto. Finalmente, se realizó un análisis financiero que permitió evaluar la rentabilidad y los beneficios económicos a mediano y largo plazo de la inversión en energía renovable.

#### **7.1 Procesamiento estadístico de datos y análisis de la información**

##### ➤ Consumo Energético Actual

El análisis del consumo energético del Centro de Distribución se realizó a partir de los registros históricos de facturación de electricidad durante los últimos 12 meses. Se identificó que el consumo promedio mensual es de 172.108 kWh, con un costo aproximado de \$440.009.550 millones COP mensuales. La mayor demanda se registra en horarios laborales diurnos, con picos de consumo entre las 9:00 a.m. y 3:00 p.m.

#### **7.2 Infraestructura Disponible**

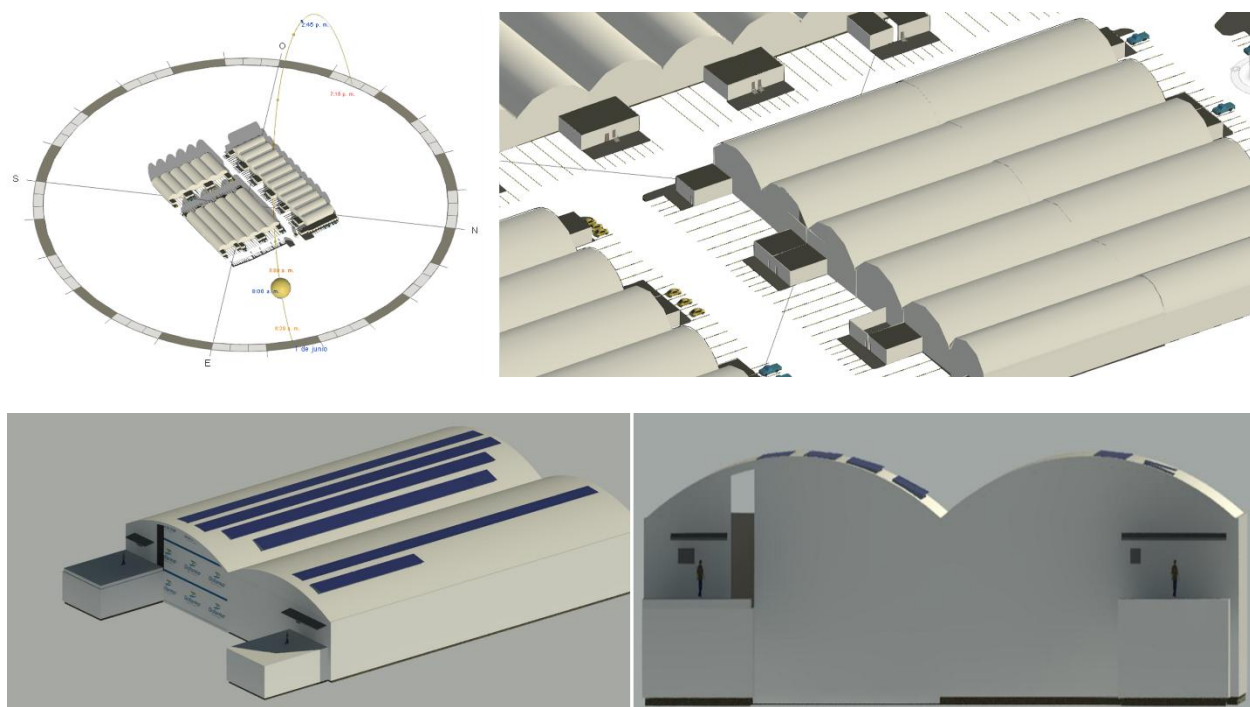
El Centro de Distribución cuenta con una superficie total de 2.024 m<sup>2</sup>, de los cuales 1.600 m<sup>2</sup> son techos disponibles para la instalación de paneles solares. La estructura de los techos fue evaluada y se determinó que soporta el peso adicional de los paneles y la infraestructura necesaria. Además, se

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA analizaron las sombras proyectadas por edificios aledaños y árboles cercanos, determinando un 98% de área libre de obstrucciones solares.

### Simulación en REVIT (Tecnología BIM)

Se Realiza análisis de posición georreferenciado con parámetros cartográficos lo que permite localizar, ubicar, posicionar y generar áreas disponibles para la ubicación eficiente de paneles solares. Todo el análisis se realiza bajo la línea base del consumo de energía.

**Figura 39.** Infraestructura disponible Sede Galapa



Nota: Elaboración Propia

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### 7.3 Condiciones Climáticas

Galapa, Atlántico, presenta una radiación solar promedio de **5.5 kWh/m<sup>2</sup>/día**, lo que representa una oportunidad favorable para la generación de energía fotovoltaica. Se realizó un análisis de irradiación solar mediante bases de datos climáticas y simulaciones con software especializado, Para calcular el potencial anual, multiplicamos este valor por el número de días en un año:

$$5.5 \text{ kWh/m}^2/\text{día} \times 365 \text{ días/año} = 2007.5 \text{ kWh/m}^2/\text{año}$$

Por lo tanto, el potencial anual de radiación solar en Barranquilla es de aproximadamente **2007.5 kWh/m<sup>2</sup>/año**.

### 7.4 Análisis Financiero

Para evaluar la factibilidad económica del proyecto, se calcularon los costos de inversión, operación y mantenimiento de un sistema fotovoltaico con capacidad de 120,45 KWp. Se consideraron incentivos fiscales y tarifas de energía actuales para estimar el retorno de inversión (ROI) y el periodo de recuperación del capital.

Los resultados indican que la inversión inicial es de **\$577.757.078 millones COP**, con un ahorro anual estimado para el primer año de **\$92 millones COP** en facturación eléctrica. El periodo de recuperación se proyecta en 25 meses, lo que hace viable el proyecto desde una perspectiva financiera.

### 7.5 Opciones de mejora

1. Optimización del consumo energético: Implementar estrategias de eficiencia energética, como el cambio a iluminación LED y sistemas automatizados de gestión energética.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

2. Monitoreo en tiempo real: Instalar medidores inteligentes para evaluar el desempeño del sistema y ajustar el consumo de manera dinámica.
3. Almacenamiento de energía: Evaluar la incorporación de baterías para maximizar el aprovechamiento de la energía generada y reducir la dependencia de la red eléctrica.
4. Gestiones con entidades gubernamentales: Explorar incentivos y subsidios para energía renovable que puedan reducir los costos de implementación.
5. En conclusión, el diagnóstico organizacional indica que la implementación de un sistema de energía fotovoltaica en el Centro de Distribución de Disfarma en Galapa es viable tanto técnica como financieramente, ofreciendo beneficios económicos y ambientales a mediano y largo plazo.

### 7.6 Sitios sustentables:

Los sitios sustentables tienen como objetivo disminuir el impacto ambiental en el Centro de Distribución de Disfarma a través de la reducción de escorrentía, el manejo eficiente del agua, la disminución del efecto de isla de calor, la optimización de la iluminación exterior y la adecuada administración del sitio. A continuación, se realiza el diagnóstico y análisis de cada aspecto relevante.

- **Gestión de agua lluvia.** Se analizan los datos de precipitaciones en el municipio de Galapa, Atlántico, durante los últimos tres años, obtenidos a partir de reportes climáticos oficiales.

Conforme con la imagen del promedio de precipitaciones en el municipio, se observa que los meses de mayor precipitación son abril, mayo y octubre, con un pico máximo de 140 mm. Al año, se recolectan alrededor de 800 mm, con un promedio mensual de 66 mm. De acuerdo con la guía ambiental, se recomienda captar al menos el 25% del agua lluvia a través de un sistema de recolección. Con base en estos datos, se estima que el Centro de Distribución debería captar

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA aproximadamente 150 m<sup>3</sup> de agua lluvia. Actualmente, el Centro de Distribución no cuenta con un sistema de recolección y aprovechamiento de aguas lluvias. Toda el agua es canalizada a desagües sin un tratamiento previo.

Opciones de mejora:

Implementación de un sistema de captación y tratamiento de aguas lluvias con almacenamiento para su reutilización en riego y sanitarios.

- **Reducción de Isla de Calor:** Esta subcategoría evalúa estrategias para minimizar la contribución al efecto de isla de calor mediante la aplicación de materiales reflectantes y la incorporación de vegetación en el entorno del Centro de Distribución.

Situación actual El Centro de Distribución de Disfarma cuenta con un área extensa de cubiertas metálicas sin tratamiento reflectante, lo que contribuye a la acumulación de calor. No se dispone de vegetación en las áreas circundantes para mitigar este efecto.

Opciones de mejora:

Aplicación de recubrimientos reflectantes en las cubiertas.

Incorporación de áreas verdes en el entorno del Centro de Distribución.

- **Reducción de la contaminación lumínica** El objetivo de esta subcategoría es minimizar la emisión de luz al ambiente, mejorando la eficiencia energética y reduciendo el impacto en la fauna local. El Centro de Distribución cuenta con iluminación exterior en áreas de carga y descarga, pero no se utilizan luminarias con direccionalidad ajustada ni tecnologías de bajo impacto lumínico.

Opciones de mejora:

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

Sustitución de luminarias convencionales por modelos de bajo impacto lumínico con certificación RETILAP.

Implementación de sensores de movimiento para optimizar el consumo de energía.

- **Manejo del sitio:** El objetivo del manejo del sitio es asegurar la adecuada conservación del entorno, reduciendo el impacto ambiental de la operación del Centro de Distribución.

Actualmente, Disfarma no cuenta con un plan estructurado para la conservación del sitio. La gestión de residuos y el mantenimiento de áreas verdes es limitada.

Opciones de mejora:

Contratación de una empresa especializada en gestión ambiental.

Implementación de programas de compostaje y reciclaje.

De los 4 puntos disponibles en la categoría de sitios sustentables, actualmente Disfarma cumple con 1, relacionado con la gestión básica de residuos, por lo que se recomienda mejorar en los otros tres aspectos.

### 7.7 Eficiencia de agua

Esta categoría se enfoca en las estrategias orientadas a la reducción del consumo de agua, con el objetivo de identificar oportunidades de ahorro y optimizar su uso dentro del Centro de Distribución. Actualmente, las instalaciones de Disfarma cuentan con un único medidor general de agua, lo que impide realizar un seguimiento detallado por áreas o actividades específicas. El consumo mensual promedio se estima en 1.800 m<sup>3</sup>, y no se dispone de un plan de optimización hídrica implementado en la operación.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### Opciones de mejora:

- Instalación de medidores independientes para monitorear el consumo en sanitarios, riego y procesos industriales.
- Implementación de sanitarios y griferías de bajo consumo.
- Captación y reutilización de aguas lluvias.

De los 15 puntos disponibles en esta categoría, actualmente el Centro de Distribución cumple con 5, por lo que se recomienda implementar mejoras para alcanzar un mayor nivel de eficiencia.

### 7.8 Energía y Atmósfera

Esta categoría está compuesta por 4 subcategorías, cuyo objeto es optimizar el consumo de energía con miras a disminuir el efecto de gas invernadero y los gastos derivados de ellos. Existen dos prerequisites y dos créditos.

- **Mejores prácticas en manejo de eficiencia energética**

#### Situación actual

Para el caso del Centro de Distribución de Disfarma en Galapa, Atlántico, se ha identificado un alto consumo de energía debido a la iluminación tradicional, sistemas HVAC y equipos de refrigeración industrial. Actualmente, no se cuenta con un sistema de energía fotovoltaica, lo que genera una alta dependencia de la red eléctrica convencional y sus costos asociados. La iluminación utilizada es principalmente fluorescente, y los sistemas de climatización funcionan con refrigerantes de tecnología antigua.

#### Opciones de mejora

Instalación de un sistema de energía fotovoltaica con 200 paneles solares en la cubierta del centro de distribución.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

Reemplazo de las luminarias existentes por tecnología LED en oficinas, áreas comunes y zonas de almacenamiento.

Implementación de un sistema de gestión de energía para monitoreo y optimización del consumo.

- **Gestión de refrigerantes**

### Diagnóstico

El centro de distribución utiliza sistemas HVAC con refrigerantes tradicionales que contribuyen al calentamiento global. Actualmente, no se cuenta con un plan de eliminación progresiva de refrigerantes nocivos ni con tecnologías de refrigeración más eficientes.

### Opciones de mejora

Implementar un plan de transición a refrigerantes de bajo impacto ambiental.

Modernización de los sistemas HVAC con tecnologías de alta eficiencia energética.

Capacitar al personal en buenas prácticas de gestión y mantenimiento de sistemas de refrigeración.

## **7.9 Rendimiento Energético**

El objetivo de esta categoría es mejorar los rendimientos energéticos para reducir las emisiones de dióxido de carbono y los costos energéticos.

### Situación actual

Actualmente, el centro de distribución no cuenta con un sistema de medición inteligente para cuantificar y optimizar el consumo de energía. La falta de baterías de almacenamiento limita el aprovechamiento de energía renovable, y la mayoría de la energía proviene de la red eléctrica convencional.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### Opciones de mejora

- Instalación de baterías de almacenamiento para maximizar el uso de energía solar.
- Implementación de medidores inteligentes para cuantificar el ahorro energético.
- Integración de un sistema de automatización (BMS) para optimizar el consumo de energía en iluminación y climatización.

### 7.10 Materiales y Recursos

#### • **Política de Compras**

##### Situación actual

Actualmente, no existe una política de compras enfocada en la sostenibilidad dentro del centro de distribución. Se utilizan insumos convencionales sin certificaciones ambientales.

##### Opciones de mejora

- Implementar una política de compras sostenibles con certificaciones ecológicas.
- Favorecer la adquisición de materiales reciclables y biodegradables.
- Reducir el consumo de papel y plásticos de un solo uso en las operaciones diarias.

#### • **Mantenimiento de Instalaciones y Política de Renovación**

##### Situación actual

El centro de distribución cuenta con procesos de mantenimiento correctivo, pero no con un programa estructurado de renovación sostenible de sus instalaciones.

##### Opciones de mejora

- Implementar un plan de mantenimiento preventivo y predictivo.
- Incorporar materiales de construcción sostenibles en futuras renovaciones.
- Optimizar los procesos de reciclaje y disposición de residuos peligrosos.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### La implementación del sistema de energía fotovoltaica en el Centro de Distribución de

Disfarma permitirá mejorar la eficiencia energética, reducir costos operativos y disminuir la huella de carbono. Además, acompañado de estrategias de gestión sostenible de materiales y recursos, se podrá mejorar significativamente el desempeño ambiental del centro de distribución. Se recomienda realizar un estudio técnico para evaluar la factibilidad financiera y estructural de las iniciativas propuestas, así como desarrollar un plan de acción para su implementación progresiva.

### **7.11 Calidad mínima del ambiente al interior**

Esta categoría está compuesta por 4 prerequisites y dos créditos, cuyo propósito es suministrar confort y bienestar a los ocupantes de los edificios por medio de estándares mínimos de calidad.

- **Calidad del interior del aire**

La calidad de aire al interior de las edificaciones es un factor clave para garantizar el bienestar de los colaboradores y la eficiencia operativa. La implementación de un sistema de energía fotovoltaica debe considerar los impactos en ventilación, temperatura y calidad del aire.

#### Situación actual

El Centro de Distribución de Disfarma en Galapa cuenta con sistemas de ventilación natural en algunas áreas, pero se han identificado puntos de mejora en cuanto a la circulación del aire en zonas de almacenamiento y oficinas administrativas. Se han realizado encuestas a los empleados sobre la percepción de la calidad del aire, iluminación y confort térmico.

#### Resultados de la encuesta:

1. Ventilación: El 20% de los colaboradores considera que la ventilación es insuficiente en algunas zonas de almacenamiento.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

2. Iluminación: El 60% de los encuestados está satisfecho con la iluminación, pero un 15% reporta deficiencias en áreas de carga y descarga.
3. Temperatura: El 50% de los empleados encuentra que la temperatura es adecuada, mientras que un 30% considera que es alta en ciertas horas del día.

Aspectos a mejorar:

Optimizar el flujo de aire en áreas con mayor densidad de almacenamiento.

Implementar sensores de calidad del aire para monitoreo en tiempo real.

Evaluar el impacto del sistema fotovoltaico en la temperatura interior.

- **Control del humo de tabaco**

Estado actual

Dentro de las normativas internas del Centro de Distribución de Disfarma, está prohibido fumar en las instalaciones. Sin embargo, no se cuenta con una señalización clara en todas las zonas. Además, en la encuesta de percepción, un 10% de los empleados reportó haber detectado olores a tabaco en algunas áreas comunes.

Aspectos a mejorar:

- a) Instalar señalización visible en todas las entradas y áreas comunes.
- b) Realizar campañas de sensibilización sobre los efectos del humo de tabaco en la salud y el ambiente laboral.

- **Política de limpieza sostenible**

Este prerequisite busca reducir los niveles de contaminación que comprometan la calidad del aire y la salud de los empleados, a través de productos de limpieza ecológicos.

Estado actual

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

Disfarma cuenta con un proveedor de servicios de limpieza que utiliza productos biodegradables y libres de químicos agresivos. Sin embargo, se ha identificado la necesidad de mejorar los procedimientos de supervisión para garantizar el cumplimiento de estándares ambientales.

Aspectos a mejorar:

- a) Implementar auditorías periódicas sobre el uso de productos de limpieza.
- b) Capacitar al personal en el uso adecuado de productos ecológicos.

### **Calidad ambiental**

Este criterio permite evaluar la percepción de los colaboradores en cuanto a la calidad del aire, la iluminación y el confort térmico.

Resultados de la encuesta:

Iluminación: Un 12% de los empleados considera que la iluminación en ciertas áreas es insuficiente.

Temperatura: Un 20% percibe que la temperatura en las oficinas es elevada en determinadas horas del día.

Aspectos a mejorar:

Sustituir luminarias obsoletas por tecnología LED para mejorar la eficiencia energética.

Evaluar la instalación de sistemas de climatización eficientes en áreas críticas.

- **Limpieza sostenible**

Con este crédito se busca reducir los niveles contaminantes, tanto químicos como biológicos, mediante procesos de limpieza efectiva.

Estado actual

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

Actualmente, el centro de distribución cuenta con un plan de limpieza y desinfección, pero no se realizan auditorías regulares sobre su cumplimiento.

Aspectos a mejorar:

- a) Implementar auditorías documentadas con registro de fechas y procedimientos.
  - b) Optimizar la frecuencia de limpieza en zonas de alto tráfico.
- **Manejo integrado de plagas**

El objetivo es minimizar la presencia de plagas y reducir la exposición a pesticidas.

Estado actual

Disfarma tiene un programa de control de plagas con fumigaciones programadas cada seis meses. Sin embargo, no se realiza un seguimiento detallado de su efectividad.

Aspectos para mejorar:

- a) Implementar un sistema de monitoreo para detectar plagas de manera temprana.
- b) Evaluar métodos de control biológico como alternativa a los pesticidas químicos.

### 7.12 Innovación

Este crédito busca fomentar la implementación de proyectos innovadores que mejoren la eficiencia operativa y el impacto ambiental de la empresa.

Estado actual

Actualmente, el Centro de Distribución de Disfarma no cuenta con certificaciones ambientales específicas ni con personal especializado en gestión energética.

Aspectos para mejorar:

Capacitar a un grupo de empleados en certificaciones ambientales y gestión de energías renovables.

Evaluar la posibilidad de obtener una certificación de sostenibilidad como LEED o EDGE.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### **7.13 Identificación de consumos**

Como parte del análisis de factibilidad, se realizó un estudio de los consumos energéticos del centro de distribución para identificar oportunidades de eficiencia y ahorro.

#### Situación actual

El centro de distribución cuenta con medidores de consumo energético, pero no se realiza un monitoreo detallado por áreas o equipos.

#### Consumos energéticos anuales:

Iluminación: 40% del consumo total.

Climatización: 35% del consumo total.

Equipos eléctricos y maquinaria: 25% del consumo total.

#### Aspectos a mejorar:

Instalar medidores inteligentes para obtener datos precisos sobre el consumo por área.

Optimizar el uso de iluminación y climatización con sensores de presencia.

Evaluar la integración del sistema fotovoltaico con sistemas de almacenamiento de energía.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### **8. Plan de Intervención**

La implementación de un sistema fotovoltaico en el centro de distribución de Disfarma en Galapa requiere un plan de intervención estructurado que garantice su viabilidad y ejecución eficiente. Este plan permite coordinar recursos, evaluar riesgos y asegurar el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la empresa.

#### **8.1 Conformación del Comité Técnico-Energético**

Definición del perfil y funciones de los integrantes del comité, este comité realizará la supervisión del proyecto y se reunirá semanalmente con el proveedor para la evaluación y acta de ejecución de actividades realizadas por el tercero encargado.

Establecer los perfiles profesionales requeridos, incluyendo:

Ingeniería eléctrica o energética.

Finanzas, contabilidad y tributaria

Sostenibilidad/ambiental

Área jurídica

Operaciones logísticas

Redactar una matriz de roles y responsabilidades para cada integrante, incluyendo sus funciones principales y su grado de involucramiento y Disfarma asignara un representante de cada area para integrar este comité.

Así mismo el proveedor seleccionado deberá asignar su equipo de trabajo para la implementación y reuniones de entrega y avance de la obra.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

Los entregables de esta etapa son los siguientes:

- Acta de constitución del Comité Técnico-Energético.
- Matriz de roles y responsabilidades.
- Cronograma de reuniones y plan de trabajo inicial.
- Plataforma de gestión colaborativa habilitada.
- Registro documental del primer encuentro formal

### **8.2 Evaluación y Selección de Proveedores (Contratista EPC)**

#### **a. Solicitud de Propuestas y elaboración del pliego de términos de referencia**

- Alcance del proyecto (potencia estimada: 120.45 KWp).
- Especificaciones técnicas mínimas de paneles, inversores, estructura y sistema de monitoreo.
- Cronograma tentativo de ejecución (plazo máximo sugerido: 3 meses).
- Requisitos de certificación: RETIE, RETILAP, ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001 o equivalente.
- Condiciones de garantía mínima.
- Obligaciones postventa: mantenimiento inicial, capacitación, soporte técnico

#### **b. Envío y publicación de pliego de términos de referencia**

- Enviar términos de referencia por correo electrónico con acuse de recibo.
- Incluir formato de presentación de oferta y fechas clave:
  - Fecha límite de presentación.
  - Reunión de aclaraciones (opcional).

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

- Fecha estimada de evaluación.

- Fecha de adjudicación.

### c. Acompañamiento durante el proceso de propuestas

- Canalizar dudas técnicas y administrativas.
- Consolidar preguntas frecuentes para distribuir respuestas equitativas entre proveedores.

### d. Establecer criterios de evaluación con su respectiva ponderación.

Criterio	Peso (%)
Experiencia comprobada en proyectos EPC similares	25%
Tiempo de ejecución y cronograma propuesto	15%
Garantías ofrecidas (paneles, inversores, obra)	10%
Certificaciones técnicas y cumplimiento normativo	10%
Soporte técnico post-instalación	10%
Propuesta económica global	20%
Evaluación financiera	10%
Total ponderado	100%

### e. Validación de los criterios por el comité Técnico-energético

- Asegurar que todos los criterios reflejen los intereses estratégicos de Disfarma.
- Garantizar objetividad y transparencia en el proceso.

## 8.3 Análisis criterios proveedores

### a. Consolidación de las propuestas recibidas

- Recopilar las propuestas en un documento comparativo.
- Verificar que cumplan todos los requisitos del pliego de términos de referencia
-

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### **b. Aplicación de la matriz multicriterio**

- Calificar cada proveedor en una escala de 1 a 5 por cada criterio.
- Multiplicar cada calificación por el peso asignado.
- Sumar los resultados para obtener el puntaje total por proveedor.

### **c. Revisión conjunta y selección**

- Presentar los resultados al Comité Técnico-Energético.
- Realizar una reunión de deliberación y votación.
- Emitir un acta de adjudicación con justificación técnica y económica.

## **8.4 Contratación del Proveedor EPC**

### **a. Negociación del contrato EPC**

- Diseño detallado del sistema (planos eléctricos, simulación de generación, memorias de cálculo).
- Adquisición de equipos (paneles, inversores, estructuras, cableado, sistema de monitoreo).
- Obras civiles y eléctricas (montaje, canalización, estructura soporte, conexionado).
- Puesta en marcha, pruebas funcionales y verificación de rendimiento.
- Capacitación técnica al personal de Disfarma para la operación y mantenimiento básico.

### **b. Definición de garantías mínimas contractuales**

- Paneles solares: garantía de producción lineal por 25 años (mínimo 80% al año 25).
- Inversores: garantía mínima de 10 años contra fallos eléctricos o mecánicos.
- Instalación y operación: garantía general por 2 años desde la puesta en marcha.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

- Soporte técnico post-instalación: acompañamiento durante la fase de estabilización inicial.
- Incluir un anexo técnico con certificados de fábrica y pruebas de laboratorio.

### c. Redacción y negociación de cláusulas de desempeño

- Establecer cláusulas que garanticen el cumplimiento de parámetros de producción esperados, tales como:
  - Mínimo de generación anual (kWh) estimado con base en el diseño.
  - Porcentaje máximo de desviación aceptable (ej.  $\pm 5\%$ ).
  - Mecanismo de compensación si no se cumplen los niveles mínimos de rendimiento.
    - Negociar penalidades por incumplimientos, tales como:
      - Retrasos en la entrega: multas diarias por cada día calendario posterior a la fecha acordada.
      - Fallos técnicos recurrentes: obligaciones de reemplazo sin costo adicional.
      - No cumplimiento del RETIE/RETILAP: suspensión de pagos hasta corregir fallas.

### d. Estructura del plan de pagos

Establecer hitos de avance físico vinculados al cronograma de ejecución para efectuar pagos parciales:

Hito	Actividad vinculada	Porcentaje de pago
H1	Firma de contrato	10%
H2	Aprobación de diseño y entrega de equipos	40%
H3	Instalación completa	30%
H4	Puesta en marcha y acta de conformidad	20%

Incluir retención del 5-10% final como garantía de calidad durante el primer año operativo.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### **e. Revisión legal y aprobación del contrato**

- Remitir el borrador del contrato al área jurídica de Disfarma para:
  - Revisión de obligaciones y derechos.
  - Validación de cumplimiento con normativas nacionales (Ley 80, Código Civil, RETIE, Ley 1715 de 2014).
  - Inclusión de cláusulas de arbitraje, solución de controversias, confidencialidad y fuerza mayor.

En caso necesario, solicitar la opinión de asesores externos especializados en contratación energética.

### **f. Firma del contrato.**

- Coordinar una reunión formal para la firma del contrato EPC, sus anexos y garantías, con la presencia de:
  - Representante legal de Disfarma.
  - Representante legal del proveedor.
  - Delegado del Comité Técnico-Energético.
- Registrar el contrato internamente y enviar copia a los responsables de ejecución y supervisión técnica.

## **8.5 Aplicación de beneficios Ley 715 de 2014**

### **a. Identificación de beneficios aplicables al proyecto.**

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

Beneficio	Aplicación al Proyecto
Deducción de renta del 50% sobre la inversión total	Equivale a \$288.878.539 COP, deducible en un plazo de 15 años.
Exclusión del IVA (19%)	Aplica a equipos, materiales y servicios relacionados con la instalación del sistema.
Exención de aranceles de importación	Para paneles, inversores y estructuras importadas.
Depreciación acelerada (5 años)	Ahorro tributario anual estimado: \$20.221.497 COP.

### b. Elaboración del expediente técnico de proyecto

- Reunir la documentación requerida para solicitar los beneficios:
  - Descripción técnica del sistema (potencia instalada, tipo de tecnología).
  - Costo total del proyecto (COP \$577.757.078).
  - Cronograma de ejecución.
  - Plan de operación y mantenimiento.
  - Certificaciones de calidad de los equipos (paneles e inversores).
  - Cálculo de impacto ambiental estimado (reducción de CO<sub>2</sub>, consumo evitado). Acta del Comité Técnico que respalde el carácter estratégico del proyecto.

### c. Solicitud de Certificación ante la UPME

- Registrar el proyecto ante la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) con el fin de obtener la Certificación de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER)
- Acceder al portal oficial de UPME y diligenciar el formulario correspondiente.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

- Adjuntar el expediente técnico y documentos legales de Disfarma (NIT, cámara de comercio, RUT).
- Hacer seguimiento del trámite hasta obtener la resolución aprobatoria.

### **d. Trámite ante la Dian para beneficios tributarios.**

- Presentar la solicitud ante la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) para aplicar:
  - La deducción del 50% del impuesto sobre la renta.
  - La exclusión de IVA para equipos y servicios.
  - Acompañamiento del contador o asesor tributario de la empresa.
  - Ajuste de las declaraciones fiscales para incluir la deducción proyectada.
  - Coordinación con el área de compras para que los proveedores expidan facturas sin IVA cuando sea aplicable.

### **e. Ajustes contables y financieros internos**

- Registrar los activos del proyecto conforme a los lineamientos de la Ley 1715 y el Estatuto Tributario:
  - Incluir depreciación acelerada por 5 años.
  - Calcular el impacto del ahorro fiscal en los estados financieros proyectados.
  - Actualizar el modelo de flujo de caja del proyecto con:
    - Ahorros tributarios anuales (estimados en \$20.221.497 COP por depreciación).
    - Efecto acumulado de los incentivos fiscales sobre el ROI (retorno estimado en 2 a 3 años).
  -

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### **f. Auditoria y respaldo documental**

- Organizar un expediente interno con los siguientes soportes:
  - Certificación UPME.
  - Resoluciones de la DIAN.
  - Copias de facturas exentas de IVA.
  - Estados financieros ajustados.
  - Cálculos de ahorro tributario y ROI.
  - Establecer un calendario de auditorías tributarias internas anuales para asegurar cumplimiento normativo y trazabilidad fiscal.

### **8.6 Intervenciones complementarias**

#### **a. Automatización, monitoreo y selección e instalación de medidores inteligentes**

- Especificar e instalar medidores inteligentes multifunción para:
  - Medir consumo activo, reactivo, potencia, frecuencia y factor de potencia.
  - Registrar curvas de carga y picos de demanda.
- Requisitos:
  - Comunicación vía Modbus TCP/IP, RS485 o protocolo compatible con SCADA/BMS.
  - Capacidad de almacenamiento interno y sincronización con base de datos remota.
- Instalación física:
  - Ejecutar por fases, iniciando con áreas de mayor consumo (HVAC y refrigeración).
  - Realizar pruebas de lectura y calibración tras la instalación

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

**b. Seleccionar el sistema adecuado según el nivel de integración deseado:**

Sistema	Aplicación principal
SCADA	Supervisión industrial de procesos eléctricos y generación fotovoltaica.
BMS	Gestión integral de energía, climatización, iluminación y seguridad en edificios.

- Componentes del sistema:
  - Servidor central con base de datos y software de visualización.
  - Interfaces HMI (Human Machine Interface) para operación y visualización.
  - Sensores y controladores integrados en los equipos de campo (medidores, sensores ambientales, climatización).
- Actividades clave:
  - Integrar los datos de producción del sistema fotovoltaico en tiempo real.
  - Configurar alarmas para desviaciones en consumo o generación.
  - Generar reportes automáticos por área, turno o tipo de consumo.

**c. Control y segmentación del consumo energético por áreas**

- Configurar el sistema para que registre datos por área funcional
  - Oficinas
  - Bodega
  - Cámaras frigoríficas.
  - Áreas comunes.
- Crear tableros de control interactivos que muestren:
  - Consumo diario/semanal/mensual por área.
  - Comparación entre consumo estimado vs. real.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### **d. Capacitación y protocolo de operación**

- Capacitar al personal de operaciones y mantenimiento en:
  - Lectura e interpretación de datos del sistema SCADA/BMS.
  - Identificación de eventos críticos (sobrecargas, caídas de voltaje, desviaciones).
  - Uso de los reportes para toma de decisiones operativas.
- Establecer protocolos de respuesta para:
  - Alarmas de consumo anómalo.
  - Fallas en la producción fotovoltaica.
  - Mantenimiento predictivo de equipos de alto consumo.

### **e. Integración con reporte de sostenibilidad y toma de decisiones**

- Vincular los datos generados al sistema de reporte ambiental, social y de gobierno (ESG) de Disfarma.
- Usar los resultados del monitoreo para:
  - Medir el ahorro energético efectivo generado por el sistema solar.
  - Validar los beneficios fiscales frente a producción y consumo.
  - Ajustar parámetros operativos para aumentar eficiencia energética.
  - Evaluar incorporación de baterías a mediano plazo.
  - Sustituir las luminarias en zonas administrativas, almacenamiento y carga.
  - Reemplazar progresivamente los equipos por sistemas de alta eficiencia y refrigerantes ecológicos

## **8.7 Indicadores de desempeño**

### **a. Definición del sistema de indicadores**

Se seleccionarán tres tipos principales de indicadores:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

Categoría	Indicador	Unidad de Medida
Energética	Ahorro energético mensual/anual	kWh y %
Ambiental	Reducción de emisiones de CO <sub>2</sub>	Toneladas de CO <sub>2</sub> evitadas
Estratégica/Sostenibilidad	Cumplimiento de metas ambientales	% de cumplimiento vs. metas ESG

**b. Cálculo del ahorro energético mensual y anual**

- Establecer una línea base energética (consumo antes del sistema solar).
- Calcular la producción mensual del sistema fotovoltaico (según SCADA/BMS).

- Determinar el ahorro neto:

Ahorro=Consumo estimado sin fotovoltaico–Consumo real con fotovoltaico

- Generar gráficas comparativas mes a mes y acumulado anual.
- Establecer una meta de reducción porcentual anual.

**c. Cálculo de la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>**

- Aplicar el factor de emisión del sistema interconectado nacional (Colombia):
  - Valor aproximado: 0.25 kg CO<sub>2</sub> / kWh (según UPME – ajustar si hay valor actualizado oficial).

Fórmula:

Emisiones evitadas=Energía generada por sistema solar (kWh)×0.25 kg CO<sub>2</sub>/kWh

Convertir a toneladas:

Toneladas evitadas=kg CO<sub>2</sub>/1.000

Crear indicadores de impacto ambiental:

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

- Toneladas de CO<sub>2</sub> evitadas mensualmente.
- Equivalencia: árboles plantados, vehículos retirados, etc., para comunicación institucional.

### **d. Medición del cumplimiento de metas de sostenibilidad**

- Identificar las metas ESG o de sostenibilidad de Disfarma relacionadas con:
- Energías limpias.
- Huella de carbono.
- Gestión eficiente de recursos.
- Responsabilidad corporativa ambiental.

Establecer un tablero de control con metas y progreso. Ejemplos:

- Meta 2025: Reducir 50% emisiones operativas frente a línea base 2022.
- Meta anual: Generar 180.000 kWh mediante energía renovable.

Establecer mecanismos de reporte trimestral o semestral para:

- Gerencia general.
- Comité de sostenibilidad.
- Certificaciones externas.

### **e. Socialización interna y mejora continua**

- Comunicar los resultados de los indicadores a las áreas operativas, sostenibilidad y gerencia.
- Realizar reuniones de análisis trimestral para:
  - Evaluar cumplimiento vs. metas.
  - Identificar desviaciones.
  - Ajustar estrategias de ahorro, mantenimiento o ampliación del sistema.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

- Incorporar los indicadores en los informes de desempeño corporativo y campañas de RSE (Responsabilidad Social Empresarial).

Como complemento al sistema de indicadores definidos en este plan de intervención, se han diseñado indicadores bajo el enfoque SMART (específicos, medibles, alcanzables, relevantes y con límite temporal). Estos indicadores permiten monitorear de forma precisa los resultados clave del proyecto y asegurar que los beneficios esperados se alineen con los objetivos estratégicos de Disfarma en eficiencia energética, sostenibilidad y retorno de inversión.

Los siguientes indicadores SMART serán aplicados desde la etapa de operación del sistema:

1. Reducir en un 30 por ciento el consumo de energía eléctrica convencional del centro de distribución en Galapa, al finalizar el primer año de operación del sistema fotovoltaico, tomando como referencia el consumo histórico de los años 2023 y 2024.
2. Evitar la emisión de al menos 45 toneladas de dióxido de carbono en el primer año, con base en el cálculo derivado del factor de emisión del sistema interconectado nacional (0.25 kg CO<sub>2</sub> por kWh generado).
3. Alcanzar una Tasa Interna de Retorno (TIR) mínima del 18 por ciento y un Valor Presente Neto (VPN) positivo superior a 50 millones de pesos colombianos, evaluado al quinto año de operación del sistema.
4. Garantizar una disponibilidad operativa del sistema solar igual o superior al 95 por ciento en cada mes del primer año, según el monitoreo en tiempo real proporcionado por el sistema SCADA.
5. Capacitar al 100 por ciento del personal operativo y de mantenimiento responsable del sistema, antes de la puesta en marcha, asegurando la comprensión funcional del sistema de supervisión, alarmas, reportes y protocolos de intervención.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

6. Publicar al menos dos informes internos de sostenibilidad en el primer año posterior a la implementación del sistema, incorporando indicadores de ahorro energético, reducción de emisiones y desempeño ambiental, como insumo para el sistema de reporte ESG de la organización.

Estos indicadores serán integrados al tablero de control general del proyecto y reportados trimestralmente al Comité Técnico-Energético y a la Gerencia General. Asimismo, constituirán la base para el seguimiento de las metas institucionales de sostenibilidad y eficiencia operativa de Disfarma.

**Figura 40.** Indicadores smart

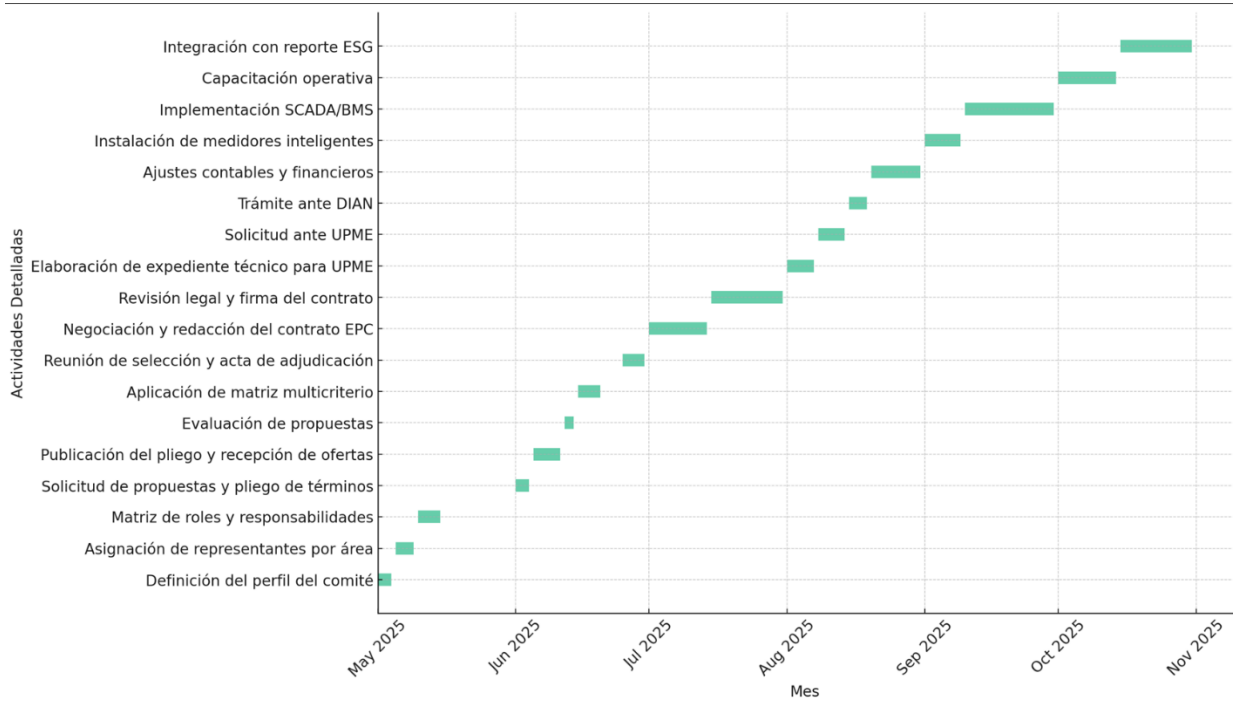
Nº	Indicador SMART	Línea Base	Meta Planteada	Responsable	Periodicidad de Medición
1	Reducir en un 30% el consumo de energía eléctrica convencional en el primer año	Consumo promedio 2023-2024	30% de reducción	Área Técnica / SCADA	Mensual / Anual
2	Evitar al menos 45 toneladas de CO <sub>2</sub> emitidas en el primer año	0 toneladas evitadas	≥ 45 toneladas	Área Sostenibilidad	Trimestral / Anual
3	Alcanzar una TIR mínima del 18% y VPN > \$50 millones COP en 5 años	TIR y VPN proyectados	≥ 18% TIR y VPN > \$50M COP	Área Financiera	Anual
4	Mantener una disponibilidad operativa del sistema ≥ 95% mensual	Sin sistema solar instalado	≥ 95% disponibilidad mensual	Proveedor / Técnico	Mensual
5	Capacitar al 100% del personal operativo antes de la puesta en marcha	0% del personal capacitado	100% capacitado	Recursos Humanos	Al finalizar capacitación
6	Publicar 2 informes de sostenibilidad en el primer año de operación	Sin informes específicos previos	2 informes publicados	Área de Sostenibilidad	Semestral

Nota. Elaboración Propia

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### Cronograma de implementación y matriz de responsabilidades

**Figura 41.** Cronograma de implementación



Nota. Elaboración Propia

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

**Figura 42.** Matriz de responsabilidades

Área / Perfil	Responsabilidades Principales	Actividades	Productos Esperados	Nivel de intervencion
Ingeniería Eléctrica/Energética	Diseño técnico, revisión de especificaciones, evaluación técnica de propuestas, verificación de RETIE y RETILAP.	Validar diseños eléctricos, asistir a reuniones técnicas, revisar simulaciones de generación.	Informe técnico aprobado, actas de revisión de planos, conformidad RETIE.	Alto
Finanzas, Contabilidad y Tributaria	Evaluación de costos, análisis de rentabilidad, proyecciones fiscales, aplicación de beneficios tributarios.	Simular impacto financiero, preparar proyecciones y registros contables, revisar facturación sin IVA.	Modelo financiero ajustado, registros contables del incentivo, reportes tributarios.	Medio-Alto
Sostenibilidad / Ambiental	Validación del impacto ambiental, cumplimiento de normativa sostenible, indicadores ESG.	Revisar documentación ambiental, calcular reducciones de CO <sub>2</sub> , contribuir al reporte ESG.	Acta de respaldo al impacto ambiental, métricas ESG documentadas.	Medio
Área Jurídica	Revisión de contratos, validación legal del proceso, control de cláusulas y riesgos jurídicos.	Revisar borradores contractuales, proponer ajustes, validar cláusulas de arbitraje y garantías.	Contrato legalmente aprobado, actas de revisión legal, cláusulas validadas.	Medio
Operaciones Logísticas	Apoyo logístico en instalación, coordinación operativa durante obras, validación de cronograma físico.	Coordinar accesos a instalaciones, supervisar logística de equipos, reportar avances.	Bitácoras de obra, cronogramas logísticos, informes de avance físico.	Medio
Proveedor EPC	Ejecución técnica del proyecto, entrega de documentación, soporte post-instalación, coordinación con el comité.	Montaje de paneles, instalación de inversores, pruebas, capacitación técnica.	Sistema instalado, manuales de usuario, acta de entrega y pruebas exitosas.	Alto

Nota. Elaboración Propia

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### **9. Conclusiones y recomendaciones**

A lo largo de este documento se ha llevado a cabo un proceso significativo de investigación, análisis y aplicación de diversos recursos, lo cual ha permitido desarrollar un proyecto con un alto grado de viabilidad para avanzar hacia la fase de implementación.

Este estudio ha facilitado la construcción de un concepto claro no solo sobre la situación actual de Disfarma GC, sino también sobre el camino a seguir para abordar los desafíos presentes y la proyección de los beneficios que se obtendrán con la implementación del sistema de energía fotovoltaica en el Centro de Distribución Logístico del municipio de Galapa, en el departamento del Atlántico.

A continuación, se presentan las conclusiones correspondientes

#### **Conclusiones**

Se logró realizar un estudio de factibilidad técnico-financiero para la implementación de un sistema fotovoltaico en el centro de distribución de Disfarma en Galapa, concluyendo que el proyecto es viable bajo la modalidad de contratación EPC, con un retorno de la inversión en menos de tres años gracias a los ahorros en consumo energético y los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014.

Tras comparar las modalidades de contratación EPC y PPA, se determinó que la modalidad EPC es la más conveniente para Disfarma, dado que permite mayor control sobre la infraestructura, mejores beneficios económicos a largo plazo y un mayor aprovechamiento de los incentivos tributarios disponibles.

La evaluación financiera, apoyada en simulaciones de ahorro energético y análisis de costos, confirmó que el proyecto genera un flujo de caja positivo a corto plazo. Los beneficios fiscales, como la deducción de renta y exclusión de IVA, mejoran aún más la rentabilidad del proyecto.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

Desde el punto de vista técnico, el análisis de la infraestructura eléctrica del CEDI Galapa y las condiciones climáticas locales —especialmente la alta irradiancia solar del Atlántico— indica que la instalación de paneles solares es viable y eficiente. La infraestructura actual puede adaptarse con adecuaciones mínimas, facilitando la implementación del sistema fotovoltaico.

La propuesta final, basada en el análisis técnico y financiero, sugiere que Disfarma debería optar por un contrato tipo EPC, lo cual le permite beneficiarse de todos los incentivos disponibles, asegurar la calidad del sistema, y mejorar su imagen como empresa social y ambientalmente responsable.

La percepción positiva de los actores involucrados respecto al uso de energías limpias, aun cuando su costo sea superior al convencional, respalda socialmente la implementación del proyecto, reforzando su viabilidad en términos de aceptación y compromiso interno con la sostenibilidad.

La implementación del sistema fotovoltaico no solo aporta beneficios económicos y técnicos, sino que también fortalece la estrategia de sostenibilidad de Disfarma, al reducir significativamente las emisiones de CO<sub>2</sub> y posicionar a la compañía como pionera en el uso de energías renovables dentro del sector salud en Colombia.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### **Recomendaciones**

Como bien lo delimita el proyecto, lo que aquí se ha abordado es la definición de la viabilidad técnica y financiera de la implementación de un sistema de energía fotovoltaica en el CEDI Galapa que debe seguir Disfarma, este será el primer paso de una ruta que posteriormente les permitirá evaluar la implementación en los otros centros logísticos que tiene en Colombia.

A continuación, se señalan las recomendaciones al respecto:

Dados los hechos analizados y los buenos indicadores de referencia que arroja este proyecto, se recomienda la implementación ágil del mismo como parte de las acciones estratégicas para garantizar la sostenibilidad y el crecimiento del Centro Logístico de Disfarma en el municipio de Galapa.

Establecer un plan de monitoreo y mantenimiento regular para asegurar el óptimo funcionamiento de los paneles solares y maximizar su vida útil.

Capacitar al personal del centro de distribución en el manejo y mantenimiento del sistema fotovoltaico para garantizar su correcta operación y rápida resolución de posibles problemas.

Considerar la posibilidad de expandir el uso de energía solar a otras instalaciones de la empresa, aprovechando los beneficios económicos y ambientales demostrados en este proyecto.

Comunicar los logros y beneficios del proyecto a los stakeholders y al público en general para fortalecer la imagen de la empresa como líder en sostenibilidad y energía renovable.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

### 10. Referencias

Ali, N., Hussain, A., Ahmed, R., Wang, M., Zhao, C., Ul Haq, B., & Fu, Y. (2016). Advances in nanostructured thin film materials for solar cell applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 726–737. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.001>

ASI VAMOS EN SALUD. (2023). Informe de Aseguramiento Georeferenciado. <https://www.asivamosensalud.org/indicadores/aseguramiento/aseguramiento-georeferenciado>

Ballestrini, C. (2002). *Cómo se elabora el proyecto de investigación*. Caracas: Ediciones R&H.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2020). *Guía práctica para la implementación de sistemas fotovoltaicos en América Latina y el Caribe*. <https://publications.iadb.org>

Bayod Rújula, Á. A. (2009). *Energías renovables: sistemas fotovoltaicos*. Prensas de la Universidad de Zaragoza. <https://elibro-net.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/ereader/bibliotecaean/41940?page=14>

Belda Hériz, I. (2018). *Economía circular: un nuevo modelo de producción y consumo sostenible*. Editorial Tébar Flores.

Bloomberg New Energy Finance. (2015). *Executive Outlook*.

Cámara Colombiana de Energía. (2022). *Informe sobre la inflación en el costo de la electricidad en el Atlántico*.

Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG). (2023). *Regulación aplicable a sistemas de autogeneración de energía en Colombia*. <https://www.creg.gov.co/>

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

Compañía SIA Industrial. (2023). Informe técnico de parámetros eléctricos y demanda máxima – Bodega 18, Galapa.

[Informe inédito].

Compañía SIA Industrial. (2024). Informe técnico de parámetros eléctricos y demanda máxima – Bodega 19, Galapa.

[Informe inédito].

Congreso Nacional de Colombia. (13 de mayo de 2014). Ley 1715 de 2014. Bogotá, Distrito Capital, República de Colombia.

Coronel, M. (2013). Diseño Integral de containers para refugios con acondicionamiento térmico mediante la aplicación de la guadúa y solución autónoma de servicios básicos para el Parque Nacional Cotopaxi. Universidad Tecnológica Equinoccial.

DANE. (2022). Principales Resultados

IPC. [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ipc/ipc\\_rueda\\_prensa\\_dic22.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ipc/ipc_rueda_prensa_dic22.pdf)

Díaz-García, C., González, Á., & Sáez-Martínez, F. (2015). Eco-innovation: insights from a literature review.

Innovation: Management, Policy & Practice, 17(1), 6–23. <https://doi.org/10.1080/14479338.2015.1011060>

Disfarma. (2023). Informe de caracterización energética CEDI Galapa 2023. [Informe interno, no publicado].

Disfarma. (2024). Informe de consumo energético CEDI Galapa 2024. [Informe interno, no publicado].

Disfarma. (2023). DISFARMA. <https://www.disfarma.com.co/s8/unidades-de-negocio/unidad-de-dispensacion>

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

- DNV. (2023). Mantenimiento predictivo en centrales fotovoltaicas a gran escala. pv magazine Mexico. Recuperado de <https://www.pv-magazine-mexico.com/2023/09/11/mantenimiento-predictiv-en-centrales-fotovoltaicas-a-gran-escala/>
- Duarte, J., Orjuela, S., & Torregroza, A. (2023). Innovative Technology strategies for the sustainable development of self-produced energy in the Colombian industry. Sustainability.
- Dunlop, J. (2009). Photovoltaic Systems. Illinois: American Technical Publishers.
- Ecoenergy Latin America S.A.S. (s.f.). Energía solar para un futuro sostenible. <https://www.ecoenergyla.com/>
- Enexa. (s.f.). Energía solar para empresas y proyectos industriales. <https://www.enexa.com.co/>
- Equipo consultor del proyecto. (2024). Análisis comparativo del consumo energético y diseño metodológico del sistema fotovoltaico en el CEDI Galapa. [Documento de trabajo].
- EPC Energy Group S.A.S. (s.f.). Proyectos solares con enfoque EPC y PPA. <https://www.epcenergygroup.com/>
- EPC Energy Group S.A.S. (s.f.). Soluciones energéticas sostenibles. <https://www.epcenergygroup.com/>
- González, J. (2015). Energías renovables. Barcelona: Editorial Reverté.
- Guerrero Ramiro. (2010). Informe del sistema de salud en Colombia. <https://www.scielosp.org/pdf/spm/v53s2/10.pdf>

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

Hongo, S. (2014). Modelo de cooperación energética entre China y América Latina. *Revista Problemas del Desarrollo*, 176(45). Recuperado el 16 de agosto 2023 de ScienceDirect.

IDEAM. (s.f.). Atlas de radiación solar de Colombia. <https://www.ideam.gov.co/>

Jarauta, L. (2012). *Les energíes renovables*. Editorial UOC.

Kissel, T. (2007). *Electricity, Electronics, and Control Systems for HVAC*. Richmond: Ergodebooks.

LEY 1715. (2014). Obtenido de LEY\_1715\_2014.pdf (upme.gov.co)

Menanteau, P., Finon, D., & Lamy, M.-L. (2003). Prices versus quantities: choosing policies for promoting the development of renewable energy. *Energy Policy*, 31, 799–812.

Ministerio de Minas y Energía. (2022). Lineamientos para el aprovechamiento de energías renovables no convencionales en Colombia. <https://www.minenergia.gov.co/>

Ministerio de Minas y Energía. (2020). *Plan Nacional de Energía (PEN)*.

Ministerio de Minas y Energía. (2021). *Estrategia de Transición Energética*.

Moreno Esparza, D. S., & Escarraga González, A. J. (2023). *Análisis de la Factibilidad de la Implementación de Sistemas de Energía Fotovoltaica en Residencias Rurales de Chocontá-Cundinamarca*. Universidad Ean.

Recuperado de <https://repository.universidadean.edu.co/bitstreams/a0b6b439-b423-4fbf-b5fd-290d9688bc6f/download>

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

Mohamed, N., Itam, Z., Leong, W., & Syamsir, A. (s.f.). Sustainable Development Perspectives of a Solar Energy Technologies with Focus on Solar Photovoltaic – A Review. Civil Engineering Department, Universiti Tenaga Nasional.

Morante, F., Zilles, R., Espinoza, R., & Horn, M. (2005). Análisis del consumo de energía eléctrica en sistemas fotovoltaicos domiciliarios instalados en cuatro comunidades aisladas de la región de Puno, Perú. *Energía y desarrollo*, 26, 9-17.

Portafolio. (2024). Tarifas de energía en el Caribe subirían 25% por intervención de precios en bolsa. <https://www.portafolio.co/energia/tarifas-de-en-el-caribe-subirian-25-por-intervencion-de-precios-en-bolsa-595277>

Radomes Jr., A. A., & Arango, S. (2015). Renewable energy technology diffusion: an analysis of photovoltaic-system support schemes in Medellín, Colombia. *Journal of Cleaner Production*, 92, 152–161.

Raeburn, J. (2024). *Herramientas estratégicas para el análisis empresarial*. Business Insights Publishing.

Raufflet, E., Barrera Duque, E., García de la Torre, C., Lozano Aguilar, J., & Portales Derbez, L. (2017). *Responsabilidad, ética y sostenibilidad empresarial*. Pearson Educación.

Republica, L. (2024). Precios de electricidad subieron 19,51% anual y la Costa Caribe es donde más crece. <https://www.larepublica.co/economia/precios-de-electricidad-subieron-19-51-anual-y-la-costa-caribe-es-donde-mas-crece-3566130>

Rennings, K. (2000). Redefining innovation — eco-innovation research and the contribution from ecological economics. *Ecological Economics*, 32, 319–332.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

- Resch, G., Held, A., Faber, T., Panzer, C., Toro, F., & Haas, R. (2008). Potentials and prospects for renewable energies at global scale. *Energy Policy*, 4048–4056.
- Ruiz, Fernando. (2022). Colombia llegó al aseguramiento universal en salud. <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Colombia-llego-al-aseguramiento-universal-en-salud-al-alcanzar-el-99.6.aspx>
- Scarpellini, S., Valero-Gil, J., & Portillo-Tarragona, P. (2016). The “economic–finance interface” for eco-innovation projects. *International Journal of Project Management*, 1012–1025.
- SolarPower Europe. (2023). Global Market Outlook for Solar Power 2023-2027. Recuperado de <https://www.energias-renovables.com/fotovoltaica/estos-son-los-diez-graficos-que-muestran-20230614/>
- Sun Gold. (s.f.). Especificaciones técnicas de panel solar policristalino 250W. <https://www.sungoldsolar.com/>
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2023). Informe sobre el costo de la electricidad en el Atlántico.
- Supersociedades. (2022). Informe de las 1.000 empresas más grandes del país. <https://www.supersociedades.gov.co>
- Torres, J., & Ramírez, L. (2021). Modelos de negocio para proyectos solares: Comparativa entre EPC y PPA. *Revista Energía Limpia Latinoamérica*, 9(3), 44–53. <https://energialimpialatina.com/>
- Trina Solar. (s.f.). Ficha técnica de panel solar policristalino 250W. <https://www.trinasolar.com/>

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE  
UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CEDI DE DISFARMA GALAPAGA

Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). (2021). Guía para la gestión de incentivos tributarios bajo la Ley

1715 de 2014. <https://www1.upme.gov.co/>

Unidad de Planeación Minero-Energética Colombiana. (2005). Atlas de Radiación Solar. Bogotá: Ministerio de Minas  
y Energía.