

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

UCC – SEDE LEÓN



COORDINACIÓN DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Culminación de Pensum

Proyecto de Graduación para optar al título de grado en Ingeniería Industrial

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN
PROYECTO DE ENERGÍA SOLAR EN EL CAMPUS UCC - LEON EN EL
PERIODO COMPRENDIDO DE JULIO A NOVIEMBRE DEL AÑO 2023.**

ELABORADO POR

Br. Borge Acosta Juan José

Ingeniería Industrial

Br. Martínez Calderón Fernando Otoniel

Ingeniería Industrial

Br. Osabas Sanchez Maynor Keny

Ingeniería Industrial

TUTOR TÉCNICO: MBA. Reyes Barboza Emilio Moharet

TUTOR METODOLÓGICO: Lic. Mercado Rodríguez Belén del Rosario

LEÓN, NOVIEMBRE 2023

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

UCC – SEDE LEON



COORDINACIÓN DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Culminación de Pensum

Proyecto de Graduación para optar al título de grado en Ingeniería Industrial

AVAL DEL TUTOR

El MBA. Reyes Barboza Emilio Moharet y Lic. Mercado Rodríguez Belén del Rosario, tienen a bien:

CERTIFICAR

Que: El Proyecto de Graduación con el título: **“ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO DE ENERGIA SOLAR EN EL CAMPUS UCC - LEON EN EL PERIODO COMPRENDIDO DE JULIO A NOVIEMBRE DEL AÑO 2023”**, elaborado por los autores: Br. Borge Acosta Juan José. Br. Martínez Calderón Fernando Otoniel. Br. Osabas Sanchez Maynor Keny, ha sido dirigida por los suscritos.

Al haber cumplido con los requisitos académicos y metodológicos del Proyecto de Graduación, damos de conformidad a la presentación de dicho trabajo de culminación de estudios para proceder a su lectura y defensa, de acuerdo con la normativa vigente del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil y Reglamento de Investigación, Innovación y Transferencia.

Para que conste donde proceda, se firma la presente en UCC Sede León a 26 de Noviembre del 2023.

Fdo.: MBA. Emilio Reyes
Tutor Técnico

Fdo.: Lic. Belén Mercado
Tutor Metodológico

DEDICATORIA

En primer lugar, deseamos expresar nuestro más profundo agradecimiento a Dios, quien ha sido nuestra fuente de fortaleza, inspiración y guía espiritual a lo largo de este viaje académico. Sin Su bendición y dirección, este proyecto no hubiera sido posible.

Queremos agradecer a nuestra Alma Mater Universidad de Ciencias Comerciales Campus León por brindarnos la oportunidad de realizar este proyecto de grado. El apoyo y los recursos proporcionados por la institución fueron fundamentales para llevar a cabo esta investigación.

También queremos expresar nuestra gratitud al Arquitecto Cesar Balladares, Ingeniero Emilio Reyes y la Licenciada Belén Mercado, por el apoyo en el desarrollo de este proyecto. Sus valiosos comentarios, experiencia y sugerencias contribuyeron significativamente a mejorar este proyecto.

No podemos dejar de agradecer a nuestras familias por su amor incondicional y aliento constante. A nuestros padres, quienes siempre creyeron en nosotros y nos motivaron a perseguir nuestras metas.

Este logro no hubiera sido posible sin la contribución de todos ustedes. Estamos profundamente agradecido por su confianza, ayuda y apoyo hacia la culminación de este desafiante camino académico.

Gracias

Br. Borge Acosta Juan José.
Br. Martínez Calderón Fernando Otoniel.
Br. Osabas Sanchez Maynor Keny.

AGRADECIMIENTOS

A Dios primeramente por haberme guiado en este camino y llegar a este punto, tú siempre me diste la fuerza necesaria para continuar y lograrlo. A toda mi familia Principalmente, a mis padres que me apoyaron y contuvieron los momentos buenos y malos. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades que se presentaban, sin perder nunca la fe. Me han enseñado a ser la persona que soy hoy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño. Agradecido siempre estaré por haber cumplido esta Meta tan importante para mí. Espero contar siempre con su valioso apoyo incondicional.

Br. Borge Acosta Juan José.

Primeramente, a Dios por brindarnos la vida y permitirnos llegar a este punto, a mis padres por haberme apoyado en cada uno de mis pasos, por ser ejemplos por seguir para mí, por guiarme en mi vida correctamente. Ellos mi motivación para ser mejor y valorar cada uno de los sacrificios que realizaron para permitirme llegar a este punto de mi desarrollo profesional eternamente agradecido por cumplir esta meta tan significativa sobre todas las adversidades y esfuerzos.

Br. Martínez Calderón Fernando Otoniel.

Es un orgullo dedicar este proyecto a personas importantes que han sido cimientos fundamentales en el trayecto de esta etapa de mi vida.

A Dios por darme la tenacidad y resiliencia para seguir adelante con los propósitos de mi vida.

A mi abuela por ser esa inspiración y demostrarme que la lucha es el camino al éxito, por su lucha insaciable y esfuerzo en apoyarme sin duda alguna en toda esta aventura
A mis hermanas por sus consejos y palabras de motivación por creer en mí y ayudarme siempre.

A ellos este proyecto que sin ellos no hubiese podido ser.

Br. Osabas Sanchez Maynor Keny.

INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO	3
1.1- Antecedentes y Contexto del Problema	3
1.1.1- Antecedentes internacionales.....	3
1.1.2- Antecedentes Regionales	5
1.1.3- Antecedentes Nacionales	6
1.2- Objetivos del Proyecto	9
1.2.1- Objetivo General.....	9
1.2.2- Objetivos Específicos.....	9
1.3- Descripción del Problema y Preguntas de Investigación	10
1.4- Justificación	11
1.5- Alcance y limitaciones del Proyecto	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	15
2.1- Marco conceptual.....	15
2.1.1- Energía	15
2.1.2- Energía Eléctrica (electricidad)	15
2.1.3- Sistema Eléctrico	15
2.1.4- Fuentes de Energía	15
2.1.5- Energía Solar.....	16
2.1.6- Radiación solar	19
2.1.7- Caracterización de la radiación solar.....	22
2.1.8- Sistemas fotovoltaicos:	23
2.1.9- Sistema aislado	23
2.1.10- Sistema fotovoltaico híbrido.....	24
2.1.11- Sistema interconectado a la red	25
2.1.12- Módulo fotovoltaico	26
2.1.13- Tipos de módulos fotovoltaicos.....	27
2.1.14- Censo de carga	27
2.1.15- Dimensionar las instalaciones	28
2.1.16- Cálculos de costos.....	29

2.1.17- El criterio de la tasa interna de retorno (TIR)	29
2.1.18- El criterio del valor actual neto (VAN)	30
2.2.- Marco Legal	31
2.2.1- LEY DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	31
2.3.- Marco contextual, institucional	36
2.3.1- Misión	36
2.3.2- Visión.....	36
2.3.3- Valores.....	36
2.3.4- Compromiso con la Comunidad.....	36
2.3.5- Colaboraciones y Alianzas.....	36
2.3.6- Recursos y Apoyo Institucional.....	37
CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO	38
3.1- Tipo de Proyecto.....	38
3.1.1- Clasificación del proyecto	38
3.2- Métodos de estudio y unidades de análisis.....	39
3.3- Técnicas e instrumentos de recolección de datos	39
3.4- Confiabilidad y validez de los instrumentos	39
CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO SITUACIONAL	41
4.1- Diagnóstico	41
4.1.1- Macro y Micro localización.....	42
4.1.2- Caracterización del Entorno.....	42
4.1.3- Aspectos económicos	43
CAPÍTULO V: ESTUDIOS DE INGENIERÍA	45
5.1- Dimensionamiento del consumo de los laboratorios por medio del censo de carga	45
5.2- Consumo real según pagos realizados.....	47
5.3- Estudio de mejora en operaciones.....	52
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE RESULTADOS	60
6.1- Estudio Técnico	60
6.1.1- Calculo cantidad de paneles para el área de consumo	60
6.2- Propuesta de Diseño.....	63

6.2.1- Selección del tipo de suministro de energía eléctrica método de ponderación	63
6.2.2- Propuesta planteada.....	65
6.2.3- Beneficios y Resultados Esperados.....	66
6.3- Análisis de riesgo (según lo identificado)	66
6.3.1 Costos iniciales elevados.....	66
6.3.2- Necesidad de mantenimiento especializado:.....	66
6.3.3- Dependencia de las condiciones climáticas:.....	66
6.3.4- Riesgo de obsolescencia tecnológica	67
6.4- Presupuesto.....	67
6.4.1- Consumo de energía	68
6.4.2- Costos total para invertir	70
6.4.3- Financiamiento	70
6.4.4- Costo beneficio del proyecto.....	72
6.4.5 Cálculos VAN.....	73
6.4.6 Calculo TIR	73
6.4.7- Resultados de cálculos para identificar la prefactibilidad de este proyecto	75
6.4.8- Calcular TMAR del proyecto	76
6.4.9- Toma de decisión	77
6.5- Cronograma de ejecución	77
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES.....	78
CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
ANEXOS O APENDICES	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Mapa potencial eléctrico fotovoltaico	19
Figura 2	Mapa irradiación global horizontal	20
Figura 3	Mapa irradiación directa normal	21
Figura 4	Mapa de radiación solar de Nicaragua	22
Figura 5	Elementos de un sistema fotovoltaico	24
Figura 6	Ubicación Campus UCC León.....	42
Figura 7	Pago histórico.....	48
Figura 8	Consumo promedio	49
Figura 9	Consumo histórico en promedio	50
Figura 10	Diagrama de causa y efecto	53
Figura 11	Diagrama de Pareto.....	54
Figura 12	Componentes del proceso en operación	56
Figura 13	Zona de instalación	61
Figura 14	Radiación solar en el sitio.....	62
Figura 15	Comportamiento de pagos por años	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Censo de carga.....	45
Tabla 2	Promedio de horas de consumo	45
Tabla 3	Consumo en KWH	46
Tabla 4	Costo Anual de los laboratorios	46
Tabla 5	Pago real según facturas	47
Tabla 6	Precios por Kilowatt	48
Tabla 7	Consumo Real en Kilowatts	50
Tabla 8	Plan de mantenimiento.....	57
Tabla 9	Método cualitativo por puntos	64
Tabla 10	Proyección a 15 años (sin proyecto)	67
Tabla 11	Proyección a 15 años (proyecto ya implementado)	68
Tabla 12	Condiciones del préstamo.....	70
Tabla 13	Tabla de amortización de financiamiento (anual).....	71
Tabla 14	Relación costo beneficio	72
Tabla 15	Flujo de efectivo	74
Tabla 16	Cálculo de VAN y TIR	74
Tabla 17	Cronograma período (2023-2024).....	77

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Actual abastecimiento de energía	83
Anexo 2	Elaboración de aplicación de instrumentos	84
Anexo 3	Entrevista.....	85
Anexo 4	Validación por experto	88
Anexo 5	Trabajo de campo.....	90
Anexo 6	Instrumentos utilizados en el censo de carga	91
Anexo 7	Lugar en estudio.....	92
Anexo 8	Condiciones de las instalaciones en los paneles eléctricos.....	93
Anexo 9	Cotización con proveedor	94
Anexo 10	Cronograma de actividades para el desarrollo del proyecto	95
Anexo 11	Horas de uso de los laboratorios	96
Anexo 12	Factura	102
Anexo 13	Propuesta de financiamiento	103

RESUMEN

El proyecto "Estudio de Prefactibilidad para la Implementación de un Proyecto de Energía Solar en el Campus UCC - León en el Periodo Comprendido de Julio a Noviembre del Año 2023" se llevó a cabo con el objetivo de evaluar la viabilidad técnica, económica y ambiental de la implementación de un sistema de energía solar en el Campus de la Universidad en la ciudad de León. Durante el periodo de julio a noviembre de 2023, se realizaron estudios para determinar la capacidad de generación de energía solar en el campus, utilizando la metodología cuantitativa de manera descriptiva donde se utilizó como instrumento de recolección de datos la entrevista y el análisis documental, considerando factores como la radiación solar local, la infraestructura disponible y las necesidades energéticas actuales y proyectadas de la institución. Se llevaron a cabo análisis de costos, incluyendo la adquisición e instalación de los paneles solares, así como los costos de mantenimiento a largo plazo. El informe final del estudio de prefactibilidad proporcionó recomendaciones específicas sobre el diseño, la implementación y la gestión del sistema de energía solar propuesto, destacando sus ventajas económicas. Se presentaron posibles fuentes de financiamiento y estrategias de mantenimiento a largo plazo, con el objetivo de garantizar la viabilidad financiera y la sostenibilidad del proyecto a largo plazo. El estudio concluyó con una serie de recomendaciones detalladas sobre los pasos a seguir para la implementación efectiva del proyecto de energía solar en el Campus UCC - León, que podrían ayudar a la universidad a reducir costos operativos y a establecer un ejemplo sólido de compromiso con la sostenibilidad ambiental.

Palabras claves: Prefactibilidad, Implementación, energía solar, sostenibilidad, costos

ABSTRACT

The "Feasibility Study for the Implementation of a Solar Energy Project at UCC Campus - León in the Period from July to November 2023" project was carried out with the aim of evaluating the technical, economic, and environmental viability of implementing a solar energy system on the University Campus in the city of León.

During the period from July to November 2023, studies were conducted to determine the capacity for solar energy generation on the campus, taking into account factors such as local solar radiation, available infrastructure, and the current and projected energy needs of the institution. Cost analyses were conducted, including the acquisition and installation of solar panels, as well as long-term maintenance costs.

The final report of the feasibility study provided specific recommendations on the design, implementation, and management of the proposed solar energy system, highlighting its economic advantages. Possible sources of financing and long-term maintenance strategies were presented, aiming to ensure the project's long-term financial viability and sustainability.

The study concluded with a series of detailed recommendations on the steps to effectively implement the solar energy project at UCC Campus - León, which could help the university reduce operating costs and establish a strong example of commitment to environmental sustainability.

Keywords: Prefeasibility, Implementation, solar energy, sustainability, costs



INTRODUCCIÓN

La energía solar es una de las fuentes de energías renovables más utilizadas por sus beneficios de conservación ambiental y por su fácil implementación en la producción de energía eléctrica, La implementación de fuentes de energía sostenible se ha convertido en una prioridad en la actualidad, tanto a nivel global como local. En este contexto, el presente proyecto tiene como objetivo principal llevar a cabo un estudio de prefactibilidad para la implementación de un sistema de energía solar en el Campus de la Universidad de Ciencias y Comerciales (UCC) en León. Este proyecto se enmarca en la búsqueda de soluciones innovadoras y sostenibles para abastecer las necesidades energéticas del campus, reducir su huella de carbono y promover la adopción de energías limpias.

El presente proyecto se desarrolló con una metodología cuantitativa, de carácter descriptivo en un periodo de corte transversal es decir de Julio a Noviembre del año 2023, desarrollándose a través de una entrevista estructurada con 11 preguntas abiertas y utilizando el análisis documental para determinar la problemática existente sobre el consumo energético generado en la institución

Este proyecto aborda la importancia de la energía solar como fuente de energía renovable, así como los beneficios que su implementación podría aportar al campus de la UCC en León. Además, se presentarán los objetivos específicos del estudio de prefactibilidad, los métodos que se utilizarán para su realización y la estructura general del proyecto.

Se determino en base a este análisis que la universidad es optima para la implementación del proyecto de energía solar para disminuir costos operativos, obteniendo datos que fundamentan la necesidad de llevar a cabo este proceso de mejora en busca de la sostenibilidad económica

El presente está estructurado en 8 capítulos y sus respectivos acápite

Capítulo I: Comprende el Planteamiento del Proyecto basándose en proporcionar una introducción y contextualización del proyecto. En este capítulo, se abordan varios aspectos clave.

Capítulo II: Conocido como "Marco Teórico", se basa en la presentación y revisión de las teorías, conceptos, modelos y enfoques relacionados con el tema de investigación que se aborda en el proyecto. Este capítulo tiene como objetivo proporcionar un contexto teórico sólido y fundamentar la investigación que llevarás a cabo.



Capítulo III: Diseño Metodológico se centra en la planificación de cómo se llevará a cabo este proyecto. Esto incluye la clasificación de este, se describen las unidades de análisis y se destaca el uso de métodos cuantitativos. Además, se mencionan las técnicas e instrumentos para la recolección de datos y se asegura la confiabilidad y validez de estos métodos.

Capítulo IV: Diagnóstico situacional en este capítulo, se suele llevar a cabo un diagnóstico de la situación actual, identificando problemas, oportunidades y factores relevantes que influyen en el tema en cuestión. Este diagnóstico puede basarse en datos y cualquier otra información relevante para comprender mejor la situación que se está estudiando. El objetivo principal es proporcionar una visión clara y objetiva de la situación antes de avanzar hacia la formulación de estrategias o soluciones.

Capítulo V: Este capítulo se enfoca en la importancia de los estudios de ingeniería y su relevancia en el proceso de diseño, planificación y ejecución de diversas obras y proyectos de ingeniería. Esto implica la recopilación de datos relevantes, el análisis de las condiciones del entorno y la identificación de los posibles riesgos y desafíos.

Capítulo VI: El análisis de resultados constituye una etapa crucial en cualquier investigación, estudio o proyecto, ya que permite evaluar y entender los datos recopilados, verificar si se han cumplido los objetivos planteados y extraer conclusiones significativas. En este sexto capítulo, se llevará a cabo un detallado análisis de los resultados obtenidos a lo largo de este estudio, destacando los principales hallazgos y su relevancia.

Capítulo VII: En este capítulo se destacan y resumen los hallazgos más importantes del estudio, se discuten las implicaciones de estos hallazgos y se proporciona una reflexión sobre su relevancia en relación con los objetivos iniciales del proyecto.

Capítulo VIII: Se presentan sugerencias o consejos basados en los hallazgos y conclusiones del estudio. Estas recomendaciones pueden incluir medidas específicas para abordar problemas identificados, pautas para futuras investigaciones, propuestas de políticas o acciones prácticas para mejorar la situación examinada en el estudio.



CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

1.1- Antecedentes y Contexto del Problema

Nicaragua está experimentando un crecimiento gradual pero constante en energía solar, esta representa una fuente de energía renovable cada vez más importante, además, cuenta con un alto potencial para la generación de energía solar debido a su ubicación geográfica, clima y con alta radiación solar.

La energía solar se utiliza para generar electricidad a través de paneles solares fotovoltaicos, y su crecimiento en el país contribuye a la diversificación de la matriz energética y a la reducción de las emisiones de carbono. Sin embargo, la adopción de la energía solar aún puede estar en desarrollo y varía según las regiones y la disponibilidad de recursos financieros.

Actualmente el gobierno de Nicaragua ha implementado políticas e incentivos para promover las energías renovables, incluida la energía solar. Estos incentivos incluyen exenciones fiscales y tarifas de alimentación para proyectos de energía solar, debido a esto, a lo largo de los años, se han desarrollado varios proyectos de energía solar en Nicaragua. Estos proyectos varían en escala, desde sistemas solares residenciales y comerciales hasta instalaciones más grandes a nivel de utilidad.

La adopción de la energía solar no solo contribuye a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también puede ayudar a reducir la dependencia de fuentes de energía no renovable y, en última instancia, los costos de energía para los consumidores.

1.1.1- Antecedentes internacionales

Como primera investigación internacional Estudio de prefactibilidad para la implementación de un proyecto de paneles solares fotovoltaicos para la generación y venta de energía eléctrica ubicado en Arjona, Bolívar Colombia en el año 2022 elaborado por Escobar Roldán, Mariana. Con el objetivo de Hacer un estudio de prefactibilidad para la creación de una planta de generación y ventade energía de paneles solares fotovoltaicos en Arjona, Bolívar, por medio de la metodología ONUDI para determinar su viabilidad. En donde se llegó a la conclusión de una exhaustiva investigación basada en los objetivos planteados al inicio de este proyecto, se han obtenido conclusiones y recomendaciones fundamentales que arrojan luz sobre la viabilidad y desafíos asociados con la implementación de un proyecto de generación de energía solar fotovoltaica, la implementación exitosa de proyectos de energía solar fotovoltaica en Colombia exige un enfoque integral que aborde aspectos técnicos,



económicos y políticos. Aunque actualmente existen desafíos sustanciales que limitan la viabilidad, la adopción de medidas estratégicas por parte del Gobierno y la industria podría allanar el camino para un futuro más sostenible y energéticamente eficiente en el país. Lo que nos deja como aporte esta investigación es el descubrimiento de una metodología desconocida ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial). (Escobar Roldán, 2023)

En el segundo antecedente investigado, que tiene como título Estudio de factibilidad técnico económico para la implantación de un sistema complementario de suministro eléctrico basado en energías verdes que se realizó en Venezuela Conjunto Residencial La Arboleda en Ciudad Guayana en la fecha 2020-10-15 por el autor Ramírez, Francis. EL cual tiene como objetivo cumplir con la finalidad de estudiar la factibilidad técnico económica de la instalación de un sistema fotovoltaico complementario basado en energías verdes para el Conjunto Residencial “La Arboleda” en Ciudad Guayana, una investigación evaluativa/proyectiva y en el cual se aplicaron herramientas de recolección de datos como entrevistas informales, informes técnicos, encuestas y análisis documental en el cual tiene en conclusión, el estudio realizado muestra que el recurso solar es la fuente de energía más prometedora entre las opciones consideradas. Con un potencial promedio de 5,55 kW-hora/m²/día, supera los estándares mínimos requeridos y el promedio nacional, lo que lo califica como una fuente de energía solar aprovechable de forma excelente a suprema según estándares internacionales. Una de las mayores aportaciones de este tema es el análisis de viabilidad técnico ya que esto nos permite determinar la capacidad técnica de incorporar distintos tipos de energía en el sistema eléctrico existente. (Ramírez, 2020)

Como tercer antecedente se encontró estudio de prefactibilidad de implementación de planta solar auto generadora de energía para centro comercial Unicentro -Yopal en el año 2021 elaborado por Juan Pablo Yojar Castro y Laura Melissa Yojar Castro Colombia. Este proyecto tiene como fin el estudio de prefactibilidad de implementación de una planta solar para la autogeneración de energía en el centro comercial Unicentro. El proyecto pretende adecuar una planta solar teniendo en cuenta que este es uno de los centros comerciales más atractivos en la ciudad y para su cómodo y buen funcionamiento se necesita un alto consumo de energía a diferencia de los 4 centros comerciales ubicados en la ciudad puesto que estos fueron elaborados estructuralmente con ventilación natural. La propuesta del proyecto es implementar una planta solar con una vida útil de 30 años, donde los primeros 15 años se pretende recuperar la inversión de dicho proyecto entregando el servicio de energía pactado por un beneficio económico, y los 15 años restantes la planta será propiedad del centro comercial, Este proyecto basa su metodología en los procesos a seguir con el fin de



cumplir con el objetivo principal. El proyecto es viable desde todas sus perspectivas, haciendo énfasis en la parte más importante (análisis financiero) se observa que la tasa interna de retorno (TIR) es mayor que la esperada por lo tanto el inversionista puede continuar con su apoyo total al proyecto para empezar a obtener saldo positivo a partir del año siete (7). La aportación de esta investigación es la metodología aplicada que sigue un orden con forme a los objetivos y actividades a realizar para cumplirlos. (Yojar Castro & Yojar Castro, 2021)

1.1.2- Antecedentes Regionales

Como primer antecedente regional se encontró. Estudio de factibilidad para la ejecución del proyecto de energía fotovoltaica El Salvador (Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de El Salvador) en la fecha 27 Sep. 2019 por los autores Rivera Alfaro, Teresa Beatriz; Barahona Rodríguez, Ismael Alberto y Escalante Villalobos, Gerardo Daniel, EL cual tiene como objetivo principal reducir los costos de la facturación energética en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de El Salvador el cual consiste en la implementación de un sistema fotovoltaico en cada edificio de la facultad; proporcionando una alternativa amigable con el medioambiente que permita minimizar costos e impacto medioambiental, a su vez lograr una estabilidad en el suministro eléctrico. La metodología aplicada fue obtenida para sustentar y respaldar la investigación de campo fue lograda a través de la aplicación del método científico, el cual se auxilió del análisis, la síntesis y el deductivo, dichos métodos permitieron realizar estrategias de razonamiento empleadas para obtener conclusiones lógicas a partir de premisas para dar soluciones técnicas a la problemática. De igual forma se utilizó las técnicas instrumentos necesarios capaces de proporcionar la información más adecuada haciendo uso de fuentes primarias y secundarias, así mismo encuestas y entrevistas obteniendo la información proporcionada por autoridades de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de El Salvador. En resumen, la adopción de energía fotovoltaica como fuente de generación eléctrica representa una solución prometedora y sostenible para abordar los desafíos energéticos que enfrenta la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de El Salvador, ofreciendo una forma más eficiente, ecológica y económica de satisfacer sus necesidades de energía. EL aporte que nos deja este proyecto es la referencia de cómo se obtuvo la diferente información necesaria para llevarlo a cabo. (Rivera Alfaro, Barahona Rodriguez, & Escalante Villalobos, 2019)

Como segundo antecedente investigado se encontró Evaluación Financiera para Proyecto de Inversión de Generación y Venta de Energía Limpia, mediante Sistema Fotovoltaicos en El Salvador en la fecha de 14 Mar 2023 elaborado por los autores Henríquez Vásquez, Juan Orlando y Linares Germán, Iris Maricela (2022). Este proyecto tiene como objetivo la finalidad de determinar si los proyectos en los cuales



se tiene alternativa para destinar fondos cuentan con condiciones para desarrollarse y si tendrán un nivel de rentabilidad superior al mínimo requerido por los inversionistas y con ello incrementar el valor de su patrimonio y el método realizado para llevar a cabo este proyecto aborda un modelo de evaluación financiera para proyectos de inversión de generación y venta de energía limpia, mediante sistemas fotovoltaicos, tomando como punto de partida un análisis de la situación actual del mercado energético del país, con énfasis en las plantas de generación de energía eléctrica solares y que se determinó con ello que hay una base favorable para realizar la evaluación de la factibilidad financiera de una planta solar. Adicional, el análisis de riesgo efectuado sobre los resultados permitió identificar los principales propulsores del flujo de caja y visualizar cuales variables son las que requieren un mayor nivel de supervisión a efectos de mantener la rentabilidad esperada del proyecto. Este proyecto nos aportó una forma de como evaluar la parte financiera a la hora de realizar un estudio de factibilidad. (Henriquez Vasquez & Linares German, 2022)

En el tercer antecedente se encontró Estudio de prefactibilidad para la implementación de un proyecto de generación de energía solar en el centro educativo Unitec campus Tegucigalpa, Honduras en abril, 2019 elaborado por María José Aguigure Torres y Samuel Romero Fortín. Mediante esta investigación se buscó analizar la prefactibilidad de instalar un proyecto de energía fotovoltaica en el Campus de UNITEC, Tegucigalpa por medio de la sustitución parcial de la fuente de energía actual. Se aplicaron dos metodologías para efectos del estudio, metodología del PMBOK tomando en cuenta el área de conocimiento de la comunicación e interesados y la metodología de Prefactibilidad. Esta última, se basó en estudios ambientales, legales, de mercado, técnicos y financieros en donde en base a la información que fue arrojada por los diferentes instrumentos de recolección de datos e indicadores financieros como TIR y VAN, se determinó que el proyecto es factible. En base a esta investigación podemos tomar como ejemplo su metodología de investigación en base a el estudio de prefactibilidad abordado. (Eguigure Torres & Romero Fortin, 2019)

1.1.3- Antecedentes Nacionales

En primer antecedente nacional se encontró “Estudio de prefactibilidad del proyecto fotovoltaico para el municipio de Waspam”. Realizado en la universidad nacional de ingeniería en la facultad electrónica y computación, Managua Nicaragua en Julio del año 2019, elaborado por Eduardo Castillo Galeano y Ernesto José Lira Rocha. El presente estudio tiene como principal objetivo evaluar la prefactibilidad del uso de paneles solares fotovoltaicos en las familias de escasos recursos de sectores rurales de Waspam. La metodología que se utilizo fue de tipo cuantitativa que les permitió reunir información fidedigna para tomar decisiones fundada en elementos reales a través de información solicitada a empresas de servicios eléctricos de sectores



cercanos (mercado proveedor y distribuidor), para determinar el consumo promedio anual en cuanto a precio y consumo. Lograron estudios técnicos y financiero que les permitió tener indicadores de rentabilidad como la VAN y la TIR del proyecto para analizar su viabilidad dichos indicadores le mostraron que económicamente el proyecto es ampliamente atractivo y resulta muy beneficioso para la economía nacional, también lograron realizar el estudio de impacto ambiental mediante la metodología MILAN utilizando una matriz de impacto negativos donde los resultados son impactos moderados e irrelevantes. El aporte de este proyecto es que nos dio a conocer la metodología MILAN, empleada para determinar el impacto ambiental que genera la realización de este proyecto. (Castillo & Lira, 2019)

En segundo antecedente se encontró una tesina titulada “Estudio de prefactibilidad de implementación de paneles solares para la electrificación de las oficinas de la empresa Electromecánica Especializada ubicado en el barrio Costa Rica de la ciudad de Managua se realizó en febrero del año 2018 en la universidad nacional de ingeniería en la dirección de estudios de posgrado y educación continua, Elaborado por Ing. Ariel Mauricio Cáceres Bucardo y Ing. Ernestina de los Ángeles Estrada Hernández, teniendo como objetivo general realizar el estudio de prefactibilidad de implementación de paneles solares que supla la capacidad instalada de energía eléctrica y reducción de la facturación mensual del consumo de energía comercial de la empresa Electromecánica Especializada. El tipo de estudio fue de nivel descriptivo ya que especificaron un nivel pequeño específicamente la electrificación de un edificio evaluando los beneficios que se pueden obtener del mismo y para recopilación de datos se realizó un censo de carga para conocer todos los equipos de los que dispone la empresa para la ejecución de las operaciones diarias y entrevista la personal de la empresa esto con el fin de conocer cuáles de todos los equipos hacen uso de acuerdo a sus funciones y el tiempo estimado la utilización de los mismos. En conclusión, de acuerdo con los criterios de VAN Y de TIR se logró determinar que el proyecto es viable económicamente y que la empresa debe de implementar la inversión del panel solar. Como aporte nos da lineamientos a seguir en cuanto a realización del censo de carga y que metodología es la más viable debido a que se pretende seccionar las áreas de mayor consumo en el lugar objeto de estudio. (Cáceres & Ernestina, 2018)

Se encontró como tercer antecedente un trabajo monográfico titulado “Diseño de un sistema solar fotovoltaico para la electrificación de la escuela Edwing Baltodano de la comarca la Aurora los Ángeles municipio de Bluefields.” Se realizó en Managua, agosto del año 2020 en la universidad Nacional de Ingeniería en la facultad de electrotecnia y computación por los autores Ruth Yaneli Obando Lumbi Carmen y Georgina Hernández González tenían como objetivo general Diseñar un sistema solar fotovoltaico para la electrificación de la escuela Edwing Baltodano de la comarca la



Aurora los Ángeles Municipio de Bluefields para dar solución a la carencia de electrificación. Esta investigación abarca desde los antecedentes de los proyectos de energía solar, estudios realizados con anterioridad y resultados obtenidos, así como la descripción acerca del sistema fotovoltaico y sus componentes, un análisis de la demanda de energía en KWh, la realización del diseño del sistema fotovoltaico a través del software AutoCAD 2017 para la presentación de los planos eléctricos, la elaboración de los cálculos para la determinación de los componentes necesarios que contiene la instalación, y el presupuesto para saber qué tan factible será implementar este proyecto en la escuela antes mencionada. En conclusión Se logró detallar los aspectos fundamentales de la energía fotovoltaica, los componentes necesarios para su óptimo diseño y los beneficios que nos ofrece, específicamente para solucionar el problema de electrificación en comunidades rurales como es en la escuela Edwing Baltodano del municipio de Bluefields que por su localización todavía no cuentan con el servicio de energía eléctrica y como aporte nos permite visualizar que es posible utilizar con éxito fuentes renovables de energía eléctrica debido a la múltiples ventajas que tiene ya que ayuda a la conservación del medio ambiente, da seguridad, comunicación, educación, conservación de alimentos y recreación. (Obando & Hernandez, 2020)



1.2- Objetivos del Proyecto

1.2.1- Objetivo General.

- Realizar un estudio de prefactibilidad para la implementación de un proyecto de energía solar en el campus Ucc-León.

1.2.2- Objetivos Específicos.

- Evaluar a través del censo de carga en los laboratorios de informática de la UCC-León el consumo energético de los mismos.
- Identificar las zonas de instalación en el campus UCC-León para la aplicación del sistema fotovoltaico.
- Dimensionar la instalación de los paneles solares fotovoltaicos necesarios para satisfacer la demanda energética de las áreas de alto consumo.
- Calcular costos y beneficios que conlleva la implementación de energía solar fotovoltaica.
- Proponer la alternativa más óptima que cubra la demanda de generación eléctrica y la reducción de costo en la factura.



1.3- Descripción del Problema y Preguntas de Investigación

El consumo energético en el campus de la Universidad Ciencias Comerciales ubicada en la Ciudad de León (UCC-León) presenta un importante desafío en términos de sostenibilidad ambiental, económica y eficiencia energética debido a diferentes factores tales como las áreas climatizadas, los equipos de cómputo de uso diario y laboratorio de informática situación que representa un desafío significativo para los directivos de este campus lo que limita un constante uso de estos espacios teniendo un impacto negativo en la operatividad de las actividades que se realizan.

Actualmente, la institución depende en gran medida de fuentes de energía convencionales, lo que conlleva altas emisiones de gases de efecto invernadero y un impacto negativo en el medio ambiente. Además, esta dependencia puede ser costosa y sujeta a fluctuaciones en los precios de los combustibles fósiles.

El crecimiento constante de la comunidad universitaria y el aumento de la demanda de energía eléctrica plantean la necesidad de buscar soluciones energéticas más sostenibles y responsables. Es imperativo para la UCC-León adoptar prácticas de eficiencia energética y fomentar el uso de fuentes renovables que permitan reducir su huella de carbono, ahorrar costos de operación a largo plazo y establecer un ejemplo en el ámbito de la educación superior en la región.

Con lo anterior descrito y la problemática mencionada el campus objeto de estudio tiene la oportunidad de liderar mediante el ejemplo al explorar y promover prácticas energéticas más eficientes y amigables con el medio ambiente garantizando un futuro energético seguro, económico a largo plazo y ambientalmente responsable.

Preguntas de Investigación

¿Cuál es el impacto económico y beneficio esperado de la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica en el campus UCC-León?



1.4- Justificación

La elección de realizar un estudio de prefactibilidad y de abordar la implementación de una propuesta de energía solar en el Campus UCC-León, responde a la necesidad imperante de contribuir activamente a la mitigación de los desafíos energéticos y ambientales que enfrenta la sociedad contemporánea. Esta justificación se cimienta en la comprensión profunda de los problemas y oportunidades inherentes a la crisis energética no solo en este recinto universitario también se da de manera global y en la convicción de que las instituciones educativas tienen un papel fundamental en la promoción de soluciones sostenibles.

En primer lugar, la crisis climática ha alcanzado un punto crítico en el que la comunidad internacional reconoce la urgente necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y adoptar prácticas energéticas más limpias y sostenibles. Nicaragua, como signataria del Acuerdo de París y consciente de sus compromisos ambientales, debe tomar medidas concretas para cumplir con sus objetivos de reducción de emisiones. La implementación de este proyecto de energía solar es una alternativa para el Campus UCC-León no solo contribuirá a la disminución de la huella de carbono de la institución, sino que también demostrará su compromiso con la acción climática y actuará como un ejemplo inspirador para otras entidades educativas y de la comunidad.

En segundo lugar, la dependencia continua de fuentes de energía no renovables plantea desafíos significativos en términos de seguridad energética y estabilidad económica. Los precios volátiles de los combustibles fósiles y la incertidumbre en torno a su disponibilidad futura resaltan la importancia de diversificar las fuentes de energía. La adopción de una propuesta en el campus UCC-León permitirá no solo reducir la vulnerabilidad a las fluctuaciones en los precios internacionales del petróleo, sino también fomentar la autonomía energética y contribuir a la estabilidad económica a largo plazo.

En tercer lugar, el proyecto busca establecer un enfoque multidisciplinario y colaborativo que involucre a estudiantes, profesores, expertos en energía y la comunidad en general. Proponer este proyecto es que a futuro se llegue a implementar y llevar a la marcha, requerirá la colaboración de diversas disciplinas, desde la ingeniería y la arquitectura hasta la economía y las ciencias ambientales. Este enfoque interdisciplinario no solo enriquecerá la calidad del proyecto, sino que también promoverá un ambiente de aprendizaje enriquecedor para los estudiantes involucrados, quienes tendrán la oportunidad de aplicar sus conocimientos teóricos en un contexto real y relevante.



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

Por último, este proyecto radica en su potencial para establecer un legado duradero en el campus UCC-León y la comunidad circundante. Teniendo en cuenta como grupo de interés los estudiantes y miembros de la comunidad que se convertirán en agentes del cambio, promoviendo prácticas energéticas conscientes y sostenibles a través de la implementación de una propuesta de energía alternativa la cual trasciende la simple adopción de tecnologías avanzadas; donde representa un compromiso tangible con la sostenibilidad, la acción climática y la formación de líderes del mañana impulsando un cambio significativo en la dirección de un futuro más sostenible.



1.5- Alcance y limitaciones del Proyecto

Alcance

Análisis de Viabilidad Técnica

- Realizar una evaluación detallada de las condiciones climáticas y de insolación en el Campus UCC - León.
- Identificar las áreas adecuadas para la instalación de paneles solares, considerando la orientación y la inclinación óptima.
- Determinar la capacidad y el tipo de sistema solar necesario para cubrir una porción significativa de las necesidades energéticas del campus.

Estudio de Viabilidad Económica

- Calcular los costos de inversión inicial, incluyendo la adquisición de equipos, instalación y adaptación de infraestructura.
- Estimar los ahorros potenciales en costos operativos y de energía a lo largo de un horizonte temporal, considerando la vida útil de los equipos.
- Realizar un análisis de costo-beneficio que incluya el período de retorno de la inversión y la tasa interna de retorno (TIR).

Planificación de Implementación

- Desarrollar un plan detallado de implementación que incluya los pasos clave, el cronograma y los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto.

Este alcance del proyecto busca proporcionar una guía sólida para llevar a cabo un estudio completo que permita tomar decisiones informadas sobre la implementación de energía solar en el Campus UCC - León.

Limitaciones

El estudio se limita al período comprendido entre julio y noviembre del año 2023. Los recursos financieros, humanos y técnicos disponibles para el proyecto son los establecidos previamente.

Acceso a Datos y/o Documentación

- Dificultad para acceder a datos históricos de consumo energético del campus, lo que podría afectar la precisión de los cálculos de ahorro potencial.



- Falta de información detallada sobre la infraestructura existente y las redes eléctricas, lo que podría influir en la planificación.
- Falta de un analizador de redes.

Limitaciones de Tiempo

- El período de julio a noviembre puede no ser representativo de las condiciones energéticas durante todo el año, lo que podría llevar a estimaciones sesgadas.
- La duración limitada del estudio podría afectar la profundidad de análisis y la posibilidad de identificar patrones estacionales.

Aspectos Normativos y Legales

- Cambios en las políticas gubernamentales o en los incentivos fiscales podrían afectar la viabilidad económica del proyecto.
- Posibles obstáculos regulatorios que podrían retrasar o dificultar la obtención de permisos necesarios.

Complejidad de los Análisis Económicos

- La incertidumbre en las proyecciones de precios de energía y los cambios en los costos operativos podrían influir en la precisión de los cálculos de retorno de inversión.

Es importante tener en cuenta estas posibles limitaciones al realizar el estudio de prefactibilidad, ya que podrían impactar la precisión de los resultados y las recomendaciones finales.



CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1- Marco conceptual

2.1.1- Energía: La energía es la capacidad de generar movimiento o lograr la transformación de algo. En el ámbito económico y tecnológico, el término hace referencia a un recurso natural y a los elementos asociados que permiten hacer un uso industrial del mismo. (Pérez Porto, Definición, 2011).

2.1.2- Energía Eléctrica (electricidad): Es la energía transmitida por electrones en movimiento. Es la energía eléctrica generada con cualquier recurso, sea primario o secundario, en los diferentes tipos de centrales de generación eléctrica.

2.1.3- Sistema Eléctrico: Equipos de generación, transmisión, distribución y otros, conectados físicamente y operados como unidad integral bajo un solo control, dirección o supervisión de operación.

2.1.4- Fuentes de Energía

2.1.4.1- Energías No Renovables: La energía no renovable determina las fuentes de energía producidas por la naturaleza en una cantidad limitada. Y que se extinguen a medida que se consumen, o cuyo ritmo de utilización es muy superior al ritmo natural en que se forma el recurso. En otras palabras, son aquellas que acabarán agotándose, ya que se consumen para satisfacer las necesidades de la sociedad.

Las energías no renovables proceden de combustibles fósiles o combustibles nucleares. En el primer grupo podemos encontrar al petróleo, el carbón y el gas natural. Estos combustibles son fáciles de extraer, pero sus reservas pueden agotarse en el corto o medio plazo. Una vez que no existan más reservas de petróleo, por ejemplo, el ser humano no estará en condiciones de crear nuevas. (Pérez Porto, Definición, 2011).

Tipos de Energía No Renovable

Combustibles Fósiles:

- **Petróleo:** Se extrae de depósitos subterráneos y se utiliza en la industria petroquímica, el transporte y la generación de electricidad.
- **Carbón:** Se extrae de minas y se utiliza principalmente para la generación de electricidad y la producción industrial.



- Gas Natural: Se encuentra en yacimientos subterráneos y se utiliza para la generación de electricidad, calefacción y en la industria.

Energía Nuclear:

La energía nuclear se obtiene mediante reacciones nucleares, específicamente la fisión nuclear, que implica la división del núcleo de un átomo. Se utiliza para generar electricidad en plantas nucleares.

2.1.4.2- Energías Renovables

Renovable, por su parte, refiere a aquello que puede renovarse (es decir, que se puede regresar a su primer estado o reponer). Aplicada a la energía, esta noción está vinculada a la posibilidad de renovación o restauración a través de un proceso natural. (Pérez Porto, 2011)

Se dice que una energía es renovable cuando su fuente de energía se basa en la utilización de recursos naturales inagotables, como el sol, el viento, el agua o la biomasa. Las energías renovables se caracterizan por no utilizar combustibles fósiles, sino recursos naturales capaces de renovarse ilimitadamente (Caballero, Climate Consulting, 2023).

Las principales fuentes de energías que se pueden utilizar son:

- Energía Geotérmica
- Energía Solar
- Energía Eólica
- Energía Biomasa
- Energía Hidráulica

2.1.5- Energía Solar: La energía solar es una de las fuentes de energías renovables más utilizadas por sus beneficios de conservación ambiental y por su fácil implementación en la producción de energía eléctrica, ya que utiliza como fuente principal la radiación solar emitida por el Sol, estrella que estará en nuestra órbita terrestre unos millones de años.

Cuando se habla de energía solar se trata de una energía renovable porque se obtiene de una fuente natural e inagotable, en este caso el Sol. Para entender su importancia, es necesario conocer primero cuáles son las fuentes principales de energía que se pueden utilizar en nuestro planeta.

En virtud y gracias a la energía solar se puede reducir y quizás en un futuro no muy lejano, eliminar por completo el consumo de fuentes de energías fósiles (carbón,



petróleo y gas), que con el tiempo son agotables y que han traído como consecuencias en su uso (o mal uso) un aumento considerable de la contaminación de mares, ríos, zonas forestales y principalmente la debilitación de nuestra capa protectora de ozono ante los efectos de la radiación solar. (Melendez, 2021).).

La energía solar es una energía renovable obtenida a partir de la radiación electromagnética del sol. Se trata de una energía renovable porque se obtiene de una fuente natural e inagotable. Sin embargo, dicha energía no está disponible de forma continua. Es una fuente de energía intermitente que depende de la luz solar. (Caballero, Climate Consulting, 2023)

Hay dos tipos de energía solar:

- La energía solar fotovoltaica se produce mediante el uso de paneles solares fotovoltaicos, que convierten la luz solar en electricidad. Estos paneles están compuestos por células solares hechas de materiales semiconductores, generando una corriente eléctrica. Esta energía se puede utilizar para alimentar dispositivos eléctricos, recargar baterías o incluso abastecer una red eléctrica.
- La energía solar térmica se refiere al aprovechamiento de la energía del sol para calentar agua u otros fluidos. Se utilizan paneles solares térmicos compuestos por tubos o colectores que capturan el calor radiante del sol y lo transfieren al líquido que circula por ellos. Esta energía térmica se puede utilizar para calentar agua en viviendas, piscinas, procesos industriales e incluso para generar electricidad a través de sistemas de concentración de calor

Ambas formas de energía son sostenibles y renovables.

La energía solar fotovoltaica se utiliza para generar electricidad, mientras que la energía solar térmica se utiliza principalmente para calefacción y agua caliente.

¿Cómo se convierte la energía solar en energía eléctrica?

Los rayos solares están compuestos por fotones que llegan a las células fotovoltaicas de la placa, generando un campo de electricidad entre ellas y, por tanto, un circuito eléctrico. Cuanto más intensa sea la luz, mayor será el flujo de electricidad.

Cuando la energía solar sea absorbida, las células fotoeléctricas transforman esa energía en corriente continua, para luego a través del inversor transformarse en corriente alterna, y así darles uso a nuestros equipos eléctricos que tenemos en nuestro hogar u oficina (Ecofener, 2018).



Ventajas de la energía solar

La energía solar se ha popularizado como una de las energías renovables más fáciles de producir y de instalación de sistemas eléctricos no tan complejos dando así acceso a fuentes de energía limpia. (Melendez, 2021).

- La energía solar no emite gases de efecto invernadero, por lo que no contribuye al calentamiento global. De hecho, se muestra como una de las tecnologías renovables más eficientes en la lucha contra el cambio climático.
- La energía solar no emite sustancias tóxicas ni contaminantes del aire, que pueden ser muy perjudiciales para el medio ambiente y el ser humano. Las sustancias tóxicas pueden acidificar los ecosistemas terrestres y acuáticos, y corroer edificios.
- La energía solar es una energía autóctona, disponible en la práctica totalidad del planeta, lo que contribuye a reducir las importaciones energéticas y a crear riqueza y empleo de forma local. Por todo ello, la producción de electricidad mediante energía solar y su uso de forma eficiente contribuyen al desarrollo sostenible.

Desventajas de la energía solar

- Alto costo de inversión inicial.
- Requiere sistemas de almacenamiento (baterías).
- Depende del clima.
- Variabilidad de la luz solar

2.1.6- Radiación solar

A continuación, se presenta información preliminar sobre la radiación solar en nuestro país.

Figura 1

Mapa potencial eléctrico fotovoltaico



Fuente: © 2017 The World Bank, Solar resource data: Solargis

Este mapa de recursos solares proporciona un resumen del potencial de generación de energía solar fotovoltaica (PV) estimado. Representa los totales promedio diarios/anuales de producción de electricidad de una planta de energía solar fotovoltaica conectada a la red de 1 kW de pico, calculados para un período de 20 años recientes (1999-2018).

La configuración del sistema fotovoltaico consta de estructuras independientes en el suelo con módulos fotovoltaicos de silicio cristalino montados en una posición fija, con una inclinación óptima para maximizar el rendimiento energético anual. La inclinación óptima oscila entre 10° y 17° hacia el ecuador. Se supone el uso de inversores de alta eficiencia. El cálculo de la electricidad solar se basa en datos de recursos solares de alta resolución y software de modelado fotovoltaico proporcionado por Solargis. El cálculo tiene en cuenta la radiación solar, la temperatura del aire y el terreno para

simular la conversión de energía y las pérdidas en los módulos fotovoltaicos y otros componentes de una planta de energía fotovoltaica. En la simulación, las pérdidas por suciedad se estimaron en un 3,5%. Se supone que el efecto acumulativo de otras pérdidas de conversión (sombreado entre filas, desajuste, inversores, cables, transformador, etc.) es del 7,5 %. La disponibilidad de la central eléctrica se considera del 100%. La base de datos de recursos solares subyacente se calcula a partir de datos atmosféricos y satelitales con un paso de tiempo de 30 minutos y una resolución espacial de 1000 m. (Banco mundial & Solargis, 2017)

Figura 2

Mapa irradiación global horizontal



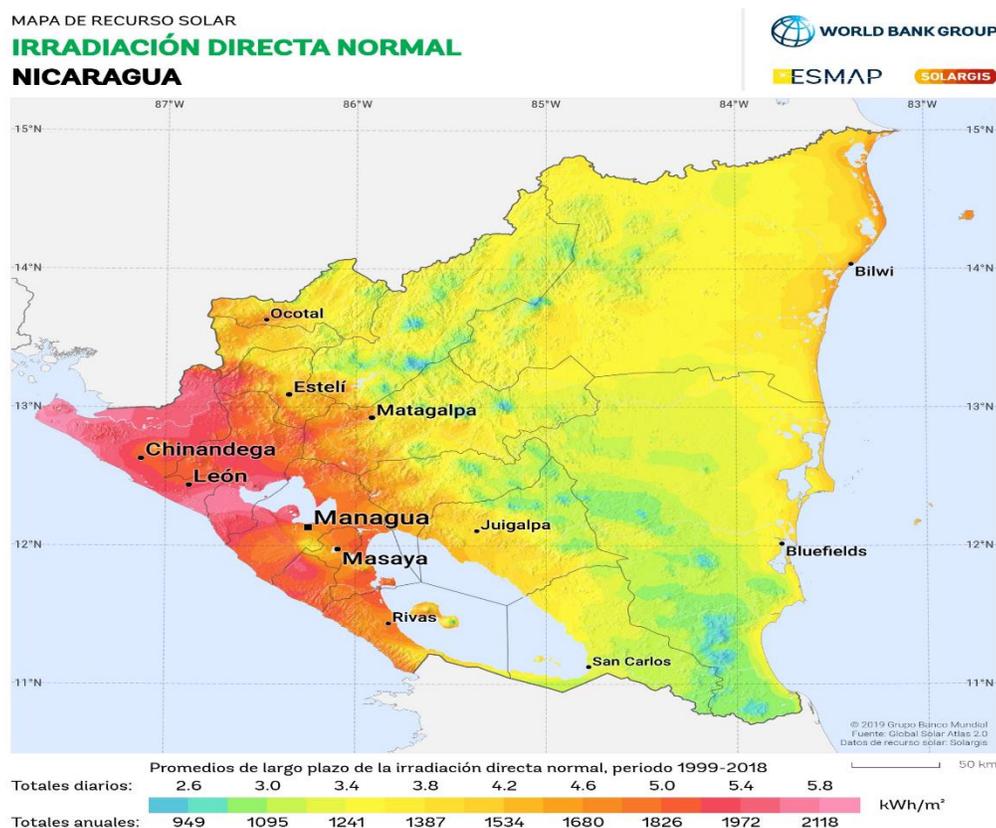
Fuente: © 2017 The World Bank, Solar resource data: Solargis

Este mapa de recursos solares proporciona un resumen de la energía solar estimada disponible para la generación de energía y otras aplicaciones energéticas. Representa la suma media diaria/anual de la irradiación horizontal global (GHI) que cubre un período de 20 años recientes (1999-2018). La base de datos de recursos solares subyacente se calcula mediante el modelo Solargis a partir de datos atmosféricos y satelitales con intervalos de tiempo de 30 minutos. Los efectos del terreno se consideran a una resolución espacial nominal de 250 m.

Existe cierta incertidumbre en la estimación del GHI anual como resultado del potencial limitado para la validación del modelo regional debido a la falta de datos de medición terrestre de alta calidad, que se estima que varían regionalmente de aprox. 5% a 8%. GHI es el parámetro más importante para el cálculo del rendimiento energético y la evaluación del rendimiento de las tecnologías fotovoltaicas (PV) de placa plana. (Banco mundial & Solargis, 2017)

Figura 3

Mapa irradiación directa normal



Fuente: © 2017 The World Bank, Solar resource data: Solargis

Este mapa de recursos solares proporciona un resumen de la energía solar estimada disponible para la generación de energía y otras aplicaciones energéticas. Representa la suma media diaria/anual de la irradiación normal directa (DNI) que cubre un período de 20 años recientes (1999-2018). La base de datos de recursos solares subyacente se calcula mediante el modelo Solargis a partir de datos atmosféricos y satelitales con intervalos de tiempo de 30 minutos. Los efectos del terreno se consideran a una resolución espacial nominal de 250 m.

Existe cierta incertidumbre en la estimación del DNI anual como resultado del potencial limitado para la validación del modelo regional debido a la falta de datos de medición terrestre de alta calidad, que se estima que varían regionalmente de aprox. 8% a 15%.

DNI es el parámetro más importante para el cálculo del rendimiento energético y la evaluación del rendimiento de las tecnologías de energía solar de concentración (CSP) y fotovoltaica solar de concentración (CPV). DNI también es importante para el cálculo de la irradiación global recibida por módulos fotovoltaicos inclinados o de seguimiento solar. (Banco mundial & Solargis, 2017)

2.1.7- Caracterización de la radiación solar

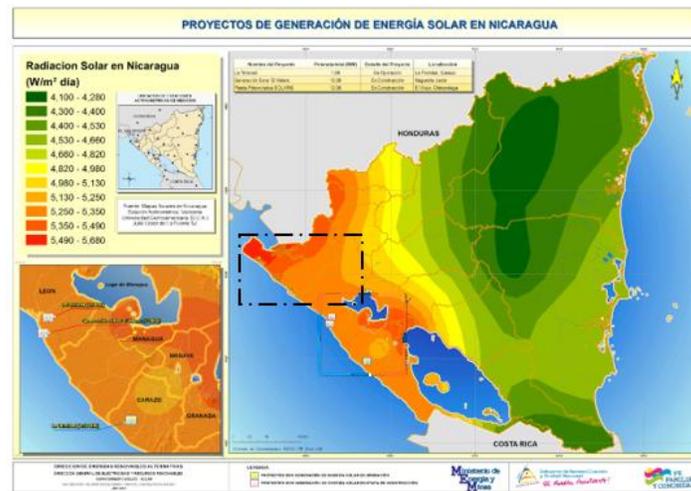
La radiación solar viene dada en unidades de energía (kWh/m². día), lo cual mide la cantidad de energía en kWh que se irradia en un metro cuadrado de superficie plana en posición horizontal durante un día.

El promedio anual de incidencia solar en Nicaragua está entre 4.5 y 5.5 Kwh / m² por día (mapa de energía solar incidente diaria –SWERA -UNEP). Sin embargo, durante los meses de febrero, mayo y agosto esta incidencia podría fluctuar entre 4.5 y 5 Kwh / m².

De acuerdo con la caracterización del mapa solar realizado por el Ministerio de Energías y Minas de Nicaragua (MEM) para el año 2017, se caracterizó toda la información de radiación solar en un mapa, el cual presentamos en la figura No.4

Figura 4

Mapa de radiación solar de Nicaragua



Fuente: Ministerio de energía y mina 2017



A partir de la interpretación y análisis de la figura previa se consideran los siguientes aspectos importantes para el diseño y dimensionamientos de los sistemas fotovoltaicos, datos presentados para el año 2017. Indica que la radiación solar en occidente se encuentra entre 5250 y 5490 W hr/m² por día.

Si se toma el valor mínimo por día como referencia de 5250 W hr/m² por días, obtendremos la radiación solar promedio anual recibida es de 1,916.25 kW hr/m²

2.1.8- Sistemas fotovoltaicos: El Instituto para la diversidad y ahorro de la energía, define a los sistemas fotovoltaicos como un conjunto de elementos capaces de suministrar electricidad para cubrir las necesidades planteadas, a partir de la energía solar.

Sostiene también que un sistema fotovoltaico (SFV), consiste en la integración de varios componentes que, con una o más funciones específicas, pueden suplir la demanda eléctrica impuesta por la carga, usando como combustible la energía solar.

2.1.9- Sistema aislado: Según definido por la LIE, es la central o conjunto de centrales de generación eléctrica y sistemas de transmisión y distribución que no se encuentran interconectados al Sistema Nacional de Transmisión. (Asamblea Nacional, 2021)

Los sistemas fotovoltaicos aislados están conformados de los siguientes componentes:

- **Campo de paneles:** es el elemento captador de energía, que recoge la radiación solar y la transforma en energía eléctrica. Está formado por un conjunto de paneles o módulos fotovoltaicos conectados en serie y/o paralelo, que deben proporcionar la energía necesaria para el consumo.
- **El regulador de carga:** el regulador de carga asegura que la batería funcione en condiciones apropiadas, evitando la sobrecarga y sobre descarga de esta, fenómenos ambos muy perjudiciales para la vida de la batería.
- **La batería:** se encarga de almacenar parte de la energía producida por los paneles (la que no se consume inmediatamente) para disponer de ella en periodos de baja o nula radiación solar.
- **El inversor:** es el encargado de convertir la electricidad continua que produce el conjunto paneles-baterías en tensión de alimentación acta para la carga. Existen dos tipos de inversores: los de continua-alterna (DC/AC) y los inversores continua (CC/CC).

- **Soportes:** son estructuras que sostienen y orientan los paneles fotovoltaicos hacia el sol.
- **Equipos de seguridad y conexión a tierra:** son dispositivos que protegen el sistema fotovoltaico de sobrecargas, cortocircuitos o descargas eléctricas.
- **Cableado eléctrico:** son los conductores que conectan los diferentes elementos del sistema fotovoltaico.

Figura 5

Elementos de un sistema fotovoltaico



Fuente. Google

2.1.10- Sistema fotovoltaico híbrido: Un sistema fotovoltaico híbrido es una solución de generación de energía que combina la captación de energía solar a través de paneles fotovoltaicos con otros componentes y tecnologías para lograr un suministro de energía más confiable y eficiente. Este enfoque híbrido se utiliza comúnmente en lugares donde la disponibilidad de luz solar puede variar significativamente, como áreas remotas o regiones propensas a condiciones climáticas cambiantes.

Paneles Fotovoltaicos: Son el corazón del sistema. Los paneles fotovoltaicos contienen células solares que convierten la radiación solar en electricidad de corriente continua (CC). Esta electricidad generada por los paneles es la base de la producción de energía en un sistema fotovoltaico híbrido.

Generador Diésel: En lugares donde la luz solar puede ser insuficiente en ciertos momentos, se incorpora un generador diésel como respaldo. Este generador entra en funcionamiento automáticamente cuando los paneles solares no pueden generar



suficiente energía para satisfacer la demanda, asegurando un suministro continuo de energía.

Baterías: Las baterías desempeñan un papel crucial en la estabilidad del sistema. Almacenan la energía solar excedente durante el día para su uso durante la noche o en días nublados. Esto evita la interrupción en el suministro de energía y permite una mayor independencia de la red eléctrica.

Red Eléctrica: Algunos sistemas fotovoltaicos híbridos pueden estar conectados a la red eléctrica convencional. Esto permite la venta de excedentes de energía generada y la compra de energía cuando la producción solar es baja, brindando flexibilidad adicional.

El principal beneficio que ofrecen los sistemas híbridos de energía solar es que le permiten tener un respaldo en caso de que se presente inestabilidad o inconvenientes con la red eléctrica de su compañía distribuidora. (Hipower, 2022)

2.1.11- Sistema interconectado a la red: Hace referencia a un sistema de cogeneración de energía que está interconectados a la red eléctrica. De esta manera, la energía que se produce por medio de los paneles solares es usada directamente en el inmueble, mientras que el excedente es enviado a la red eléctrica cuando la producción es mayor que la demanda. (Zunne, 2021)

Módulos fotovoltaicos: son el elemento primordial del sistema, ya que son los encargados de captar la energía del sol a través de pequeñas fotoceldas. Existen en el mercado diferentes tipos de paneles solares, clasificados ya sea por su potencia, rendimiento, dimensiones, marcas, etc.

Inversor solar: Es el encargado de convertir la corriente continua de la instalación en corriente alterna. Al igual que los paneles solares, existen también diferentes tipos de inversores que son seleccionados dependiendo de las características del sistema diseñado por el equipo de ingeniería.

Estructura: Existen diferentes tipos de estructuras donde son colocados los paneles solares, de forma que queden a la altura e inclinación necesarias para captar la energía del sol de manera óptima.

Material eléctrico: Para la correcta instalación del sistema se requieren de diferente material eléctrico y cableado con el que se conectará el sistema tanto a la red convencional como al sistema eléctrico del inmueble.



Protecciones térmicas: Evita que una sobrecarga de voltaje dañe los componentes del sistema.

Monitoreo Wifi: Con esta aplicación podrás conocer en tiempo real la energía que es generada e inyectada a la red de CFE por medio de los paneles solares.

Medidor Bidireccional: Finalmente, al realizar la instalación del sistema, el medidor regular es sustituido por un medidor bidireccional que registra 1: la energía consumida a CFE y 2: la energía excedente que se regresa a la red.

¿Cómo funciona el sistema de paneles solares interconectados a red?

Ahora conocemos lo que es un sistema fotovoltaico interconectado y sus componentes, por tanto, será más sencillo explicar el funcionamiento:

- Los paneles solares captan la energía del sol.
- El inversor solar convierte la energía directa en corriente alterna.
- La energía que convierte el inversor se conecta al centro de carga principal del local, de manera que se pueda distribuir de manera general.
- El excedente de energía es inyectado a la red de convencional mediante el medidor bidireccional.
- Con tu monitoreo Wifi podrás identificar la energía que produce tu sistema de paneles solares.
- De esta manera, se ve reflejado un significativo ahorro en el pago de la energía eléctrica.

2.1.12- Módulo fotovoltaico: También conocido como panel o placa solares, es el dispositivo que capta la energía solar para iniciar el proceso de transformación en energía sostenible. El material semiconductor del que está recubierto que suele ser el silicio, un elemento básico para cada una de las células solares es sensible a la luz y genera electricidad al recibir la radiación solar gracias al fenómeno físico conocido como efecto fotovoltaico. (Enel Green Power, 2020)

Composición, eficiencia y vida útil

Los módulos fotovoltaicos están compuestos por fotovoltaicas individuales unidas entre sí. Para garantizar la correcta inclinación y orientación con respecto a la luz solar, los módulos se colocan en estructuras de soporte específicas. Dos terminales de salida en cada módulo recogen y transfieren la corriente generada a los sistemas de gestión del parque solar.

La eficiencia de un módulo fotovoltaico es la relación entre la potencia eléctrica de salida en los terminales y la potencia de la radiación solar que incide en la superficie

del módulo. El valor estándar que se usa como referencia para indicar la radiación solar es de 1.000 vatios/m²: si en cada metro cuadrado inciden 1.000 vatios de energía solar, el porcentaje de energía realmente convertida en electricidad utilizable constituye la eficiencia. La vida media útil de un módulo fotovoltaico es de unos 30 años.

2.1.13- Tipos de módulos fotovoltaicos

Los tipos más comunes de módulos fotovoltaicos son el silicio monocristalino, policristalino y de capa fina:

- **Silicio monocristalino:** módulos de color azul oscuro, casi negro, cuyas células tienen unos bordes redondeados y están formadas por cristales de silicio monocristalino, todos orientados en la misma dirección. Con luz perpendicular garantizan una buena producción de energía, con una eficiencia de aproximadamente un 18-21 %. (Urzola Gerrero, 2023)
- **Silicio policristalino:** módulos azules con tonos cambiantes compuestos por cristales de silicio orientados de manera no uniforme." una menor eficiencia (15-17 %) si reciben los rayos del sol perpendicularmente, pero su rendimiento es mayor a lo largo del día. (Urzola Gerrero, 2023)
- **Capa fina:** módulos de menor eficiencia, que funcionan bien con luz difusa o a altas temperaturas. (Urzola Gerrero, 2023)

2.1.14- Censo de carga

El Censo General de Cargas de un inmueble es una recopilación de datos de placa de los equipos consumidores de energía eléctrica.

Los datos para obtener pueden ser: nombre del equipo. marca. modelo. voltaje. corriente. potencia.

La información obtenida nos visualizará la situación real de consumo de energía del inmueble. (ING. I Guerrero & ING. Omar Lopez, 2009)

¿Cómo se realiza?

Para hacer un censo de carga, es necesario hacer un listado de cada aparato y su potencia eléctricos, la cual normalmente viene expresada en watts (W) o amperes (A) y la podremos encontrar en los datos de placa que cada equipo eléctrico.

Fines para lo que se utiliza:

- Para diseños y cálculos de acometidas, medidores, parciales y protecciones y los circuitos de iluminación y fuerza.



- Cuando necesitamos el servicio para un inmueble, con los kW que se requieren en iluminación y fuerza, solicitamos la carga que se requiere a la comercializadora de energía.
- El tercer uso es para estimar consumos que nos sean útiles en la vivienda o en la oficina para seleccionar las cuentas que se deben revisar para recuperar pérdidas y en el terreno también como herramienta de análisis en la detección de pérdidas y en la atención de reclamos por alto consumo.

¿Que implica un censo de carga?

Esto implica llevar a cabo un proceso de recopilación de datos y análisis para comprender mejor el consumo de recursos en ciertas áreas y estimar la demanda futura. Aquí hay una descripción detallada de lo que se podría involucrar:

- **Identificación de áreas de alto consumo:** Antes de realizar el censo, es importante identificar las áreas o regiones que se consideran de alto consumo en relación con el recurso que se está evaluando
- **Análisis de datos:** Una vez que se haya recopilado la información, es necesario analizar los datos para identificar patrones de consumo
- **Determinación de la demanda:** Con base en los datos recopilados y el análisis realizado, se puede estimar la demanda actual y futura en las áreas de alto consumo.

2.1.15- Dimensionar las instalaciones

Llevar a cabo un proceso de planificación y cálculo para determinar la cantidad y la configuración adecuada de paneles solares necesarios para abastecer la demanda de energía en los laboratorios de la universidad UCC León.

- **Evaluación de la ubicación y recursos solares:** Determinar la ubicación geográfica de las áreas de alto consumo y evaluar la cantidad de radiación solar disponible en esas ubicaciones. Esto ayudará a calcular la cantidad de energía que se puede capturar a través de los paneles solares.
- **Cálculo de capacidad requerida:** Realizar cálculos para determinar la capacidad total de generación de energía necesaria de los paneles solares para satisfacer la demanda de las áreas de alto consumo.
- **Identificación de zonas:** Es llevar a cabo un proceso de evaluación y selección de áreas adecuadas dentro del campus universitario para la implementación de un sistema de energía alternativa, como paneles solares.

- **Análisis de infraestructura existente:** Evaluar las estructuras y la disposición del campus para identificar áreas adecuadas para la instalación de sistemas de energía solar fotovoltaica, como techos de edificios, terrenos abiertos, estacionamientos, etc.

2.1.16- Cálculos de costos

Se realizará un análisis que evalúe tanto los aspectos financieros como los impactos positivos.

- **Identificación de costos iniciales:** Determinar el costo total de adquisición e instalación de los equipos y componentes necesarios para el sistema de energía alternativa
- **Ahorros en costos de energía:** Calcular los ahorros estimados en los costos de energía convencional que se obtendrán al generar energía a partir del sistema alternativo.
- **Análisis de retorno de inversión (ROI):** Calcular el período de tiempo requerido para que los ahorros generados por el sistema de energía alternativa recuperen la inversión inicial. Esto proporciona una perspectiva sobre la viabilidad financiera del proyecto.

2.1.17- El criterio de la tasa interna de retorno (TIR)

El criterio de la tasa interna de retorno (TIR) evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por periodo, con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual. Como señalan Bierman y Smidt, la TIR “representa la tasa de interés más alta que un inversionista podría pagar sin perder dinero, si todos los fondos para el financiamiento de la inversión se tomaran prestados y el préstamo (principal e interés acumulado) se pagara con las entradas en efectivo de la inversión a medida que se fuesen produciendo”. Aunque ésta es una apreciación muy particular de estos autores (no incluye los conceptos de costo de oportunidad, riesgo ni evaluación de contexto de la empresa en conjunto), sirve para aclarar la intención del criterio. La tasa interna de retorno puede calcularse aplicando la siguiente ecuación:

$$\sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t} + I_0$$

donde r es la tasa interna de retorno. Al simplificar y agrupar los términos, se obtiene lo siguiente:

$$\sum_{t=1}^n \frac{Y_t - E_t}{(1+r)^t} - I_0 = 0$$

que es lo mismo que:

$$\sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+r)^t} - I_0 = 0$$

Comparando estas ecuaciones se puede apreciar que este criterio es equivalente a hacer el VAN igual a cero y determinar la tasa que le permite al flujo actualizado ser cero. (Sapag Chain & Sapag Chain, 2008)

2.1.18- El criterio del valor actual neto (VAN)

Este criterio plantea que el proyecto debe aceptarse si su valor actual neto (VAN) es igual o superior a cero, donde el VAN es la diferencia entre todos sus ingresos y egresos expresados en moneda actual.

Al utilizar las ecuaciones del apartado anterior, se puede expresar la formulación matemática de este criterio de la siguiente manera:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t} - I_0$$

donde Y_t representa el flujo de ingresos del proyecto, E_t sus egresos e I_0 la inversión inicial en el momento cero de la evaluación. La tasa de descuento se representa mediante i . Aunque es posible aplicar directamente esta ecuación, la operación se puede simplificar a una sola actualización mediante:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t - E_t}{(1+i)^t} - I_0$$

que es lo mismo que:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t} - I_0$$

donde BN_t representa el beneficio neto del flujo en el periodo t . Obviamente, BN_t puede tomar un valor positivo o negativo. Al ocupar una planilla como Excel, en la opción Función, del menú Insertar, se selecciona Financieras en la Categoría de función y se elige VNA en el Nombre de la función. En el cuadro VNA se escribe el interés en la casilla correspondiente a Tasa y se selecciona el rango completo de valores que se desea actualizar (se excluye la inversión en este paso por estar ya actualizado su valor). Marcando la opción Aceptar, se obtiene el valor actual del flujo. Para calcular el VAN se suma la casilla donde está registrada con signo negativo la inversión. Al aplicar este criterio, el VAN puede tener un resultado igual a cero,



indicando que el proyecto renta justo lo que el inversionista exige a la inversión; si el resultado fuese, por ejemplo, 100 positivos, indicaría que el proyecto proporciona esa cantidad de remanente sobre lo exigido. Si el resultado fuese 100 negativos, debe 2 El subíndice t en los ingresos y egresos sólo explica la posibilidad de valores diferentes en el flujo de caja del proyecto. (Sapag Chain & Sapag Chain, 2008)

2.2.- Marco Legal.

2.2.1- LEY DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Ley N°. 956, aprobada el 22 de junio de 2017 en su Capítulo V Investigación y Educación Artículo 21 Educación Técnica y Universitaria. El Consejo Nacional de Universidades (CNU), las universidades privadas y el Instituto Nacional Tecnológico (INATEC) promoverán la realización de proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico en eficiencia energética; un (1) año posterior a la entrada en vigencia de la presente Ley, así como la inclusión de contenidos, seminarios, talleres, asignaturas o materias que permitan complementar los conocimientos en materia de uso racional y eficiente de la energía en los diferentes niveles de educación formal en temas de desarrollo urbanístico, construcción sostenible, instalaciones eficientes, mejora de los procesos productivos, entre otros.

Capítulo VII otros mecanismos para la promoción del uso racional y eficiente de energía artículo 27 compras y contrataciones del sector público, municipales y regionales: En las compras y contrataciones públicas, municipales y regionales para la adquisición de nuevo equipamiento, se debe considerar en la evaluación de las propuestas, el consumo de energía, el costo de la energía, costos de operación y mantenimiento asociados al ciclo de vida de los productos.

La dirección general de contrataciones del estado, en coordinación con el MEM, desarrollará la guía administrativa y el procedimiento para la aplicación de esta disposición y prestará el apoyo técnico correspondiente.

Artículo 31 Premio Nacional de Eficiencia Energética

Se instituye el premio nacional a la eficiencia energética que el MEM otorgará a las personas naturales o jurídicas del sector privado o público que hayan desarrollado proyectos, programas, o investigaciones en eficiencia energética en el país. El MEM elaborará el reglamento correspondiente.

LEY N°. 532 LEY PARA LA PROMOCIÓN DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON FUENTES RENOVABLES reformada mediante Leyes Números 612, 901, 967, y 1,037. La Ley tiene por objeto promover el desarrollo de nuevos proyectos de generación eléctrica con fuentes renovables y de proyectos que realicen ampliaciones a la capacidad instalada de generación con fuentes renovables y que se encuentren



actualmente en operación, así como de los proyectos de generación de energía eléctrica que ocupen como fuente la biomasa y/o biogás producidos en forma sostenible, estableciendo incentivos fiscales, económicos y financieros que contribuyan a dicho desarrollo, dentro de un marco de aprovechamiento sostenible de los recursos energéticos renovables.

Artículo 3. Proyectos: Los nuevos proyectos de generación de energía con fuentes renovables y las ampliaciones de los proyectos en operación con fuentes renovables a beneficiarse con esta Ley, deberán estar acordes con:

1. La Política Energética Nacional fue aprobada por la Presidencia de la República.
2. Los lineamientos dados en el Plan de Expansión Indicativo vigente.
3. Contribuir a diversificar la oferta de energía dentro de la matriz energética nacional utilizando los recursos renovables aprobados según la presente Ley.
4. Contribuir al adecuado abastecimiento del crecimiento energético del país con proyectos sostenibles y en los tiempos requeridos por el crecimiento del mercado de demanda y consumo del país, o que sean destinados para el abastecimiento del Mercado Eléctrico Centroamericano o para suministrar a ambos mercados.
5. Contribuir al suministro necesario para el aumento de la cobertura eléctrica nacional.
6. Cumplir con los requisitos de la legislación ambiental del país.

Artículo 4. Promoción y Fomento: El Ministerio de Energía y Minas, bajo los términos de la Ley de Industria Eléctrica y su Reglamento y por el imperio y aplicación de esta Ley, deberá estimular y promover las inversiones y desarrollo de proyectos de generación de electricidad con fuentes renovables promoviendo de forma prioritaria la inserción de energía renovable en la generación eléctrica del país. El Ministerio de Energía y Minas, el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), y los Concejos Municipales y Regionales del país, en su caso, deben apoyar el desarrollo efectivo de estos proyectos.

CAPÍTULO 11 DEL RÉGIMEN FISCAL.

Artículo 7. Incentivos: Los nuevos proyectos y las ampliaciones que clasifican como PGEFR de acuerdo con esta ley, realizados por personas naturales y jurídicas, privadas, públicas o mixtas gozarán de los siguientes incentivos:

1. Exoneración del pago de los Derechos Arancelarios de Importación (DAI), de maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente para las labores de pre-inversión y las labores de la construcción de las obras incluyendo la construcción de la línea de subtransmisión necesaria para transportar la energía desde la central de generación hasta el Sistema Interconectado Nacional (SIN). Los paneles y baterías solares para generación de energía solar. En el caso de los proyectos denominados Sistemas Aislados con generación propia, esta exoneración cubre sus labores de pre-inversión, las labores de construcción de las obras para generación con



fuentes renovables y las de la construcción de las líneas de subtransmisión y todas las inversiones en distribución asociadas al proyecto.

2. Exoneración del pago del Impuesto al Valor Agregado (IVA) sobre la maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente para las labores de pre-inversión y la construcción de las obras incluyendo la construcción de la línea de subtransmisión necesaria para transportar la energía desde la central de generación hasta el Sistema Interconectado Nacional (SIN). La compra de paneles y baterías solares. En el caso de los proyectos denominados Sistemas Aislados con generación propia, esta exoneración cubre sus labores de pre-inversión, las de construcción de las obras para generación con fuentes renovables y las de la construcción de las líneas de subtransmisión y todas las inversiones en distribución asociadas al proyecto.

3. Exoneración del pago del Impuesto sobre la Renta (IR) y del pago mínimo definido del IR establecido en la Ley N°. 822, Ley de Concertación Tributaria, por un período máximo de 7 años a partir de la entrada de operación comercial o mercantil del Proyecto. Igualmente, durante este mismo período estarán exentos del pago del IR los ingresos derivados por venta de bonos de dióxido de carbono.

4. Exoneración de todos los Impuestos Municipales vigentes sobre bienes inmuebles, ventas, matrículas durante la construcción del Proyecto, por un período de 10 años a partir de la entrada en operación comercial del Proyecto, la que se aplicará de la forma siguiente: exoneración del 75% en los tres primeros años; del 50% en los siguientes cinco años y el 25% en los dos últimos años. Las inversiones fijas en maquinaria, equipos y presas hidroeléctricas estarán exentas de todo tipo de impuestos, gravámenes, tasas municipales, por un periodo de 10 años a partir de su entrada en operación comercial.

5. Exoneración de todos los impuestos que pudieran existir por explotación de riquezas naturales por un período máximo de 5 años después del inicio de operación.

6. Exoneración del Impuesto de Timbres Fiscales (ITF) que pueda causar la construcción u operación del proyecto o ampliación por un período de 10 años.

Ley de la industria eléctrica el sector energético de nicaragua se rige por la ley 272 ley de la industria eléctrica (LIE).

Esta ley establece el régimen legal sobre las actividades de la industria eléctrica, que comprenden: generación, transmisión, distribución, comercialización, importación y exportación de la energía eléctrica.

Los agentes económicos que se dediquen a las actividades de transmisión y distribución de energía eléctrica están regulados por el estado; los que se dediquen a la generación de electricidad realizarán sus operaciones en un contexto de libre competencia, sin embargo, bajo las condiciones de operación del centro nacional de despacho de carga. la actividad de control y regulación está a cargo del instituto



nicaragüense de energía (INE), y lo establece la ley en su artículo 7. los grandes lineamientos de esta ley son:

De la generación eléctrica: La generación de energía eléctrica consiste en la producción de electricidad mediante el aprovechamiento y transformación de cualquier fuente energética. La generación se rige a través de los artículos del 21 al 26 de la LIE, en ellos, se establece lo siguiente:

- Los agentes económicos dedicados a la actividad de generación de energía podrán suscribir contratos de compraventa de energía eléctrica con distribuidores y con grandes consumidores, así mismo podrán vender total o parcialmente su producción en el mercado de ocasión y exportar energía eléctrica.
- Los agentes económicos para desarrollar sus proyectos de generación deberán considerar como base el Plan de Expansión indicativo elaborado por el Ministerio de Energía y Minas.
- Cualquier agente económico podrá conectar sus instalaciones de generación eléctrica al SIN, previo cumplimiento de las normas técnicas establecidas. La operación de las centrales generadoras conectadas al SIN, se regirá por el Reglamento de Operación.

Las reglamentaciones de estos artículos generan el marco legal para su licencia, desarrollo, conexión, operación y comercialización.

De la transmisión eléctrica: La LIE a través de sus artículos del 27 al 30, establece lo correspondiente a transmisión:

- Es responsabilidad de la Empresa de Transmisión, el cumplimiento del Plan de Expansión necesario para atender mayores niveles de generación eléctrica. La Empresa de Transmisión propietaria del Sistema Nacional de Transmisión será de propiedad estatal.
- La operación de los sistemas de transmisión se hará en forma confiable y eficiente y se regirá por la Normativa de Operación. Cualquier expansión del sistema de transmisión, que fuere requerido u ocasionado por cualquier usuario, podrá ser financiado por el interesado en coordinación con la empresa estatal de transmisión, de acuerdo con el Reglamento de la presente Ley y sus Normativas específicas.
- Los agentes económicos dedicados a la actividad de transmisión no podrán comprar y/o vender energía eléctrica.



- Los agentes económicos propietarios de líneas y demás elementos de un sistema de transmisión están obligados a permitir la conexión a sus instalaciones, a los demás agentes económicos y grandes consumidores que lo soliciten, previo cumplimiento de las normas que rigen el servicio y el pago de las retribuciones que correspondan.

Las reglamentaciones de estos artículos generan el marco legal para su licencia, desarrollo, conexión, operación y comercialización.

De la distribución eléctrica: En los artículos del 31 al 54 de la LIE, se establece lo correspondiente a la distribución de energía eléctrica:

- En los Sistemas Aislados, los distribuidores podrán ejercer integralmente las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización, debiendo tener la capacidad de generación necesaria para abastecer su demanda, mediante centrales eléctricas propias o contratos de suministro con terceros.
- Los Sistemas Aislados estarán obligados a interconectarse al SIN cuando el Ministerio de Energía y Minas lo exija por causa de utilidad pública o conveniencia económica y deberán adecuar su organización, funcionamiento y estructura a las disposiciones de la presente Ley, en un plazo no mayor de doce meses a partir de la fecha de conexión al Sistema Interconectado Nacional.
- Los agentes económicos dedicados a la actividad de distribución podrán suscribir contratos de compraventa de energía eléctrica con generadores y con grandes consumidores, asimismo, podrán comprar en el mercado de ocasión e importar energía eléctrica.
- Los distribuidores son responsables de la ejecución, operación y mantenimiento de sus instalaciones eléctricas hasta el punto de conexión de sus líneas al sistema del cliente.
- El Estado podrá otorgar recursos financieros a los distribuidores para costear total o parcialmente la inversión de proyectos de electrificación que no mostraron niveles de rentabilidad adecuados en poblaciones menores o en áreas rurales y que no estén contemplados en su programa de inversiones, dentro de sus áreas de concesión o cercanas a ellas.

Lo anterior es específicamente para los sectores interconectados a través del “Sistema Interconectado Nacional” (SIN).

Las reglamentaciones de estos artículos generan el marco legal para su licencia, desarrollo, conexión, operación y comercialización.



2.3.- Marco contextual, institucional

La Universidad de Ciencias Comerciales fue fundada por el Dr. Carlos Narváez Moreira. Nació con el nombre de Instituto de Ciencias Comerciales en la ciudad de Managua, brindando la carrera de Contaduría Pública y Finanzas, aprobada con resolución ministerial No. 824. En 1990 cambia el nombre a Universidad de Ciencias Comerciales (UCC).

2.3.1- Misión

Formar profesionales integrales, éticos, con visión humanística, competitivos, emprendedores y con liderazgo, comprometidos con el desarrollo del país.

2.3.2- Visión

Ser reconocida como la Universidad con los más altos estándares de calidad de formación profesional, a fin de responder a las necesidades de la sociedad y al compromiso social de su proyecto educativo.

2.3.3- Valores

Los valores fundamentales de la UCC incluyen la excelencia académica, la integridad, la responsabilidad social, la diversidad, la colaboración y la innovación. Estos valores guían todas las actividades académicas y administrativas de la institución, promoviendo un entorno de respeto y crecimiento personal y profesional.

- Liderazgo
- Ética Profesional
- Creatividad
- Calidad.

El Modelo Educativo con Enfoque Constructivista de la UCC, centra el proceso de enseñanza- aprendizaje en el desarrollo de la persona, sus experiencias previas y las actividades que requiere realizar para construir nuevos conocimientos, competencias, actitudes y valores.

2.3.4- Compromiso con la Comunidad: La Universidad de Ciencias Comerciales está profundamente comprometida con la comunidad local y regional. A través de programas de responsabilidad social y proyectos de extensión, la UCC busca impactar positivamente en la sociedad al brindar soluciones, servicios y recursos que aborden las necesidades reales de la comunidad.

2.3.5- Colaboraciones y Alianzas: La UCC valora las asociaciones estratégicas con otras instituciones educativas, organizaciones empresariales y entidades gubernamentales. Estas colaboraciones fortalecen la calidad de la educación ofrecida,



permiten el intercambio de conocimientos y recursos, y contribuyen al enriquecimiento del entorno académico y profesional.

2.3.6- Recursos y Apoyo Institucional: La UCC proporciona a sus estudiantes y profesores acceso a instalaciones modernas, recursos de investigación, bibliotecas, laboratorios y tecnología de vanguardia. Además, ofrece programas de apoyo académico y orientación profesional para garantizar el éxito y el desarrollo integral de sus miembros.



CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

En este capítulo se presenta el diseño metodológico que guiará la realización del presente proyecto, describiendo los aspectos relacionados con el tipo de proyecto, los métodos de estudio, las unidades de análisis, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, así como la confiabilidad y validez de los instrumentos utilizados.

3.1- Tipo de Proyecto

El presente proyecto su alcance es de carácter descriptivo porque busca el mayor número de detalles, con enfoque cuantitativo puesto a que se le asigna un valor porcentual a criterio de los evaluadores de acuerdo con la relevancia considerada, siendo su tiempo de corte transversal y este se enmarca en el tipo de proyecto de producción de bienes, cuyo objetivo principal es la generación de rentabilidad. Este tipo de proyecto está orientado hacia la creación y optimización de procesos productivos que generen bienes tangibles con el fin de obtener beneficios económicos.

3.1.1- Clasificación del proyecto

El proyecto puede ser clasificado de acuerdo con varios criterios:

- Según la Procedencia del Capital: El proyecto es un proyecto privado, financiado con recursos propios de la Universidad de Ciencias Comerciales (UCC), lo que garantiza su autonomía y capacidad de ejecución.
- Según el Sector: El proyecto se desarrolla en el sector educativo y con enfoque energético industrial abordando la formación de profesionales y la implementación de medidas de eficiencia energética en el contexto nacional.
- Según el Ámbito o Perfil Profesional: Tiene una relevancia significativa en el ámbito de la ingeniería industrial, ya que aborda múltiples aspectos relacionados con la eficiencia, calidad, seguridad y sostenibilidad en la operación de una empresa o entidad.
- Según su Orientación: Es un proyecto productivo debido a que se orienta a promover bienes con el determinado objetivo de obtener un beneficio tangible en el desarrollo de las operaciones, abordando la mejora de la calidad educativa y el fomento de prácticas sostenibles en el uso de la energía.
- Según su Área de Influencia: El proyecto impacta en la comunidad local y regional al promover la formación de profesionales con habilidades pertinentes y al implementar prácticas energéticas eficientes en el entorno.



3.2- Métodos de estudio y unidades de análisis

Para la realización de este proyecto, se emplearán métodos de estudio cuantitativos. Las unidades de análisis será el consumo de energía actual en los laboratorios informático de la universidad de ciencias comerciales campus León, utilizando el censo de carga como método de análisis aplicado en los 4 laboratorios en donde se realizan actividades con diversas horas de funcionamiento.

3.3- Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se emplearán diversas técnicas e instrumentos para la recolección de datos, incluyendo:

- **Análisis Documental:** Se utilizarán fuente como los recibos de energía eléctrica siendo esto la facturación real del consumo histórico en los últimos 5 años que nos ayudarán en el desarrollo de este estudio. Además, se validó las horas de trabajo de las áreas en estudio en base al cronograma de actividades proporcionado por la institución.
- **Entrevista:** se creó una entrevista con el objetivo de tener una base de que áreas son las consideradas de alto consumo en cuanto a la magnitud de equipos instalado y también para conocer qué actividades realiza la universidad para contrarrestar el alto consumo. (Ver Anexo 3)

3.4- Confiabilidad y validez de los instrumentos

La confiabilidad y validez de los instrumentos se aseguran mediante la validación por juicio de experto (Ver Anexo 4) para garantizar la fiabilidad y la precisión en la medición de datos. Esta revisión garantiza que los instrumentos sean adecuados para capturar aspectos técnicos con precisión. Además, se aplicaron técnicas de análisis cuantitativo para garantizar la coherencia y precisión de los resultados. También se realizó una revisión documental para obtener datos verídicos sobre las horas de uso y calcular un promedio real de consumo en horas/watt. (Ver Anexo 11)

Se llevó a cabo una prueba piloto de los instrumentos en el entorno previsto para el proyecto, lo que permitió identificar posibles problemas y ajustar los instrumentos antes de la implementación definitiva. La consistencia en los resultados obtenidos durante la prueba piloto es un indicativo de la confiabilidad de los instrumentos.

La combinación de una revisión experta, una prueba piloto y una validación exhaustiva de los instrumentos garantizará la confiabilidad y validez de los datos recopilados, lo



que a su vez fortalecerá la robustez de las conclusiones y recomendaciones que emerjan de este estudio de prefactibilidad.

Para (Hidalgo, 2005) La confiabilidad y validez son constructos inherentes a la investigación desde la perspectiva positivista para otorgarle a los instrumentos y a la información recabada, exactitud y consistencia necesarias para efectuar las generalizaciones de los hallazgos, derivadas del análisis de las variables en estudio.



CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

El diagnóstico situacional proporciona una base sólida para el diseño y desarrollo del proyecto, al identificar los aspectos relevantes del entorno en el que se llevará a cabo, así como los riesgos potenciales que deben ser abordados y mitigados en el proceso.

4.1- Diagnóstico

El diagnóstico situacional tiene como objetivo proporcionar una comprensión integral del contexto en el que se desarrollará el proyecto, evaluando aspectos relevantes que influyen en su ejecución y en los resultados esperados.

En la actualidad, la universidad de ciencias comerciales dispone de suministro de energía eléctrica convencional. Este suministro se obtiene a través de tres transformadores con una capacidad de 75 KVA cada uno en un sistema estrella, que actúan como el punto central de distribución para todas las zonas del campus y el campus está equipado con paneles principales.

Un punto importante para destacar es que los paneles principales y subpaneles carecen de una identificación adecuada, lo que dificulta la precisión en la determinación de la distribución energética. Además, la falta de un plano eléctrico del sistema tiene un impacto significativo en la realización del censo de carga, ya que se requiere una cantidad considerable de tiempo para lograr una identificación precisa de la distribución.

Así mismo cuentan con un transformador de energía de combustión interna a Diesel con una capacidad de 320 kva y es utilizado como alternativa cuando no se cuenta con el sistema energético convencional. (Ver anexo 1)

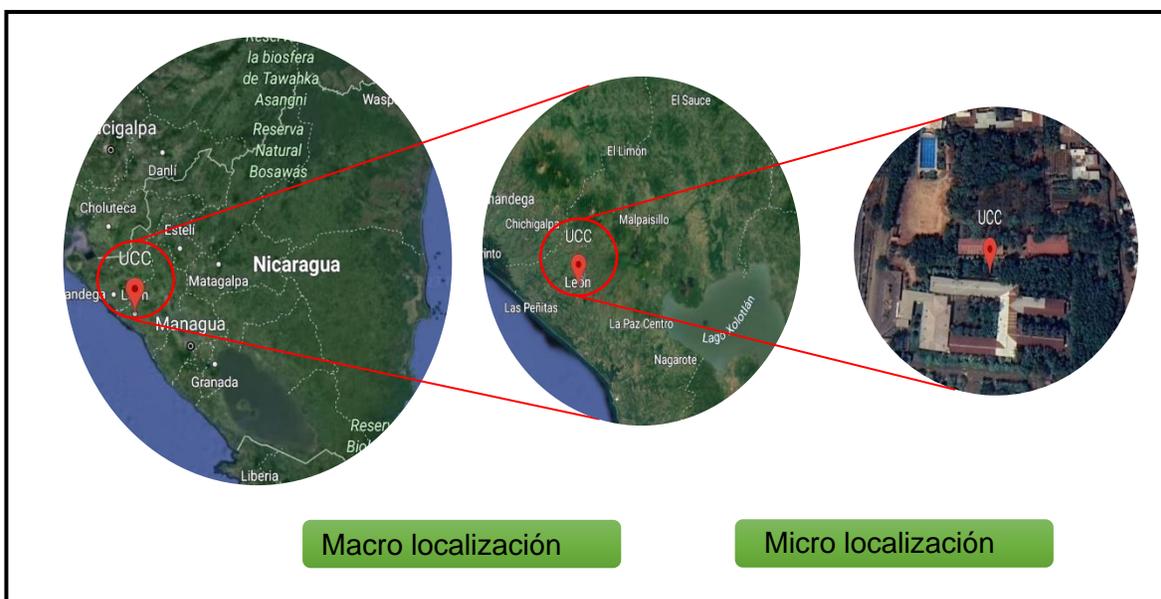
4.1.1- Macro y Micro localización

El presente proyecto es realizado en la universidad de Ciencias Comerciales campus ubicado en el costado oeste del campus médico UNAN departamento de León, ciudad situada en el occidente del país.

El recinto universitario está situado en las siguientes coordenadas geográficas: latitud 12.418845°y longitud -86.877459°

Figura 6

Ubicación Campus UCC León



Fuente: Elaboración de los autores.

4.1.2- Caracterización del Entorno.

La caracterización del entorno se divide en aspectos natural o construido, infraestructura, área construida y área verde:

Aspecto Natural o Construido: El entorno está predominantemente construido y urbanizado, con edificaciones académicas, instalaciones administrativas y áreas recreativas. El proyecto se integrará a esta infraestructura existente.

Infraestructura: La UCC cuenta con aulas, laboratorios, bibliotecas y áreas deportivas, lo que brinda un ambiente propicio para la realización de actividades educativas y proyectos de investigación.



Área Construida: La extensión total de las áreas construidas abarca diversos edificios que albergan aulas, oficinas, salas de conferencias y espacios de estudio, conformando un entorno de aprendizaje y desarrollo.

Área Verde: Aunque el campus no cuenta con áreas verdes extensas, se han implementado jardines y espacios de recreación, lo que favorece la integración de prácticas sostenibles y la conciencia ambiental.

4.1.3- Aspectos económicos

La Universidad de Ciencias Comerciales (UCC) es una institución educativa con enfoque en la formación de profesionales en diversos campos. Su actividad principal es brindar programas académicos de calidad en áreas como negocios, tecnología y ciencias sociales

Actividades económicas: La UCC genera ingresos principalmente a través de matrículas estudiantiles y actividades académicas.

La institución también busca alianzas con empresas y organismos para la realización de proyectos de investigación y desarrollo.

Identificación de riesgos y afectaciones:

Se han identificado varios tipos de riesgos asociados al proyecto:

Riesgo Económico

- Cambios en la disponibilidad de financiamiento o recursos financieros que podrían afectar el presupuesto y la ejecución del proyecto.
- Fluctuaciones en la matrícula: La universidad depende en gran medida de las tasas de matrícula pagadas por los estudiantes. Las variaciones en la matrícula, como una disminución en la inscripción de estudiantes, pueden afectar negativamente los ingresos.
- Cambio en la demanda de programas académicos: Si la demanda de ciertos programas académicos disminuye, la universidad puede verse obligada a ajustar su oferta académica, lo que puede afectar sus ingresos.



- Reputación y calidad académica: Una disminución en la reputación o la calidad académica de la universidad puede afectar su capacidad para atraer a estudiantes y donantes.
- Desafíos tecnológicos: La inversión en tecnología educativa y la adaptación a cambios tecnológicos pueden ser costosos y necesarios para mantenerse competitivos.

Riesgo Laboral

- Riesgo eléctrico: Posibilidad de un cortocircuito debido a que los centros de cargas no están debidamente hermetizados presentan humedad y no están en las condiciones adecuadas debido a la falta de mantenimiento.
- Riesgos eléctricos específicos: Estos pueden incluir sobretensiones, arcos eléctricos, choques por contacto directo o indirecto, todos los cuales pueden causar lesiones graves o fatales.
- Incendios y explosiones: Un sistema eléctrico defectuoso o mal mantenido puede causar cortocircuitos, incendios o explosiones. Esto representa un riesgo grave para los trabajadores y el campus en general.
- Riesgos de mantenimiento y operación: El mantenimiento regular y la operación eficiente son esenciales para garantizar el rendimiento óptimo a lo largo del tiempo.

CAPÍTULO V: ESTUDIOS DE INGENIERÍA

5.1- Dimensionamiento del consumo de los laboratorios por medio del censo de carga

El dimensionamiento por censo de carga es un proceso esencial en la planificación y gestión de este proyecto. Implica determinar la cantidad de energía eléctrica que se consume en el área específica. También puede ayudar a promover la eficiencia energética al identificar oportunidades para reducir la demanda eléctrica a través de medidas como la promoción de tecnologías más eficientes tal como la energía fotovoltaica y programas de conservación de energía tratando de hacer más eficiente su sistema de producción.

Tabla 1

Censo de carga

Equipos	W	KW	Cantidad	KW * Maquina
PC	400	0.4	84	33.6
Proyector	498	0.498	4	1.992
Lámpara	40	0.04	16	0.64
Aire Acondicionador	750	0.75	4	3
Total	1688	1.688		39.232

Fuente: Elaboración de los autores.

Tabla 2

Promedio de horas de consumo

Nota	Horas
Semana	14
Mes	56
Anual	672

Fuente: Elaboración de los autores.

Estas horas están reflejadas según la organización para el uso de los laboratorios en el periodo del segundo cuatrimestre de año 2022 al primer cuatrimestre del año 2023.

Tabla 3

Consumo en KWH

Descripción	Consumo	U/M
Semanal	549.248	KWH/S
Mensual	2,196.99	KWH/M
Anual	26,363.90	KWH/A

Fuente: Elaboración de los autores

Como se puede apreciar en la tabla 3 basado en el censo de carga realizado en los laboratorios y las horas de uso de los mismo, se logró calcular el consumo en kilowatt anual este será nuestro valor máximo de referencia para dimensionar los equipos de generación solar donde se requiere alcanzar la mayor cantidad posible del 100% de la capacidad instalada

Tabla 4

Costo Anual de los laboratorios

SUPUESTO COMPORTAMIENTO CONSTANTE ANUAL EN EL TIEMPO		
Consumo anual	26363.904	KWH
Considera el porcentaje de imprevistos	5%	
Consumo Total	27682.0992	KWH*AÑO
Carga total por H	41.1936	KWH
Carga útil del sistema total	80%	
Demanda concentrada	32.95488	KWH
Cargo por mantenimiento	25%	Adicional S/C
Subtotal neto	41.1936	KWH
Cargo por alumbrado público	6%	Adicional S/C
Carga total neto	43.67	KWH
Costo	7.7	C\$
Horas por año	672	H
Costo anual	C\$ 225,941.29	C\$*KWH
Equivalente en dólares	\$ 6,202.07	T/C 36.43

Fuente: Elaboración de los autores.

"El valor presentado en relación con el costo en kWh/año está sujeto a variaciones que solo podemos medir con un analizador de redes. Por tanto, este valor se plantea como un escenario ideal, aunque en realidad existen numerosos factores reales que están fuera del alcance de nuestra medición



5.2- Consumo real según pagos realizados.

Tabla 5

Pago real según facturas

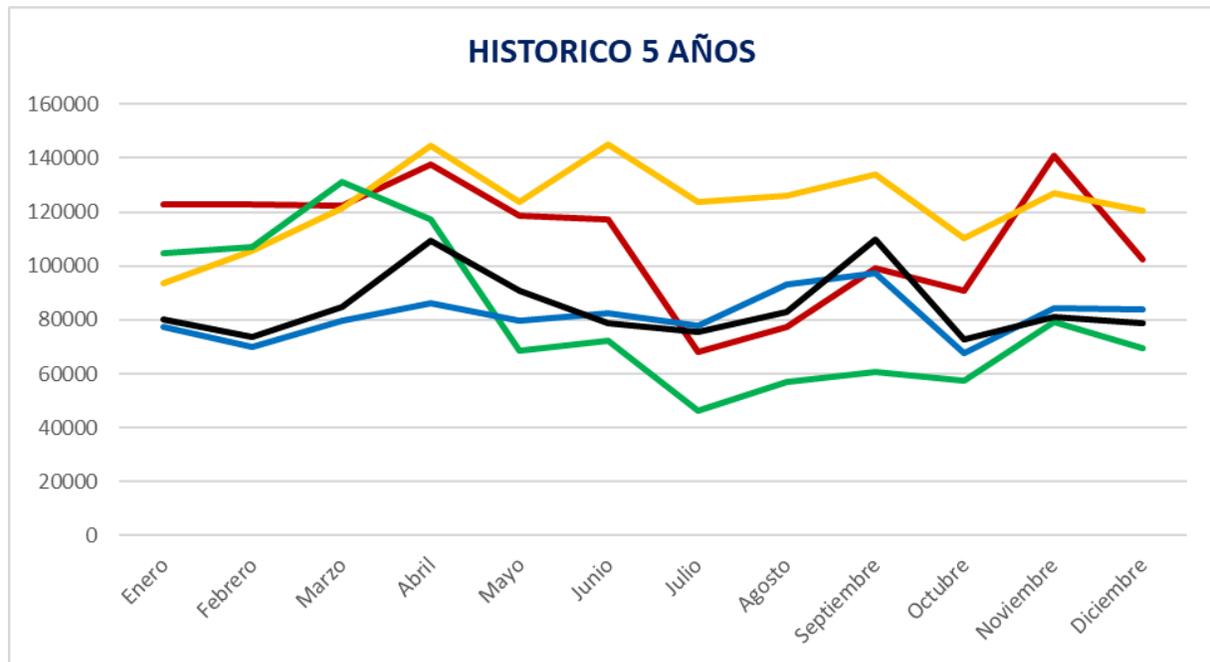
Costo de Energía comercial en los últimos 5 años (sin IVA)						
Años	2018	2019	2020	2021	2022	
Anual		-155350.79	504667.4	-8681.98	-38829.02	
Enero	C\$ 122,888.76	C\$ 93,486.71	C\$104,672.63	C\$ 77,606.29	C\$ 80,001.36	
Febrero	C\$ 122,888.73	C\$ 105,787.05	C\$107,024.17	C\$ 69,946.02	C\$ 73,861.61	
Marzo	C\$ 122,233.63	C\$ 121,506.20	C\$130,975.51	C\$ 79,579.19	C\$ 84,994.47	
Abril	C\$ 137,463.22	C\$ 144,670.99	C\$117,417.16	C\$ 86,281.68	C\$ 109,198.39	
Mayo	C\$ 118,756.50	C\$ 123,541.19	C\$ 68,714.41	C\$ 79,695.90	C\$ 90,634.61	
Junio	C\$ 117,242.92	C\$ 145,267.92	C\$ 72,232.62	C\$ 82,371.39	C\$ 78,924.56	
Julio	C\$ 68,127.06	C\$ 123,581.90	C\$ 46,275.72	C\$ 77,938.56	C\$ 75,448.27	
Agosto	C\$ 77,249.01	C\$ 125,962.08	C\$ 57,115.29	C\$ 93,314.20	C\$ 82,858.03	
Septiembre	C\$ 99,105.86	C\$ 133,948.26	C\$ 60,466.18	C\$ 97,247.81	C\$ 109,775.98	
Octubre	C\$ 90,807.37	C\$ 110,170.84	C\$ 57,415.12	C\$ 67,717.38	C\$ 72,967.70	
Noviembre	C\$ 140,842.21	C\$ 127,130.27	C\$ 79,215.59	C\$ 84,190.49	C\$ 81,107.79	
Diciembre	C\$ 102,608.01	C\$ 120,510.66	C\$ 69,372.27	C\$ 83,689.74	C\$ 78,634.90	
Totales	C\$ 1,320,213.28	C\$ 1,475,564.07	C\$970,896.67	C\$979,578.65	C\$ 1,018,407.67	
Total \$	\$ 36,239.73	\$ 40,504.09	\$ 26,651.02	\$ 26,889.34	\$ 27,955.19	

Fuente: Elaboración de los autores.

Se analizaron los pagos generados en el lapso comprendido de 2018 a 2022. Como se determina en la tabla 5, identificando variaciones con respecto a los distintos años. Estas variaciones se deben a las actividades extraordinarias realizadas por la institución.

Figura 7

Pago histórico



Fuente: Elaboración de los autores.

Tabla 6

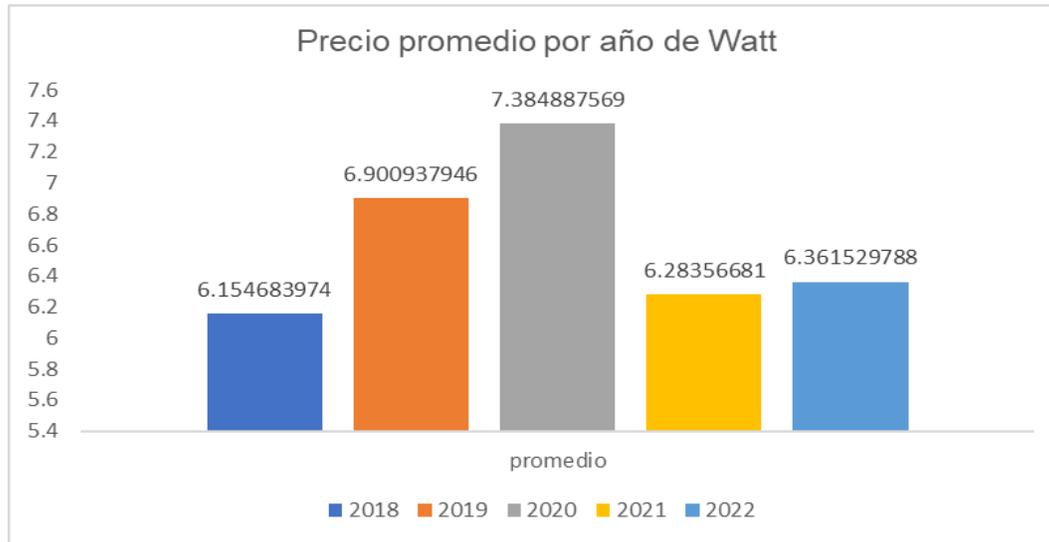
Precios por Kilowatt

Precios promedio de energía eléctrica							
Meses		2018	2019	2020	2021	2022	
Enero	C\$	6.02	C\$ 6.38	C\$ 7.42	C\$ 6.58	C\$ 6.27	
Febrero	C\$	5.89	C\$ 6.33	C\$ 7.31	C\$ 5.98	C\$ 6.12	
Marzo	C\$	6.07	C\$ 6.60	C\$ 7.48	C\$ 6.12	C\$ 6.29	
Abril	C\$	6.19	C\$ 6.65	C\$ 7.56	C\$ 6.23	C\$ 6.43	
Mayo	C\$	6.30	C\$ 6.93	C\$ 7.66	C\$ 6.29	C\$ 6.46	
Junio	C\$	6.15	C\$ 6.82	C\$ 7.52	C\$ 6.32	C\$ 6.34	
Julio	C\$	6.17	C\$ 7.01	C\$ 7.38	C\$ 6.33	C\$ 6.39	
Agosto	C\$	6.22	C\$ 7.10	C\$ 7.34	C\$ 6.33	C\$ 6.43	
Septiembre	C\$	6.18	C\$ 7.16	C\$ 7.27	C\$ 6.26	C\$ 6.38	
Octubre	C\$	6.19	C\$ 7.22	C\$ 7.28	C\$ 6.36	C\$ 6.40	
Noviembre	C\$	6.18	C\$ 7.24	C\$ 7.18	C\$ 6.28	C\$ 6.42	
Diciembre	C\$	6.28	C\$ 7.39	C\$ 7.21	C\$ 6.31	C\$ 6.42	
promedio	C\$	6.15	C\$ 6.90	C\$ 7.38	C\$ 6.28	C\$ 6.36	

Fuente: Elaboración de los autores.

Figura 8

Consumo promedio



Fuente: Elaboración de los autores.

El precio promedio anual en 2018 fue de C\$6.15, aumentó a C\$6.90 en 2019, alcanzó su punto máximo en C\$7.38 en 2020 y luego disminuyó nuevamente a C\$6.28 en 2021, para luego aumentar ligeramente a C\$6.36 en 2022.

Esto muestra cómo los precios promedio han experimentado cierta volatilidad a lo largo de los años.

Tendencia general de los precios promedio:

Los precios promedio de la energía eléctrica han experimentado una tendencia general al alza desde 2018 hasta 2020.

Hubo una disminución en los precios en 2021 y 2022 en comparación con 2020, lo que indica una reversión temporal de la tendencia alcista.

Variación mensual:

En general, los precios tienden a fluctuar a lo largo del año. Los precios suelen ser más bajos en los meses de febrero y más altos en los meses (julio y agosto).

Hay una variación mensual considerable, por ejemplo, en 2020, los precios en enero fueron C\$7.42, mientras que en febrero bajaron a C\$7.31.

Sin embargo, esta variación mensual se ha reducido en 2022, con precios que se mantienen relativamente estables en comparación con 2021.

Tabla 7

Consumo Real en Kilowatts

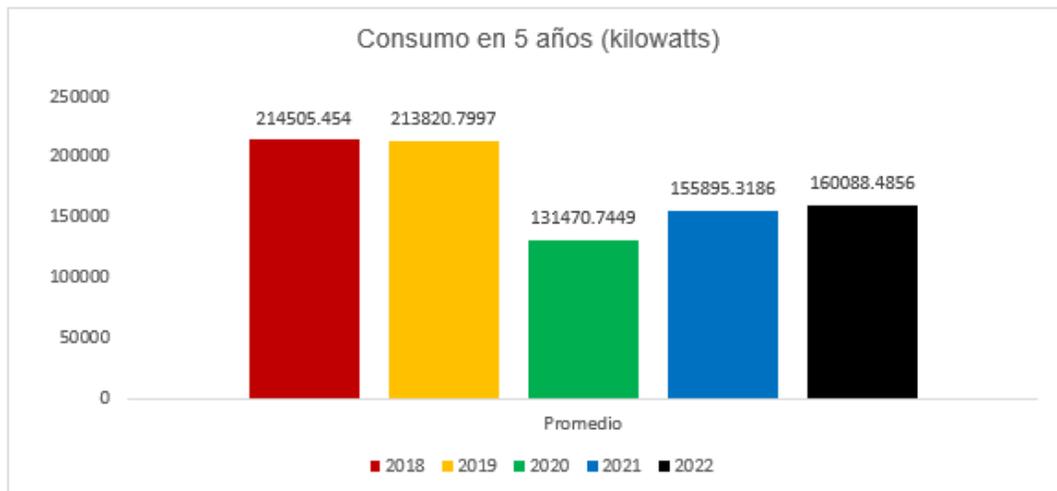
Consumo histórico en 5 años (Kilowatts)					
Años	2018	2019	2020	2021	2022
Enero	20,409.68594	14,662.76	14,108.32	11,798.19	12,766.56
Febrero	20,865.73224	16,713.36	14,645.66	11,690.05	12,069.71
Marzo	20,135.67746	18,403.42	17,506.98	12,998.42	13,511.48
Abril	22,216.27798	21,761.38	15,523.12	13,849.41	16,984.85
Mayo	18,857.26019	17,836.43	8,965.35	12,666.16	14,039.68
Junio	19,051.09922	21,311.65	9,606.686	13,038.47	12,441.37
Julio	11,033.79438	17,621.66	6,268.961	12,315.43	11,815.7
Agosto	12,409.67887	17,747.1	7,783.105	14,740.06	12,895.6
Septiembre	16,030.06227	18,712.54	8,312.304	15,528.63	17,207.28
Octubre	14,662.43138	15,268.68	7,890.985	10,640.48	11,403.47
Noviembre	22,789.05952	17,570.76	11,032.76	13,398.62	12,630.2
Diciembre	16,337.37401	16,300.34	9,618.163	13,262.01	12,243.72
Promedio por año	214,505.454	213,820.8	131,470.7	155,895.3	160,088.5

Fuente: Elaboración de los autores.

Los datos proporcionados representan el consumo histórico de energía eléctrica en kilowatts a lo largo de los últimos cinco años. Cada dato representado en la tabla corresponde al consumo mensual en cada año.

Figura 9

Consumo histórico en promedio



Fuente: Elaboración de los autores.



Promedio de consumo en kW de la institución

Para calcular el promedio de consumo de energía durante los cinco años dados, debemos sumar todos los valores de consumo de los cinco años y luego dividir la suma total entre cinco, que es el número de años en consideración

$$\text{Promedio anual de consumo} = \frac{\text{Suma total del consumo de los 5 años}}{5}$$

Suma total del consumo de los 5 años:

$$214505.454+213820.7997+131470.7449+155895.3186+160088.4856=875780.8038$$

Ahora, calculamos el promedio anual de consumo:

$$\text{Promedio anual de consumo} = \frac{875780.8038}{5} = 175156.16076$$

Por lo tanto, el promedio de consumo anual de energía durante los cinco años es aproximadamente 17,5156.16076.

Este conjunto de datos muestra los precios promedio de la energía eléctrica en diferentes meses y años, desde 2018 hasta 2022. A primera vista, podemos observar algunas tendencias y variaciones en los precios a lo largo de los años y los meses.

Para realizar un análisis de los datos relacionados con el consumo de energía eléctrica en la Universidad de Ciencias Comerciales en León, Nicaragua, a lo largo de los últimos cinco años, podemos observar varias tendencias y patrones en los datos. Aquí hay algunas observaciones y análisis clave:

Año 2018: El consumo promedio anual en 2018 fue de aproximadamente 214,505.454 watts. Se observa una variabilidad en el consumo mensual, siendo noviembre el mes con el mayor consumo.

Año 2019: El año 2019 registró un consumo promedio anual ligeramente menor, alrededor de 213,820.7997 watts. Al igual que en el año anterior, noviembre destacó como el mes con el mayor consumo.

Año 2020: En 2020, el consumo promedio anual disminuyó significativamente a aproximadamente 131,470.7449 watts. Esto podría deberse a varios factores, como cambios en la economía o en los patrones de consumo.



Año 2021: El consumo en 2021 mostró una disminución adicional, con un consumo promedio anual de alrededor de 155,895.3186 watts.

Año 2022: En 2022, se observa un aumento en el consumo promedio anual, que alcanzó aproximadamente 160,088.4856 watts. Esto podría indicar un crecimiento económico o cambios en la demanda de energía durante ese año.

5.3- Estudio de mejora en operaciones.

- **Diagrama causa efecto.**

Diagrama Causa-Efecto para la Implementación de Paneles Solares en los Laboratorios de la UCC

Efecto Principal: "Implementación de Paneles Solares en los Laboratorios de informática de la UCC".

Categorías de Causas: Estas son las espinas principales que se extienden desde el efecto principal. Cada espina representa una categoría de posibles causas.

Financiamiento

- Falta de presupuesto.
- Recursos financieros limitados.

Tecnología

- Selección de tecnología de paneles solares.
- Inversores solares.
- Monitoreo de rendimiento.

Recursos Humanos

- Personal capacitado en energía solar.
- Expertos en instalación y mantenimiento.

Infraestructura

- Condiciones del techo y espacio para paneles.
- Estado de la red eléctrica existente.

Normativas

- Regulaciones y permisos requeridos.
- Cumplimiento de estándares ambientales.

Tiempo

- Plazos de implementación.
- Programación de mantenimiento.

Causas Específicas: Estas son las ramas que se extienden desde cada categoría de causas y representan causas específicas dentro de cada categoría.

Selección de tecnología de paneles solares

- Falta de investigación de mercado.
- Evaluación inadecuada de la eficiencia y durabilidad.

Personal capacitado en energía solar

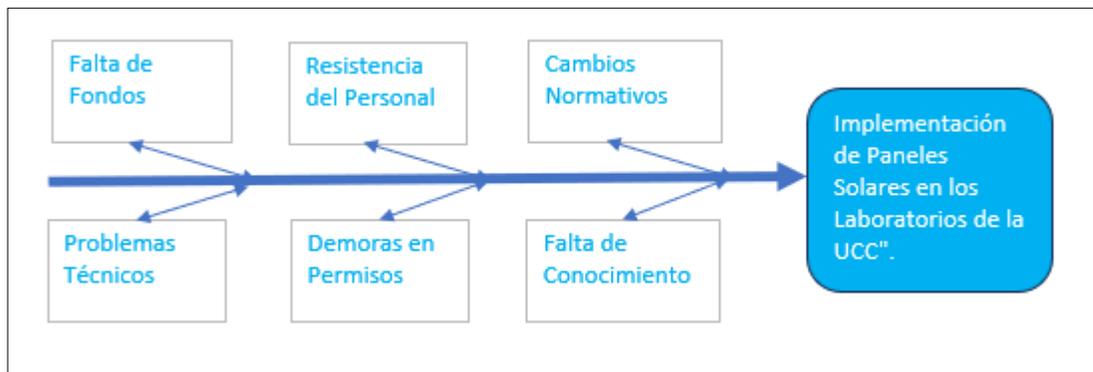
- Necesidad de entrenamiento adicional.
- Disponibilidad de expertos en el campus.

Regulaciones y permisos requeridos

- Desconocimiento de los requisitos regulatorios.
- Proceso de obtención de permisos lento.

Figura 10

Diagrama de causa y efecto



- **Fuente:** Elaboración de los autores.

Diagrama de Pareto.

Implementación de Paneles Solares

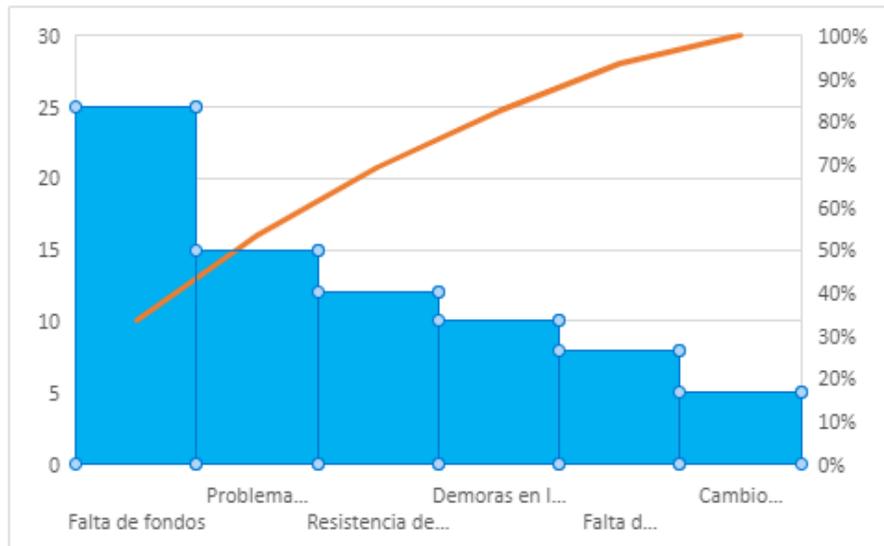
Se identifico varios obstáculos que podrían afectar la ejecución del proyecto. Aquí están los obstáculos identificados junto con su frecuencia estimada:

- Falta de fondos: 25 veces
- Problemas técnicos con los paneles: 15 veces

- Resistencia del personal a adoptar la tecnología solar: 12 veces
- Demoras en la obtención de permisos: 10 veces
- Falta de conocimiento sobre energía solar: 8 veces
- Cambios normativos en la industria: 5 veces

Figura 11

Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración de los autores.

Resultado: En nuestro diagrama de Pareto, las barras se verían de la siguiente manera:

1- Identificación de los Obstáculos Principales Según el diagrama de Pareto, los obstáculos principales son la falta de fondos, los problemas técnicos con los paneles y la resistencia del personal a adoptar la tecnología solar, ya que son los tres obstáculos más frecuentes y críticos.

2- Toma de Decisiones Basándonos en este análisis, decidimos que debemos abordar primero la falta de fondos, seguida de los problemas técnicos con los paneles y luego la resistencia del personal.

3- Implementación de Soluciones Comenzamos implementando soluciones para abordar la falta de fondos, como buscar fuentes de financiamiento adicionales. Luego, nos ocupamos de los problemas técnicos y trabajamos en la capacitación del personal para reducir la resistencia.



- **Diagramas de proceso de operación.**

Sistema de operación de la energía fotovoltaica en este proyecto de implementación en los laboratorios de informática de la Universidad de Ciencias Comerciales. Es una solución sostenible y eficiente que aprovecha la radiación solar para generar electricidad y alimentar diversas cargas, incluyendo computadoras y equipos electrónicos. El proceso de operación consta de varios componentes clave que trabajan en conjunto para maximizar la eficiencia y minimizar el impacto ambiental.

1. Paneles Solares

El sistema comienza con una matriz de paneles solares fotovoltaicos instalados en un área designada en el techo o en una ubicación óptima para captar la máxima cantidad de radiación solar.

Estos paneles están compuestos por células fotovoltaicas que convierten la luz solar en electricidad continua (corriente continua o DC).

2. Regulador Solar

La electricidad generada por los paneles solares es variable y depende de la intensidad de la luz solar. Para garantizar que la electricidad sea estable y segura para su uso en equipos electrónicos, pasa a través de un regulador solar.

El regulador solar controla la carga de las baterías solares, evitando sobrecargas y descargas excesivas que podrían dañar las baterías.

3. Baterías Solares

La electricidad generada durante el día y que no se consume de inmediato se almacena en baterías solares.

Estas baterías almacenan la electricidad en forma de energía química y la liberan cuando es necesario, por ejemplo, durante la noche o en días nublados cuando la generación de energía solar es limitada.

4. Inversor Solar (DC/AC)

La electricidad almacenada en las baterías es en forma de corriente continua (DC). Sin embargo, la mayoría de los equipos electrónicos funcionan con corriente alterna (AC).

El inversor solar se encarga de convertir la electricidad DC almacenada en las baterías en electricidad de corriente alterna (AC) que es compatible con los dispositivos y equipos electrónicos del Laboratorio 2.

5. Suministro de Energía a Cargas

La electricidad generada y convertida por el inversor se suministra a todo el sistema de cómputo y otras cargas eléctricas dentro del Laboratorio 2.

Esto incluye la alimentación de computadoras de escritorio, equipos electrónicos, iluminación y otros dispositivos eléctricos presentes en el laboratorio.

Beneficios Clave del Sistema

Eficiencia Energética: El sistema de energía fotovoltaica aprovecha la luz solar, una fuente de energía renovable y limpia, para generar electricidad de manera eficiente.

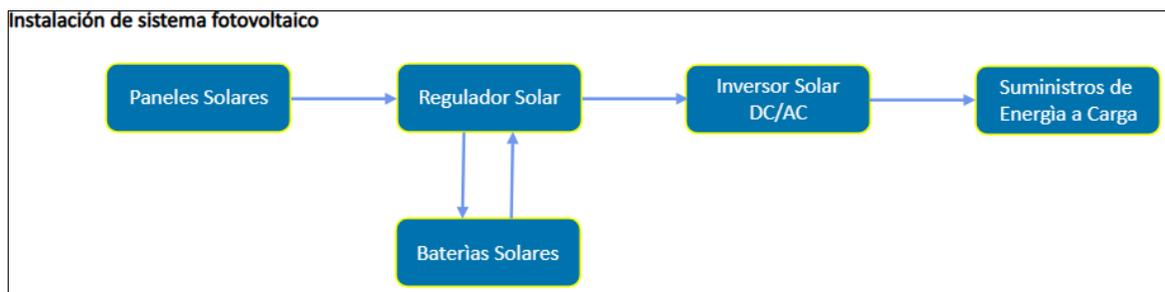
Autosuficiencia: Gracias a las baterías solares, el Laboratorio 2 puede tener energía disponible incluso en ausencia de luz solar, lo que garantiza la continuidad de las operaciones.

Reducción de Costos: La generación de energía solar reduce los costos operativos a largo plazo al disminuir la dependencia de la red eléctrica convencional.

Sostenibilidad Ambiental: Al utilizar energía solar, el laboratorio contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y promueve prácticas sostenibles.

Figura 12

Componentes del proceso en operación



Fuente: Elaboración de los autores.

Mantenimiento de Energía Fotovoltaica

Para garantizar un rendimiento óptimo del sistema fotovoltaico y prolongar su vida útil, es esencial llevar a cabo un mantenimiento regular. Esto incluye principalmente el cuidado de los paneles solares, que son los componentes fundamentales para la captación de la energía solar. A continuación, se describen las principales actividades de mantenimiento:



1. Limpieza de los Paneles Solares

Los paneles solares pueden acumular polvo y suciedad con el tiempo, lo que puede obstaculizar la entrada de la energía solar en las células fotovoltaicas y reducir la eficiencia del panel.

Antes de limpiar los paneles, es fundamental desconectarlos del inversor para evitar descargas de energía eléctrica.

Durante la limpieza, es importante utilizar agua a temperatura ambiente para evitar diferencias bruscas de temperatura que podrían provocar fisuras en el vidrio de los paneles.

2. Inspección Trimestral

A intervalos trimestrales, se debe llevar a cabo una inspección minuciosa de los paneles solares.

Durante esta inspección, se verifica si existen objetos que puedan generar sombra sobre los paneles, ya que incluso una pequeña sombra puede disminuir significativamente la producción de energía.

También se busca cualquier signo de rotura o deslaminado en los paneles, ya que estos problemas pueden comprometer su funcionamiento y seguridad.

El mantenimiento regular de los paneles solares contribuye a garantizar un rendimiento constante y óptimo del sistema fotovoltaico. Además, promueve la durabilidad de los componentes y minimiza cualquier impacto negativo en la generación de energía solar. Es importante llevar a cabo estas tareas con precaución y siguiendo las pautas de seguridad adecuadas para garantizar un funcionamiento seguro del sistema.

Los costos de mantenimiento, según el proveedor, se lleva a cabo trimestralmente, con un costo de 50 dólares estadounidenses en cada ocasión.

Tabla 8

Plan de mantenimiento

Plan de mantenimiento preventivo del sistema fotovoltaico			
Componente del Sist. Fotov.	Actividad	Encargado	Frecuencia
Panel fotovoltaico	Limpieza	Usuario	Máximo mensualmente en zona de mucho polvo o lluvia
	Inspección	Usuario	Trimestralmente
Inversor	Inspección	Usuario	Mensualmente
	Inspección	Técnico electricista	El primer año de instalación y luego cada dos años
Conexiones de cables	Revisión de conexiones	Técnico electricista	El primer año de instalación y luego cada dos años
Estructura de soporte	Revisión de pernos y fijaciones	Técnico electricista	El primer año de instalación y luego cada dos años
Baterías	Inspección	Técnico electricista	El primer año de instalación y luego cada dos años

Fuente: Elaboración de los autores.



Equipo: Paneles Solares

Frecuencia de Mantenimiento Preventivo: Cada 6 meses

Tiempo Promedio entre Fallas (MTBF): 2 años

Tiempo Promedio de Reparación (MTTR): 3 días

Disponibilidad Actual del Equipo: 98%

Descripción: Los paneles solares son componentes críticos del sistema de energía fotovoltaica. Se ha observado que, en promedio, funcionan sin problemas durante aproximadamente 2 años antes de experimentar una falla. Cuando ocurre una falla, el tiempo promedio de reparación es de 3 días. Actualmente, la disponibilidad del equipo de paneles solares es del 98%, lo que indica un buen rendimiento general.

Equipo: Regulador Solar

Frecuencia de Mantenimiento Preventivo: Cada 6 meses

Tiempo Promedio entre Fallas (MTBF): 3 años

Tiempo Promedio de Reparación (MTTR): 2 días

Disponibilidad Actual del Equipo: 99%

Descripción: El Regulador Solar es un componente esencial del sistema de energía fotovoltaica. Se ha observado que, en promedio, funciona sin problemas durante aproximadamente 3 años antes de experimentar una falla. Cuando ocurre una falla, el tiempo promedio de reparación es de 2 días. Actualmente, la disponibilidad del equipo de Regulador Solar es del 99%, lo que indica un excelente rendimiento y confiabilidad.

Equipo: Baterías Solares

Frecuencia de Mantenimiento Preventivo: Cada 6 meses

Tiempo Promedio entre Fallas (MTBF): 4 años

Tiempo Promedio de Reparación (MTTR): 3 días

Disponibilidad Actual del Equipo: 98%

Descripción: Las Baterías Solares son un componente crucial del sistema de energía fotovoltaica, ya que almacenan la energía generada por los paneles solares. Según el historial de mantenimiento y rendimiento, se ha observado que, en promedio, estas baterías funcionan sin problemas durante aproximadamente 4 años antes de experimentar una falla. Cuando ocurre una falla, el tiempo promedio de reparación es de 3 días. Actualmente, la disponibilidad de las Baterías Solares es del 98%, lo que indica un buen nivel de confiabilidad, pero se debe mantener un mantenimiento preventivo regular para garantizar un rendimiento óptimo.



Equipo: Inversor Solar (DC/AC)

Frecuencia de Mantenimiento Preventivo: Cada 6 meses

Tiempo Promedio entre Fallas (MTBF): 5 años

Tiempo Promedio de Reparación (MTTR): 2 días

Disponibilidad Actual del Equipo: 99%

Descripción: El Inversor Solar (DC/AC) desempeña un papel fundamental en la conversión de la energía solar generada por los paneles fotovoltaicos en electricidad utilizable en corriente alterna. Este equipo tiende a funcionar sin problemas durante un promedio de 5 años antes de experimentar una falla. En caso de una falla, el tiempo promedio de reparación es de 2 días. Actualmente, el Inversor Solar goza de una disponibilidad del 99%, lo que indica un alto nivel de confiabilidad. Sin embargo, el mantenimiento preventivo regular es esencial para garantizar un rendimiento óptimo y prevenir interrupciones no planificadas.



CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1- Estudio Técnico

Primero, debemos saber el dimensionamiento de nuestro proyecto en términos de energía lo cual tenemos la información del censo de carga que la potencia instalada en los 4 laboratorios es de 39,232 Wh es decir 39.232 KWh, pero para calcular la capacidad total de generación solar necesaria para abastecer los equipos mencionados. debemos tener en cuenta un margen de seguridad y las pérdidas típicas de un sistema solar. El margen de seguridad en consideración será del 5%, lo que significa que se necesitará una capacidad de generación: (Ver tabla 4)

Capacidad total = 39.232 kWh + 5% (para el margen de seguridad) = 41.1936 KWH
Este dato se usó para poder dimensionar el equipo de generación solar con los proveedores.

6.1.1- Calculo cantidad de paneles para el área de consumo

Calcular la demanda de energía diaria: Convierte tu consumo de energía mensual en una demanda diaria dividiéndolo por el número de días en un mes.

Calcular la energía diaria generada por un panel solar: Multiplica la potencia nominal de un solo panel solar por las horas de luz solar equivalentes o la radiación solar promedio diaria en tu área.

Determinar el número de paneles solares necesarios: Divide tu demanda de energía diaria entre la energía diaria generada por un solo panel solar para obtener el número aproximado de paneles necesarios.

$$\text{Número de paneles} = \frac{\text{Demanda de energía diaria}}{\text{Energía diaria generada por un panel solar}}$$

Conociendo estos datos podemos usar la fórmula mencionada anteriormente, suponiendo que cada panel solar genera 570 W o 0.57 kW de energía por hora (kWh).

$$23.632 \text{ Wh} = 23.632 \div 1000 = 23.632 \text{ kWh}$$

$$\text{Número de paneles} = \frac{23.632}{0.57} = 41.4$$

Se facilitó por parte de la institución planos del área seleccionada para realizar la implementación de los 40 paneles solares, se determina se ha notado que el espacio disponible es adecuado para llevar a cabo la instalación de manera óptima ya que cada área cuenta con medidas de 6x6.

6.1.2- Dimensionamiento de los paneles solares para la instalación de un área adecuada.

Tejados: Los techos planos o inclinados son ubicaciones populares para la instalación de paneles solares. Estos techos generalmente tienen un amplio espacio disponible y tienden a recibir una exposición directa al sol durante gran parte del día.

Estacionamientos: Muchas instituciones están optando por cubrir los estacionamientos con paneles solares, creando así una fuente adicional de energía renovable. Esta opción también proporciona sombra para los vehículos y puede reducir la necesidad de acondicionamiento de aire en los automóviles estacionados.

Terrenos abiertos: La institución cuenta con terrenos abiertos disponibles, como patios o áreas de recreación, estos espacios también pueden ser adecuados para la instalación de paneles solares. Se pueden utilizar estructuras de montaje específicas para sostener los paneles en el suelo, maximizando así la producción de energía solar.

Tomado en cuenta lo anterior descrito se determinó que los paneles pueden ser instalado en el techo del pabellón de los laboratorios debido a que cuenta con el espacio necesario para realizar dicha instalación y considerando que su inclinación esta hacia el norte y sur, esto es una ventaja porque así los rayos solares impactaran a cualquier hora del día hacia el sistema fotovoltaico, los paneles que se proponen tienen una capacidad de 570 W de energía por hora cada uno, pero antes de dimensionar el área de instalación se calculó la irradiación solar disponible.

Figura 13

Zona de instalación



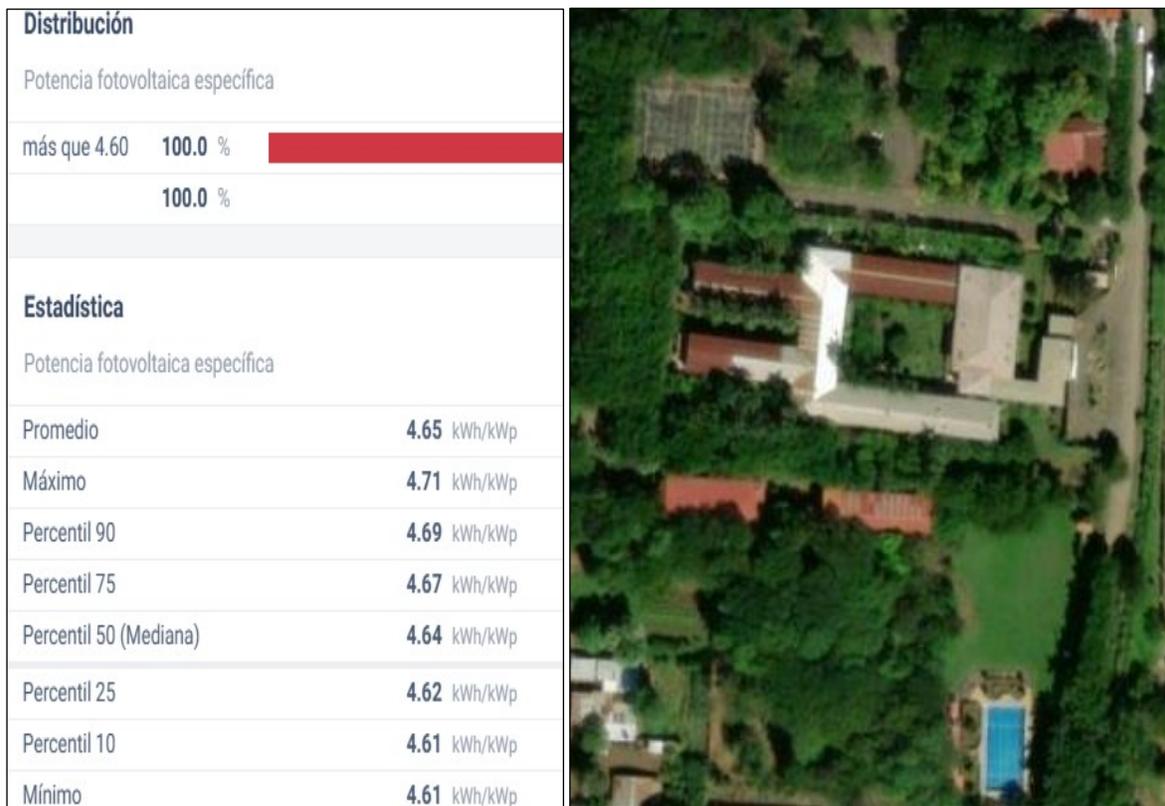
Fuente: Institución Ucc-León.

Para conocer la radiación solar disponible en este proyecto se hizo uso de las herramientas web de atlas solar global en donde se ingresó las coordenadas específicas y se delimito el área del sitio para determinar los valores de radiación y así obtener la irradiación solar hasta la fecha actual donde el promedio diario es 4.65 KWh.

Esto demostró que aun en el punto mínimo de irradiación la universidad cuenta con el 100% de potencia fotovoltaica debido a que el mínimo 4.61 kwh está por encima del nivel 4.60 kwh

Figura 14

Radiación solar en el sitio



Fuente: Atlas Solar Global



6.2- Propuesta de Diseño

6.2.1- Selección del tipo de suministro de energía eléctrica método de ponderación

Se comparan las 2 alternativa “Energía comercial” y “Energía a combustión interna” con las que cuenta actualmente la universidad con la alternativa de energía renovable con módulos fotovoltaicos que es la que se propone para dar una solución a esta situación se plantea estas tres alternativas en el método de ponderación para así analizar cuál es la más viable en determinados factores que se toman en cuenta, de esta forma tenemos las siguientes:

Factores de ponderación

- **Costo inicial (30%):** Evalúa cuánto cuesta implementar cada una de las opciones. Esto incluye el costo de los paneles solares para la energía fotovoltaica, el costo del motor de combustión interna y generador, y los costos iniciales de conexión a la red eléctrica comercial. Se le asignó una ponderación del 30% a este factor.
- **Costos operativos y de mantenimiento (25%):** Analiza los gastos continuos asociados con cada opción, como el mantenimiento de los paneles solares, el combustible y el mantenimiento del motor de combustión interna, así como los costos de electricidad de la red comercial. Se asigna un 25% de ponderación a este factor.
- **Impacto ambiental (20%):** Considera el impacto ambiental de cada opción, incluyendo las emisiones de carbono, la huella ecológica y la sostenibilidad a largo plazo. se asignó un 20% de ponderación a este factor si valoras la sostenibilidad.
- **Fiabilidad y disponibilidad (15%):** Evalúa la confiabilidad y disponibilidad de cada fuente de energía. Esto implica la duración de la energía generada, la disponibilidad en diferentes condiciones climáticas y la seguridad del suministro. Se asigna un 15% de ponderación a este factor.
- **Flexibilidad y escalabilidad (10%):** Considera la flexibilidad para adaptar o ampliar tu sistema en el futuro. Esto es importante si prevés cambios en tus necesidades de energía a largo plazo. Se considero darle un 10% de ponderación a este factor.

Tabla 9

Método cualitativo por puntos

Factor	Peso	Calificación			Calificación ponderada		
		Energía Fotovoltaica	Motor de Combustión Interna con Generador	Energía Comercial	Energía Fotovoltaica	Motor de Combustión Interna con Generador	Energía Comercial
Costo Inicial	0.3	7	8	10	2.1	2.4	3
Costos Operativos y de Mantenimiento	0.25	10	5	8	2.5	1.25	2
Impacto Ambiental	0.2	10	6	7	2	1.2	1.4
Fiabilidad y Disponibilidad	0.15	9	5	6	1.35	0.75	0.9
Flexibilidad y Escalabilidad	0.1	10	10	10	1	1	1
Total	1				8.95	6.6	8.3

Fuente: Elaboración de los autores.

Puntuación total más alta es la energía fotovoltaica como la mejor alternativa con un valor de 8.95.

- **Energía Fotovoltaica**

Ventajas: Es una fuente de energía renovable y sostenible que utiliza la radiación solar. Puede reducir los costos a largo plazo y tener un impacto ambiental positivo al reducir las emisiones de carbono.

Desventajas: Requiere una inversión inicial significativa en paneles solares y tiene limitaciones en la generación de energía en días nublados o durante la noche.

- **Motor de Combustión Interna con Generador**

Ventajas: Puede proporcionar energía de respaldo confiable en situaciones de emergencia. Es versátil y puede utilizar diferentes tipos de combustibles.

Desventajas: Tiene costos operativos y de mantenimiento continuos, y puede generar emisiones contaminantes y contribuir al cambio climático.

- **Energía Comercial**

Ventajas: Es conveniente y confiable, con una fuente de energía estable. No requiere inversiones iniciales significativas en infraestructura.

Desventajas: Puede ser más costosa a largo plazo que las opciones renovables. Dependen de la red eléctrica comercial y estás expuesto a posibles interrupciones del suministro.



6.2.2- Propuesta planteada

Con los datos demostrado en la tabla 9 se demostró que la implementación de un sistema fotovoltaico en la institución UCC León es crucial para abastecer la creciente demanda energética de los 4 laboratorios de informática. Se propone una solución sostenible y a largo plazo que consiste en la instalación de 40 paneles solares de sistema independiente, lo que asegurará una generación de energía eficiente y ecológica para cubrir la totalidad de la demanda.

Detalles Técnicos

1. Paneles Solares: cantidad 40

El sistema comienza con una matriz de paneles solares fotovoltaicos marca trina líderes en eficiencia y con una vida de útil de 25 años, instalados en un área designada en el techo o en una ubicación óptima para captar la máxima cantidad de radiación solar.

Estos paneles están compuestos por células fotovoltaicas que convierten la luz solar en electricidad continua (corriente continua o DC).

2. Baterías Solares: cantidad 30

La electricidad generada durante el día y que no se consume de inmediato se almacena en baterías solares.

Estas baterías son de 200 amperios y de 12 voltios lo que permite que almacenan la electricidad en forma de energía química y la liberan cuando es necesario, por ejemplo, durante la noche o en días nublados cuando la generación de energía solar es limitada.

3. Inversor Solar (DC/AC): cantidad 3

La electricidad almacenada en las baterías es en forma de corriente continua (DC). Sin embargo, la mayoría de los equipos electrónicos funcionan con corriente alterna (AC).

El inversor solar en este caso modo híbrido de la marca Must de 6 kva a 240 y 110 V se encarga de convertir la electricidad DC almacenada en las baterías en electricidad de corriente alterna (AC) que es compatible con los dispositivos y equipos electrónicos de los laboratorios.

4. Suministro de Energía a Cargas

La electricidad generada y convertida por el inversor se suministra a todo el sistema de cómputo y otras cargas eléctricas dentro de los laboratorios.

Esto incluye la alimentación de computadoras de escritorio, equipos electrónicos, iluminación y otros dispositivos eléctricos presentes en los laboratorios.



6.2.3- Beneficios y Resultados Esperados

- Reducción significativa de la dependencia de la red eléctrica convencional, lo que se traduce en ahorros sustanciales a largo plazo.
- Demostración de compromiso con la energía limpia y renovable, fomentando así una conciencia ecológica en la comunidad educativa.
- Reducción de costos operativos y mantenimiento debido a la naturaleza duradera y de bajo mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos.

6.3- Análisis de riesgo (según lo identificado)

La implementación de un sistema fotovoltaico puede presentar varios desafíos y riesgos potenciales, algunos de estos riesgos pueden incluir:

6.3.1 Costos iniciales elevados: La instalación inicial de paneles solares puede ser costosa y requiere una inversión significativa. Si los fondos iniciales son limitados, esto podría representar un riesgo financiero para la universidad

- Se deben analizar y comparar los costos iniciales de instalación de paneles solares con los ahorros proyectados a lo largo del tiempo para determinar el periodo de recuperación de la inversión.
- La universidad podría considerar opciones de financiamiento, como préstamos a bajo interés o subvenciones gubernamentales, para reducir la carga financiera inicial y mejorar la viabilidad del proyecto.

6.3.2- Necesidad de mantenimiento especializado: Los paneles solares requieren mantenimiento regular para garantizar su funcionamiento óptimo. Si no se cuenta con personal capacitado para llevar a cabo el mantenimiento adecuado, podría resultar en un rendimiento deficiente y, en última instancia, en costos adicionales.

- Capacitar al personal existente o contratar especialistas en mantenimiento de paneles solares para garantizar un rendimiento óptimo y reducir los costos adicionales a largo plazo.

6.3.3- Dependencia de las condiciones climáticas: La generación de energía solar depende de la disponibilidad de la luz solar, lo que significa que la producción de energía puede verse afectada por factores climáticos como nubes densas, lluvia o neblina. Estas fluctuaciones podrían afectar la fiabilidad del suministro de energía.

- Realizar un análisis detallado de los patrones climáticos locales y la disponibilidad de luz solar durante todo el año para prever posibles fluctuaciones en la generación de energía.

6.3.4- Riesgo de obsolescencia tecnológica: Dado que la tecnología solar continúa evolucionando, existe el riesgo de que los paneles solares instalados puedan volverse obsoletos en un corto período de tiempo. Esto podría resultar en la necesidad de actualizaciones costosas en el futuro.

Considerando estos puntos clave, la universidad puede desarrollar estrategias sólidas para mitigar los riesgos asociados con la implementación de paneles solares, asegurando una transición exitosa hacia una fuente de energía más sostenible y eficiente.

6.4- Presupuesto

Se calcula la proyección en base al consumo histórico aportado por la institución de 5 años tomando como referencia el año 2022 y aplicando la fórmula de valor futuro.

$$\text{Valor Futuro} = \text{Valor Presente} \times (1 + \text{Tasa de Inflación})^{\text{Número de Años}}$$

Tabla 10

Proyección a 15 años (sin proyecto)

Proyección de consumo a 15 años				
Años	Promedio kwh	precio kwh	Pago por año	
1	175156.1606	C\$	6.49	C\$ 1,136,273.04
2	175156.1606	C\$	6.75	C\$ 1,181,723.97
3	175156.1606	C\$	6.88	C\$ 1,204,449.43
4	175156.1606	C\$	7.01	C\$ 1,227,174.89
5	175156.1606	C\$	7.14	C\$ 1,249,900.35
6	175156.1606	C\$	7.27	C\$ 1,272,625.81
7	175156.1606	C\$	7.40	C\$ 1,295,351.27
8	175156.1606	C\$	7.53	C\$ 1,318,076.73
9	175156.1606	C\$	7.65	C\$ 1,340,802.19
10	175156.1606	C\$	7.78	C\$ 1,363,527.65
11	175156.1606	C\$	7.91	C\$ 1,386,253.11
12	175156.1606	C\$	8.04	C\$ 1,408,978.58
13	175156.1606	C\$	8.17	C\$ 1,431,704.04
14	175156.1606	C\$	8.30	C\$ 1,454,429.50
15	175156.1606	C\$	8.43	C\$ 1,477,154.96

Fuente: Elaboración de los autores



Para analizar la proyección de estos datos considerando un aumento del 2% en el precio de kilowatts cada año, podemos hacer los cálculos necesarios:

- Aumento del precio de kilowatt (precio kW): Dado que el precio de kilowatts aumenta un 2% cada año, podemos calcular los precios correspondientes para los años futuros.
- Pago por año: Considerando el promedio constante de consumo de 175,156.1606 kW y el precio de kilowatts ajustado, podemos calcular el pago correspondiente por año.

Pudiendo así calcular el pago por consumo de cada año por la institución dentro de 15 años.

Tabla 11

Proyección a 15 años (proyecto ya implementado)

Proyeccion de consumo 15 años(-20%)					
Años	Promedio klw	Precio Klw		Pago po Año 20%	
1	140124.928	C\$	6.49	C\$	909,018.43
2	140124.928	C\$	6.75	C\$	945,379.17
3	140124.928	C\$	6.88	C\$	963,559.54
4	140124.928	C\$	7.01	C\$	981,739.91
5	140124.928	C\$	7.14	C\$	999,920.28
6	140124.928	C\$	7.27	C\$	1,018,100.64
7	140124.928	C\$	7.40	C\$	1,036,281.01
8	140124.928	C\$	7.53	C\$	1,054,461.38
9	140124.928	C\$	7.65	C\$	1,072,641.75
10	140124.928	C\$	7.78	C\$	1,090,822.12
11	140124.928	C\$	7.91	C\$	1,109,002.49
12	140124.928	C\$	8.04	C\$	1,127,182.86
13	140124.928	C\$	8.17	C\$	1,145,363.23
14	140124.928	C\$	8.30	C\$	1,163,543.59
15	140124.928	C\$	8.43	C\$	1,181,723.96

Fuente: Elaboración de los autores.

6.4.1- Consumo de energía

La proyección original sugiere un consumo constante de 175,156.1606 kilovatios por año durante los próximos 15 años.

La proyección alternativa, con un ajuste del -20%, prevé un consumo reducido de 140,124.928 kilovatios por año durante los próximos 15 años.

Con la nueva proyección de consumo que refleja una reducción del 20% a lo largo de los 15 años, podemos observar algunos cambios notables en los datos:

Consumo Promedio Reducido: El promedio de consumo en kilovatios por hora (kW) se reduce en un 20% en comparación con los datos originales.

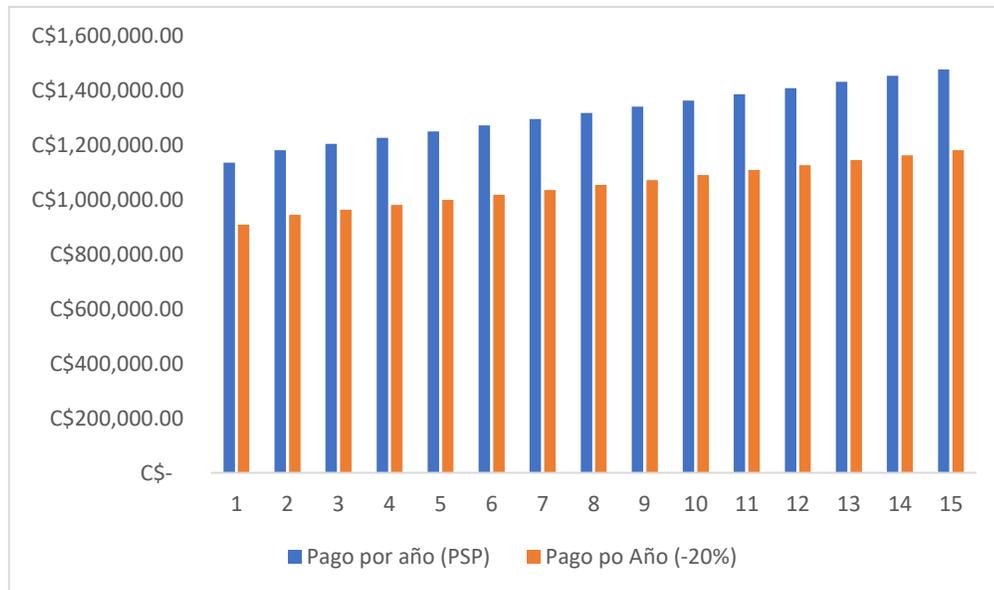
Pagos Totales por Año Reducidos: Como consecuencia directa de la reducción del consumo en un 20%, los pagos totales por año también se reducen en un 20% aproximadamente.

Precio por kW no cambia: Aunque el consumo ha disminuido, el precio por kilovatio hora se mantiene constante en ambos conjuntos de datos.

Esta comparativa destaca la importancia de la eficiencia energética y el impacto directo que tiene en los costos totales. Una reducción del consumo de energía puede resultar en ahorros significativos a lo largo del tiempo, incluso si el precio por kilovatio hora se mantiene constante.

Figura 15

Comportamiento de pagos por años



Fuente: Elaboración de los autores

Reducción de consumo:

La implementación de paneles solares ha logrado reducir el consumo proyectado en un 20% en comparación con la proyección original. Esto indica una eficiencia energética mejorada y un uso más inteligente de los recursos disponibles.



Reducción de costos anuales:

La reducción del consumo de energía ha llevado a una disminución directa en los costos anuales proyectados en un 20%. Esto refleja los beneficios financieros tangibles de la implementación de energía solar a largo plazo, a pesar de la posible inversión inicial requerida.

6.4.2- Costos total para invertir

- Costo de los paneles solares: 40 paneles * \$250/panel = \$10,000
- Costo de los inversores híbridos: 3 inversores * \$1950/inversor = \$5,850
- Costo de los kits de estructuras: 4 kits * \$325.50/kit = \$1,302
- Costo del kit de accesorios eléctricos: 1 kit * \$270/kit = \$270
- Costo del servicio de instalación: 1 instalación * \$475/instalación = \$475
- Costo de las baterías: 30 baterías * \$430/batería = \$12,900
- Costo de los cables de baterías: 4 cables * \$160/cable = \$640
- Costo de las estructuras para baterías: 4 estructuras * \$150/estructura = \$600

6.4.3- Financiamiento

Se considera que un crédito bancario de líneas verdes sería la mejor opción para financiar la inversión de este proyecto con una tasa de referencia del 10 por ciento referente al Banco de la producción (Banpro) y así la institución no tomaría un alto riesgo en asumir el monto a invertir.

Tabla 12

Condiciones del préstamo

Condiciones del préstamo	
Importe del préstamo	\$ 32,037.00
Interés anual	10%
periodo del préstamo en años	15
Numero de pagos por año	12

Fuente: Elaboración de los autores

Tabla 13

Tabla de amortización de financiamiento (anual)

(Expresado en córdobas)

Plazo en Años	Intereses y Mant. Valor	Meses	Abono al Principal	Intereses y Mant. Valor	Cuota Total	Saldo del Principal
15	10%					
		0				1,167,107.91
		1	C\$ 77,807.19	C\$ 203,660.33	C\$ 281,467.52	C\$ 1,089,300.72
		2	C\$ 77,807.19	C\$ 189,655.04	C\$ 267,462.23	C\$ 1,011,493.52
		3	C\$ 77,807.19	C\$ 175,649.74	C\$ 253,456.93	C\$ 933,686.33
		4	C\$ 77,807.19	C\$ 161,644.45	C\$ 239,451.64	C\$ 855,879.13
		5	C\$ 77,807.19	C\$ 147,639.15	C\$ 225,446.34	C\$ 778,071.94
		6	C\$ 77,807.19	C\$ 133,633.86	C\$ 211,441.05	C\$ 700,264.75
		7	C\$ 77,807.19	C\$ 119,628.56	C\$ 197,435.75	C\$ 622,457.55
		8	C\$ 77,807.19	C\$ 105,623.27	C\$ 183,430.46	C\$ 544,650.36
		9	C\$ 77,807.19	C\$ 91,617.97	C\$ 169,425.16	C\$ 466,843.16
		10	C\$ 77,807.19	C\$ 77,612.68	C\$ 155,419.87	C\$ 389,035.97
		11	C\$ 77,807.19	C\$ 63,607.38	C\$ 141,414.58	C\$ 311,228.78
		12	C\$ 77,807.19	C\$ 49,602.09	C\$ 127,409.28	C\$ 233,421.58
		13	C\$ 77,807.19	C\$ 35,596.79	C\$ 113,403.99	C\$ 155,614.39
		14	C\$ 77,807.19	C\$ 21,591.50	C\$ 99,398.69	C\$ 77,807.19
		15	C\$ 77,807.19	C\$ 7,586.20	C\$ 85,393.40	-C\$ 0.00
TOTAL			C\$ 1,167,107.91	C\$ 1,584,348.99	C\$ 2,751,456.90	

Fuente: Elaboración de los autores.

Análisis de los datos proporcionados en la tabla:

- El monto total del préstamo es de 1,167,107.91 córdobas.
- El interés y el mantenimiento del valor para el primer año es de C\$ 203,660.33 córdobas
- Cada año, la cantidad de intereses pagados disminuye gradualmente a medida que se paga más del principal.
- El abono al saldo principal disminuye cada año a medida que se pagan los intereses.
- La cuota total anual, que incluye el pago de intereses y la parte del principal, también disminuye a lo largo de los años.
- Después de cada año de pagos, el saldo del principal disminuye, lo que indica la cantidad restante del préstamo por pagar.

En la última fila de la tabla, se observa que al final de los 15 años, la cantidad total pagada, que incluye el monto total de intereses y el monto total del principal, es de 2,751,456.90 córdobas.

Este análisis proporciona una comprensión de cómo se amortiza el préstamo a lo largo de los 15 años, mostrando claramente la proporción de intereses y principal pagados en cada año.

6.4.4- Costo beneficio del proyecto

Tabla 14

Relación costo beneficio

Años	Pago por año energía comercial	Pago con proyecto	Porcentaje de ahorro (20)	Cuota anual del Préstamo	Ahorro total
1	C\$ 1,136,273.04	C\$ 909,018.43	C\$ 227,254.61	C\$ 281,467.52	-C\$ 54,212.92
2	C\$ 1,181,723.97	C\$ 945,379.17	C\$ 236,344.79	C\$ 267,462.23	-C\$ 31,117.44
3	C\$ 1,204,449.43	C\$ 963,559.54	C\$ 240,889.89	C\$ 253,456.93	-C\$ 12,567.05
4	C\$ 1,227,174.89	C\$ 981,739.91	C\$ 245,434.98	C\$ 239,451.64	C\$ 5,983.34
5	C\$ 1,249,900.35	C\$ 999,920.28	C\$ 249,980.07	C\$ 225,446.34	C\$ 24,533.73
6	C\$ 1,272,625.81	C\$ 1,018,100.64	C\$ 254,525.16	C\$ 211,441.05	C\$ 43,084.11
7	C\$ 1,295,351.27	C\$ 1,036,281.01	C\$ 259,070.25	C\$ 197,435.75	C\$ 61,634.50
8	C\$ 1,318,076.73	C\$ 1,054,461.38	C\$ 263,615.35	C\$ 183,430.46	C\$ 80,184.89
9	C\$ 1,340,802.19	C\$ 1,072,641.75	C\$ 268,160.44	C\$ 169,425.16	C\$ 98,735.27
10	C\$ 1,363,527.65	C\$ 1,090,822.12	C\$ 272,705.53	C\$ 155,419.87	C\$ 117,285.66
11	C\$ 1,386,253.11	C\$ 1,109,002.49	C\$ 277,250.62	C\$ 141,414.58	C\$ 135,836.05
12	C\$ 1,408,978.58	C\$ 1,127,182.86	C\$ 281,795.72	C\$ 127,409.28	C\$ 154,386.43
13	C\$ 1,431,704.04	C\$ 1,145,363.23	C\$ 286,340.81	C\$ 113,403.99	C\$ 172,936.82
14	C\$ 1,454,429.50	C\$ 1,163,543.59	C\$ 290,885.90	C\$ 99,398.69	C\$ 191,487.21
15	C\$ 1,477,154.96	C\$ 1,181,723.96	C\$ 295,430.99	C\$ 85,393.40	C\$ 210,037.60
	C\$ 19,748,425.52	C\$ 15,798,740.36	C\$ 3,949,685.10	C\$ 2,751,456.90	C\$ 1,198,228.21

Fuente: Elaboración de los autores.

La institución estaría desembolsando en el periodo de los 15 años el valor de C\$ 2,751,456.90 en concepto de pago del préstamo para la inversión, le sumamos los C\$ 15,798,740.36 que pagara por gastos fijos a la comercializadora de energía ya con el proyecto implementado durante ese mismo periodo estaría desembolsando un total de C\$ 18,550,197.26 versus la proyección que pagaría en un escenario sin proyecto, esto representa un ahorro bruto de C\$ 1,198,228.26 en el periodo comprendido.

Cálculo de ahorro bruto:

$$AB = PSP - (CP + PCP)$$

En donde:

AB: Es el ahorro bruto

PSP: Es el pago sin proyecto

CP: Cuota del préstamo

PCP: Pago con proyecto

Los datos presentados en la tabla demuestran que los primeros 3 años existe un total de desfase de C\$ 97,897.45 con respecto al pago de la cuota del préstamo ya que es mayor al porcentaje de ahorro, esto nos demuestra que nuestro ahorro neto sería de C\$ 1,100,330.76.

6.4.5 Cálculos VAN

El cálculo del VAN se realiza utilizando la fórmula:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{R_t}{(1+r)^t} - I$$

- R_t es el flujo neto de efectivo en el período t
- r es la tasa de descuento o tasa de retorno requerida
- I es la inversión inicial

Se sustituye estos valores en la fórmula para obtener el VAN:

$$VAN = \sum_{t=1}^{15} \frac{(Ingresos_t - Egresos_t)}{(1+0.12)^t} - 1167107.91$$

Dónde *Ingresos* y *Egresos* representan los ingresos y los egresos respectivamente en el año t , y la tasa de descuento utilizada es del 12%.

$$VAN = \frac{227254.61 - 11707.332}{1.12} + \frac{236344.79 - 12551.43064}{(1.12)^2} + \dots + \frac{295430.9917 - 31027.87824}{(1.12)^{15}} - 1167107.91$$

Realizando estos cálculos para cada año y sumando los resultados obtenemos el VAN. El valor final nos indicará la viabilidad económica del proyecto. El cual es de 444,225.29

6.4.6 Calculo TIR

Para calcular la Tasa Interna de Retorno (TIR)

$$0 = \sum_{t=1}^{15} \frac{(Ingresos_t - Egresos_t)}{(1+r)^t} - I$$

Sustituyendo los valores de ingresos y egresos de cada año, junto con la inversión inicial, en la fórmula, podemos resolver para r , que será la Tasa Interna de Retorno.

$$0 = \frac{227254.61}{(1+r)} + \frac{236344.79}{(1+r)^2} + \frac{240889.89}{(1+r)^3} + \dots + \frac{295430.9917}{(1+r)^{15}} - 1167107.91$$

El cual nos da como resultado un porcentaje del 18.438%.

Tabla 15

Flujo de efectivo

Años	Ingresos	Egresos	Flujo neto
1 año KWH C\$	C\$ 227,254.61	C\$ 11,707.33	C\$ 215,547.28
2 año KWH C\$	C\$ 236,344.79	C\$ 12,551.43	C\$ 223,793.36
3 año KWH C\$	C\$ 240,889.89	C\$ 13,456.39	C\$ 227,433.50
4 año KWH C\$	C\$ 245,434.98	C\$ 14,426.59	C\$ 231,008.38
5 año KWH C\$	C\$ 249,980.07	C\$ 15,466.75	C\$ 234,513.32
6 año KWH C\$	C\$ 254,525.16	C\$ 16,581.90	C\$ 237,943.26
7 año KWH C\$	C\$ 259,070.25	C\$ 17,777.46	C\$ 241,292.79
8 año KWH C\$	C\$ 263,615.35	C\$ 19,059.21	C\$ 244,556.13
9 año KWH C\$	C\$ 268,160.44	C\$ 20,433.38	C\$ 247,727.05
10 año KWH C\$	C\$ 272,705.53	C\$ 21,906.63	C\$ 250,798.90
11 año KWH C\$	C\$ 277,250.62	C\$ 23,486.10	C\$ 253,764.52
12 año KWH C\$	C\$ 281,795.72	C\$ 25,179.45	C\$ 256,616.27
13 año KWH C\$	C\$ 286,340.81	C\$ 26,994.89	C\$ 259,345.92
14 año KWH C\$	C\$ 290,885.90	C\$ 28,941.22	C\$ 261,944.68
15 año KWH C\$	C\$ 295,430.99	C\$ 31,027.88	C\$ 264,403.11
	C\$ 3,949,685.10	C\$ 298,996.62	C\$ 3,650,688.48

Fuente: Elaboración de los autores.

Tabla 16

Cálculo de VAN y TIR

Energía Fotovoltaica	Inversión Inicial	Energía Fotovoltaica	
Inversión Inicial	-1,167,107.91	VAN	444,225.29
Ingreso		TIR	18.438%
Egresos		B/C	1.38
Flujo neto de efectivo	-1,167,107.91	PRD	5.423705262

Fuente: Elaboración de los autores.



6.4.7- Resultados de cálculos para identificar la prefactibilidad de este proyecto

Inversión Inicial: La inversión inicial para el proyecto de energía fotovoltaica se establece en -1,167,107.91 unidades monetarias (no se proporciona la moneda en los datos suministrados). Este valor representa la cantidad de dinero necesaria para iniciar el proyecto.

Ingresos: Se estima que los ingresos para el primer año son de 227,254.60897258 unidades monetarias y que aumentarán en un porcentaje creciente en los años siguientes.

Egresos: Los egresos anuales para el mantenimiento se establecen en 10,920 unidades monetarias.

Flujo neto de efectivo: El flujo neto de efectivo se estima en -1,167,107.91 unidades monetarias, lo que sugiere que, hasta el momento de la evaluación, el proyecto no ha generado flujo positivo de efectivo. Esto también coincide con el valor de la inversión inicial, lo que sugiere que no ha habido cambios significativos en el flujo de efectivo.

VAN (Valor Actual Neto): El VAN del proyecto se estima en 444,225.29 unidades monetarias. Un VAN positivo sugiere que el proyecto tiene el potencial de generar rendimientos económicos favorables.

TIR (Tasa Interna de Retorno): La TIR se calcula en 18.438%. Este valor indica la tasa de rendimiento esperada del proyecto. Una TIR más alta sugiere un mayor potencial de rentabilidad del proyecto.

B/C (Relación Beneficio-Costo): La relación B/C se calcula en 1.38, lo que implica que, por cada unidad monetaria invertida, se espera obtener 1.38 unidades monetarias de beneficio.

PRD (Período de Recuperación de la Inversión): El PRD se estima en aproximadamente 5.42 unidades de tiempo (no se especifica si son años, meses, etc.), lo que sugiere que se espera que el proyecto recupere la inversión inicial en ese período de tiempo.



6.4.8- Calcular TMAR del proyecto

Para la tasa de descuento se hizo según las recomendaciones de Gabriel (2010) quien dice:

Si se define a la TMAR como: $TMAR = i + f + i * f$; i = premio al riesgo; f = inflación. Esto significa que la TMAR que un inversionista le pediría a una inversión debe calcularla sumando dos factores: primero, debe ser tal su ganancia que compense los efectos inflacionarios y, en segundo término, debe ser un premio o sobretasa por arriesgar su dinero en determinada inversión. Las tasas de ganancia recomendadas son: bajo riesgo 1 a 10%; riesgo medio 11 a 20 %; riesgo alto, tmar mayor a 20% sin límite superior.

Considerando esto se determinó el riesgo de proyecto medio con respecto al alto beneficio y tomando en cuenta otras inversiones de mayor porcentaje en riesgo lo cual asumimos un 11%, Por otra parte, dicho según el Banco Central de Nicaragua se asume una inflación en el año 2022 del 7.21%.

$$\begin{aligned} \mathbf{TMAR} &= \mathbf{i + f + i * f} \\ \mathbf{TMAR} &= \mathbf{10\% + 7.21\% + (10\% * 7.21\%)} \\ \mathbf{TMAR} &= \mathbf{17.93\%} \end{aligned}$$

La TMAR tiene un valor de 17.93%, ya que el proyecto será financiado se procederá a calcular la TMAR mixta para la evaluación del proyecto.

$$\mathbf{Ko = Kd * D/A + Ke * P/a}$$

Donde:

- Ko ; $TMAR_{mix}$
- Kd ; Interés de la deuda
- Ke ; $TMAR$ de inversionista
- D/A ; porcentaje del monto financiado
- P/A ; porcentaje aportado por el inversionista

$$\begin{aligned} \mathbf{Ko} &= \mathbf{12\% * 100\% + 17.93\% * 12\%} \\ \mathbf{Ko} &= \mathbf{14.15\%} \end{aligned}$$

En consecuencia, la $TMAR_{mix}$ con la que se realizó la evaluación es de 14.15%.

6.4.9- Toma de decisión

De acuerdo con los criterios de evaluación con los indicadores de VAN y de TIR podemos decir que el proyecto es viable económicamente ya que tenemos una VAN positiva y que puede generar rendimientos favorables, además que nuestra TIR supera la TMARmix de nuestro proyecto.

6.5- Cronograma de ejecución

Tabla 17

Cronograma período (2023-2024)

Actividades	DICIEMBRE					ENERO		
	26	27	28	29	30	3	4	5
Evaluación del sitio y selección de áreas								
Adquisición de los 40 paneles solares								
Dimensionamiento de la instalación de paneles solares								
Preparación de la infraestructura necesaria								
Instalación de los paneles solares								
Pruebas de funcionamiento y optimización del sistema								

Fuente: Elaboración de los autores.



CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES

Habiendo alcanzado la fase final del proyecto propuesto, podemos afirmar con firmeza que, tras un minucioso análisis de los indicadores financieros presentados, que incluyen un Valor Actual Neto (VAN) positivo, una Tasa Interna de Retorno (TIR) significativamente superior a la Tasa Mínima Aceptable (TMAR), una relación Beneficio-Costo (B/C) de 1.47, y un Período de Recuperación Descontado (PRD) aproximado de 5.0855 años, se desprende una conclusión inequívoca: el proyecto de energía fotovoltaica se erige como una opción atractiva y rentable, respaldada de manera sólida por los datos presentados.

- En cuanto al primer objetivo al aplicar el censo de carga se determinó que el consumo total de los 4 laboratorios representa al 20% del total de la universidad, un porcentaje significativo a periodos anuales lo cual genera un egreso mayor y perdidas no sostenibles en cuanto costo operativos.
- En lo que el segundo objetivo se refiere se detectó que la ubicación de la universidad demuestra que aun en el punto mínimo de irradiación esta cuenta con el 100% de potencia fotovoltaica, debido a que el mínimo 4.61 kwh está por encima del nivel 4.60 kwh que se requieren para una generación de energía optima estos datos obtenidos al tiempo del mes de octubre del año en cueros y por medio de la web de atlas solar global, esto facilita la instalación de los paneles ya que la universidad cuenta con muchos puntos descampados, siendo lo más recomendable el techado del pabellón de los laboratorios por el movimiento del sol para aprovechar al máximo las horas pico.
- Respecto al tercer objetivo Para atender el dimensionamiento de la demanda calculada proveniente de las cuatro áreas de estudio, se requiere la instalación de 40 paneles solares con una capacidad de 570 vatios cada uno. Estos paneles solares deben ser capaces de captar y convertir la energía solar en electricidad utilizable para alimentar los equipos y dispositivos requeridos.

Además de los paneles solares, será necesario contar con un sistema de almacenamiento de energía para asegurar un suministro continuo de electricidad incluso en momentos en los que la radiación solar sea insuficiente para generar la cantidad de energía requerida. Para este propósito, se estima que se necesitarán alrededor de 30 baterías de almacenamiento de energía.

- En cuanto al cuarto objetivo se determinó que la diferencia entre la TIR y la TMAR muestra un amplio margen de rentabilidad para el proyecto. Esto sugiere que el



proyecto de energía fotovoltaica tiene la capacidad de proporcionar rendimientos superiores a las alternativas de inversión que podrían estar disponibles a la TMAR. Este análisis positivo respalda la viabilidad y la rentabilidad del proyecto en comparación con otras oportunidades de inversión.

Dado que la TIR es considerablemente más alta que la TMAR, el proyecto se considera financieramente sólido y viable. Indica que los flujos de efectivo esperados del proyecto superan ampliamente el costo de oportunidad de invertir en otros proyectos con un riesgo similar.

- Finalmente, en lo que al quinto objetivo concierne la alternativa propuesta se traduce en una reducción del 20% en comparación con el gasto anual promedio en consumo eléctrico de la institución, lo que a su vez resulta en ganancias netas de C\$ 1,100,330.76. córdobas en un período de 15 años, esto sin contar los 10 años restante de vida útil que le quedan después de haber cancelado la deuda.

Con base en los resultados y conclusiones obtenidas, se da respuesta a nuestra pregunta de investigación debido a que la implementación de este proyecto de energía fotovoltaica no solo genera beneficios económicos a largo plazo, sino que también proporciona una serie de ventajas estratégicas y competitivas a la empresa, lo que la posiciona de manera favorable en el mercado actual impulsado por la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental.



CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES

Dado a que la institución se encuentra en una situación de alto consumo de energía comercial y tomando en cuenta el estudio realizado en este proyecto se brindan las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda a la institución independizar con un NIS propio la red eléctrica de los laboratorios para así evitar fuga de la energía generada por los paneles a otras áreas.
- Para una correcta instalación y montaje se sugiere a la Institución tomar en cuenta al proveedor Tecnisol ya que brinda asesoría técnica específica y tiene los precios más accesibles.
- Se sugiere utilizar 40 fotoceldas, asignando una fotocelda por cada panel solar de 570 watts, para la instalación de un sistema con un total de 40 paneles solares. Esto asegurará una distribución eficiente de la potencia generada y un rendimiento óptimo del sistema.
- Recomendamos dejar un espacio adecuado entre los paneles solares y el techo para permitir una circulación efectiva de aire. Este espacio, puede variar entre 5 cm y 50 cm según el diseño y las especificaciones del sistema.
- Para la correcta implementación de este sistema se sugiere instalar el panel de control cerca de inversores y baterías para minimizar la longitud de los cables, reduciendo así las pérdidas de energía y mejorando la eficiencia del sistema solar.
- Se recomienda una inclinación promedio de 30 a 45 grados para la instalación de paneles fotovoltaicos, considerando optimizar la captación de luz solar durante todo el año.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Sapag Chain, N., & Sapag Chain, R. (2008). *preparacion y evaluaci3n de proyectos quinta edici3n*. Obtenido de <https://untdfproyectos.files.wordpress.com/2018/04/sapag-2008-preparacion-y-evaluacion-de-proyectos.pdf>
- Banco mundial, & Solargis. (2017). *Mapas de recursos solares y datos GIS para m3s de 180 pa3ses | Solargis*. Obtenido de <https://solargis.com/es/maps-and-gis-data/download/nicaragua>
- Caballero, A. (30 de Junio de 2023). *Climate Consulting*. Obtenido de <https://climate.selectra.com/es/que-es/energias-renovables>
- Caballero, A. (30 de Junio de 2023). *Climate Consulting*. Obtenido de <https://climate.selectra.com/es/que-es/energias-renovables>
- C3ceres, A., & Ernestina, E. (Febrero de 2018). *Repositorio Uni*. Obtenido de <http://ribuni.uni.edu.ni/4079/1/95543.pdf>
- Castillo, E., & Lira, E. (Julio de 2019). *Repositorio Uni*. Obtenido de <http://ribuni.uni.edu.ni/4079/1/95543.pdf>
- Ecofener. (29 de octubre de 2018). *Ecofener*. Obtenido de <https://ecofener.com/blog/kw-se-convierte-la-energia-solar-energia-electrica/>
- Eguigure Torres, M., & Romero Fortin, S. (2019). *Estudio de prefactibilidad para la implementaci3n de un proyecto de generaci3n de energ3a solar en el centro educativo Unitec campus Tegucigalpa*. Obtenido de Centro Educativo UNITEC: <https://repositorio.unitec.edu/xmlui/handle/123456789/8511>
- Enel Green Power. (Agosto de 2020). *Energ3as renovable*. Obtenido de <https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/energias-renovables/energia-solar/modulo-fotovoltaico>
- Escobar Rold3n, M. (2023). *Estudio de prefactibilidad para la implementaci3n de un proyecto de paneles solares fotovoltaicos para la generaci3n y venta de energ3a el3ctrica ubicado en Arjona, Bol3var*. Obtenido de Universidad EAFIT: <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/32330>
- Henriquez Vasquez, J., & Linares German, I. (2022). *Evaluaci3n Financiera para Proyecto de Inversi3n de Generaci3n y Venta de Energ3a Limpia, mediante Sistema Fotovoltaicos en El Salvador*. Obtenido de Universidad de El Salvador: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/30669/>
- Hidalgo, L. (2005). *UCV*. Obtenido de <http://www.ucv.ve/uploads/media/Hidalgo2005.pdf>
- Hipower. (Mayo de 2022). *blog.hipower*. Obtenido de https://blog.hipowercr.com/que-es-y-como-funciona-un-sistema-hibrido-de-energia-solar?hs_amp=true
- ING. I Guerrero, & ING. Omar Lopez. (Mayo de 2009). *wordpress.com Censo General de Cargas*. Obtenido de Blog personal : <https://iguerrero.wordpress.com/2009/05/18/censo-general-de-cargas/>
- Melendez, F. (12 de Septiembre de 2021). *Advance*. Obtenido de <https://somosadvance.com/expertise/energia-solar/?gad=1&gclid=Cj0KCQjwuNemBhCBARIsADp74QQMc->



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

- ynLw5sWpd9iksysnGiTLRDI01luoBNxtd8r7pTROTIB4iEQwaAkvoEALw_wc
B
- Obando, R., & Hernandez, G. (Agosto de 2020). *Repositorio Uni*. Obtenido de <http://ribuni.uni.edu.ni/4079/1/95543.pdf>
- Pérez Porto, J. M. (24 de agosto de 2011). Obtenido de <https://definicion.de/energia-no-renovable/>
- Pérez Porto, J. M. (24 de agosto de 2011). *Definición*. Obtenido de <https://definicion.de/energia/>
- Ramírez, F. (2020). *Estudio de factibilidad técnico económico para la implementación de un sistema complementario de suministro eléctrico basado en energías verdes para el conjunto residencial "La Arboleda" en ciudad Guayana*. Obtenido de Universidad Católica Andrés Bello: <https://api-saber.ucab.edu.ve/server/api/core/bitstreams/7bb58e4b-379e-4cc0-9dc8-a5015864edb1/content>
- Rivera Alfaro, T., Barahona Rodriguez, I., & Escalante Villalobos, G. (2019). *Estudio de factibilidad para la ejecución del proyecto de energía fotovoltaica en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de El Salvador*. Obtenido de Universidad de El Salvador: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/20147/>
- Urzola Gerrero, A. (Febrero de 2023). *Scribid*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/625728226/modulo-fotovoltaico>
- Yojar Castro, J., & Yojar Castro, L. (2021). *Estudio de prefactibilidad para implementación de planta solar en el centro comercial UNICENTRO - YOPAL*. Obtenido de Corpotracion Universitaria Minuto de Dios: https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/13159/4/TE.PRO_YojarJuan-YojarLaura_2021.pdf
- Zunne, E. (Mayo de 2021). *zunne.mx*. Obtenido de <https://zunne.mx/paneles-solares-interconectados-a-la-red-que-son-y-como-funcionan/>

ANEXOS O APENDICES

Anexo 1

Actual abastecimiento de energía





Anexo 2

Elaboración de aplicación de instrumentos

Entrevista

La entrevista, es la comunicación interpersonal establecida entre el investigador y el sujeto de estudio a fin de obtener respuestas verbales a los interrogantes planteados sobre el problema propuesto. Por lo tanto, una entrevista es una conversación entre el investigador y una persona que responde a preguntas orientadas a obtener información exigida por los objetivos específicos de un estudio. (Galán, 2009)

Universidad de Ciencias Comerciales SEDE-LEON.



Entrevista dirigida a coordinador de ingenierías y responsable de mantenimiento de la Universidad de Ciencias Comerciales (UCC).

Hola Estimado Usuario, Somos estudiantes del curso de culminación de pensum de la carrera ingeniería Industrial de la Universidad de Ciencias Comerciales- SEDE León. Le solicitamos nos conceda unos minutos para contestar la siguiente entrevista en base al diagnóstico del porque sería necesario la implementación de fuente de energía renovable en el campus ucc-Leon
Agradecemos de antemano su colaboración.

Anexo 3

Entrevista

Dimensión Código temático	Definición operativa de los códigos	Lo expresado textualmente de los entrevistados
Posibles áreas de alto consumo	1. ¿Cuáles son las principales áreas o instalaciones dentro de la universidad que consumen la mayor cantidad de energía y qué factores contribuyen a este alto consumo	A: ¿Cuáles son las principales áreas o instalaciones dentro de la universidad que consumen la mayor cantidad de energía y qué factores contribuyen a este alto consumo B: Las áreas pueden ser los laboratorios de informática y el área de soporte técnico.
Consideración de consumo en factura	2. ¿Se considera que la institución tiene un alto consumo energético por año con respecto a lo previsto que se desea consumir?	A: ¿Se considera que la institución tiene un alto consumo energético por año con respecto a lo previsto que se desea consumir? B: Sí, ese es el comportamiento histórico.
Retos a los que se enfrenta la institución.	3. ¿Cuáles son los hábitos o prácticas comunes entre los estudiantes, profesores y personal administrativo que podrían estar contribuyendo significativamente al alto consumo energético en la universidad?	A: ¿Cuáles son los hábitos o prácticas comunes entre los estudiantes, profesores y personal administrativo que podrían estar contribuyendo significativamente al alto consumo energético en la universidad? B: Los estudiantes, casi siempre dejen las luces y los abanicos en las aulas de clases encendidos y los docentes, no se fijan.
Acciones que han tomado para contrarrestar el alto consumo	4. ¿Existen políticas o programas en marcha que promuevan la conciencia sobre el consumo energético entre	A: ¿Existen políticas o programas en marcha que promuevan la conciencia sobre el consumo energético entre la comunidad universitaria?

	la comunidad universitaria?	B: Existe una campaña constante de ahorro de energía que se hace a los estudiantes y docente. Sea implementado también un plan de ahorro de energía, a través del horario de encendido y apagado de aires acondicionados.
Evaluación de las iniciativas planteadas	5. ¿Cómo se evalúa la eficacia de estas iniciativas y qué desafíos se han encontrado en su implementación?	A: ¿Cómo se evalúa la eficacia de estas iniciativas y qué desafíos se han encontrado en su implementación? B: La evaluación es a través del seguimiento al cumplimiento del horario y no sé si ha habido algún desafío.
Evaluación de los equipos en uso	6. ¿Se ha llevado a cabo alguna evaluación para identificar los equipos y sistemas con mayor consumo energético en la universidad?	A: ¿Se ha llevado a cabo alguna evaluación para identificar los equipos y sistemas con mayor consumo energético en la universidad? B: No, creo que no
Dependencia de energía comercial	7. ¿Hay problemas conocidos con el sistema de suministro eléctrico, como interrupciones frecuentes o fluctuaciones en el suministro de energía?	A: ¿Hay problemas conocidos con el sistema de suministro eléctrico, como interrupciones frecuentes o fluctuaciones en el suministro de energía? B: Sí, en más de una ocasión se cae o interrumpe el suministro de energía.
Equipos mas utilizados	8. ¿Qué tipos de equipos y dispositivos eléctricos se utilizan con mayor frecuencia en la universidad?	A: ¿Qué tipos de equipos y dispositivos eléctricos se utilizan con mayor frecuencia en la universidad? B: Equipos informáticos e iluminación y aires acondicionados.
Relación con otras alternativas de abastecimiento de energía	9. ¿Se han explorado fuentes de energía renovable como una posible	A: ¿Se han explorado fuentes de energía renovable como una posible solución para reducir la dependencia de fuentes de energía



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

	<p>solución para reducir la dependencia de fuentes de energía convencionales y disminuir los costos a largo plazo?</p>	<p>convencionales y disminuir los costos a largo plazo?</p> <p>B: Realmente desconozco, ese proceso.</p>
<p>Mantenimiento a instalaciones</p>	<p>10. ¿Cómo se ha abordado el tema del mantenimiento y la actualización de la infraestructura energética de la universidad?</p>	<p>A: ¿Cómo se ha abordado el tema del mantenimiento y la actualización de la infraestructura energética de la universidad?</p> <p>B No, realmente no se incluyen en los planes operativos anuales, o por lo menos yo no lo sé.</p>
<p>Gestión de los fondos</p>	<p>11. ¿Cómo se ha gestionado históricamente el presupuesto destinado al consumo energético en la universidad y qué medidas se están considerando para optimizar el uso de los recursos financieros en este sentido?</p>	<p>A: ¿Cómo se ha gestionado históricamente el presupuesto destinado al consumo energético en la universidad y qué medidas se están considerando para optimizar el uso de los recursos financieros en este sentido?</p> <p>B: Ahí si no puedo opinar, eso es meramente administrativo y yo soy académico.</p>

Anexo 4

Validación por experto

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN JUICIO DE EXPERTO

I. DATOS GENERALES:

1.1 APELLIDOS Y NOMBRES DEL INFORMANTE: *Belei del Rosario Mercado Rodríguez*

1.2 GRADO ACADÉMICO: *Lic. Comercialización de especialidad en Marketing y Publicidad*

1.3 INSTITUCIÓN DONDE LABORA: *Universidad de Ciencias Comerciales*

1.4 NOMBRE DEL INSTRUMENTO: *cuestionario*

1.5 AUTOR DEL INSTRUMENTO: *Wendy malpartida marin*

1.6 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: *"intervención de enfermería y obesidad en los alumnos del 3 grado de primaria de las secciones A, B, C de la institución Luis Fabio Xammar jurado huacho 2017"*

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN (Calificación cuantitativa)

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		(01-10) 01	(10-13) 02	(14-16) 03	(17-18) 04	(19-20) 05
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					✓
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables.					✓
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la investigación.					✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe un constructo lógico en los ítems.					✓
5. SUFICIENCIA	Valora las dimensiones en cantidad y calidad					✓
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para cumplir con los objetivos trazados.					✓
7. CONSISTENCIA	Utiliza suficientes referentes bibliográficos.					✓
8. COHERENCIA	Entre Hipótesis dimensiones e indicadores.					✓
9. METODOLOGÍA	Cumple con los lineamientos metodológicos.					✓
10. PERTINENCIA	Es asertivo y funcional para la Ciencia					✓
Sub Total						95
Total						95

VALORACIÓN CUANTITATIVA (Total): _____

VALORACIÓN CUALITATIVA: _____

VALORACIÓN DE APLICABILIDAD: _____

Legenda:

01-10 Imprescindible

14-16 Aceptable con recomendación

17-20 Aceptable

Lugar y Fecha: _____

Nombre y Post. Firm.: *[Firma]*

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN JUICIO DE EXPERTO

I. DATOS GENERALES:

- 1.1 APELLIDOS Y NOMBRES DEL INFORMANTE: Emilio M. Reyes Barboza.
 1.2 GRADO ACADÉMICO: MBA.
 1.3 INSTITUCIÓN DONDE LABORA: Excel Automatiz.
 1.4 NOMBRE DEL INSTRUMENTO: cuestionario
 1.5 AUTOR DEL INSTRUMENTO: Wendy malpattida marin
 1.6 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: "intervención de enfermería y obesidad en los alumnos del 3 grado de primaria de las secciones A, B, C de la institución luis fabio Xammar jurado huacho 2017"

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN (Calificación cuantitativa)

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		(01-10)	(10-13)	(14-16)	(17-18)	(19-20)
		01	02	03	04	05
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado.				/	
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables.				/	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la investigación.				/	
4. ORGANIZACIÓN	Existe un constructo lógico en los items.				/	
5. SUFICIENCIA	Valora las dimensiones en cantidad y calidad				/	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para cumplir con los objetivos trazados.				/	
7. CONSISTENCIA	Utiliza suficientes referentes bibliográficos.				/	
8. COHERENCIA	Entre Hipotesis dimensiones e indicadores.				/	
9. METODOLOGÍA	Cumple con los lineamientos metodológicos.				/	
10. PERTINENCIA	Es asertivo y funcional para la Ciencia				/	
Sub Total					/	80
Total					/	80

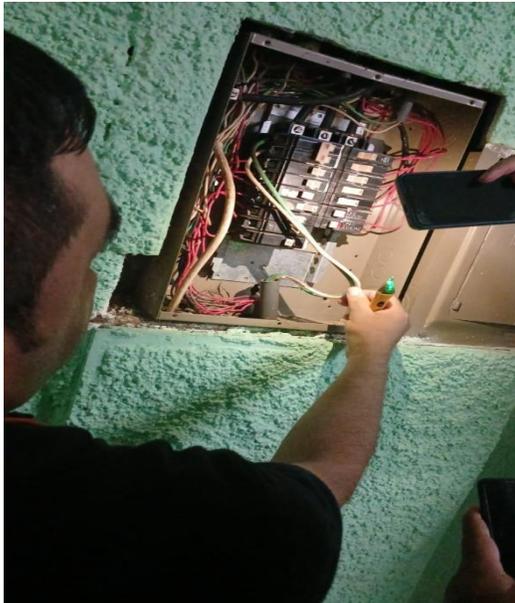
VALORACIÓN CUANTITATIVA (00).....
 VALORACIÓN CUALITATIVA.....
 VALORACIÓN DE APLICABILIDAD.....

Legenda:
 01-13 Imprescindible
 14-16 Aceptable con recomendación
 17-20 Aceptable

Lugar y Fecha: _____
 Firma y Post. Firm.: ELB

Anexo 5

Trabajo de campo



Anexo 6

Instrumentos utilizados en el censo de carga



Instrumentos:

- Detector digital de cortocircuito: Se utilizó para detectar los circuitos energizados del tomacorriente al centro de carga facilitando la identificación del breaker que abastece ese circuito en el laboratorio.
- Buscapolo: Se utilizó para poder identificar si el panel eléctrico estaba en correcto funcionamiento al momento de activar y desactivar la corriente eléctrica en el panel principal.
- Pinza amperimétrica: Se utilizó para medir el voltaje y corriente de los equipos utilizados en los laboratorios tales como: computadora y aire acondicionado.

Anexo 7

Lugar en estudio



Anexo 8

Condiciones de las instalaciones en los paneles eléctricos



Anexo 9

Cotización con proveedor

SERVICIOS TECNICOS ELECTRICOS SOLARES Y AGROPECUARIO, BOMBAS DE AGUA CON ENERGIA SOLAR



ENERGÍA SOLAR
 ENERGÍA EÓLICA
 ENERGÍA HIDROELÉCTRICA
 INSTALACIONES DE SISTEMA DE BOMBEO
 SOLARES Y CONVENCIONALES

PROFORMA

CLIENTE:

Fecha: 28/09/22 N° Fact.

Nombre: Maynor Osabas

Dirección: _____

Teléfono: _____

Cédula: _____

Vendedor: Nelson Cisnero

Celular: Cel: 88067197 T / 58059195 C

Dirección: Gasolinera Puma El Calvario 2c
 1/2 arriba CHINANDEGA

Cantidad	Descripción	Precio Unit.	Total
40	Modulos solares de 400 watt monocristalino marca Canadian Solar, de 36 celdas, 41,1 voltio	\$ 250,00	\$ 10,000.00
3	Inversor hibrido solar de 6k, 4048, marca must a 240 v y 110 v, fase dividida	\$ 1.950,00	\$ 5,850.00
4	kit de estructura para un banco de 10 modulos solares, (aluminio, tornilleria de acero inoxidable, pernos de 1/4, fajas de amarre , golosos punta de broca para techo, inperfax para sellar.	\$ 325,50	\$ 1,302.00
1	kit de accesorios electricos de varios componenetes,(centrode carga para inversores , breyker DC, cables , protoduro, regletas,	\$ 270,00	\$ 270,00
1	servicio de instalacion de sistema solar para aire	\$ 475,00	\$ 475,00
30	Bateras de 200 amperios, Leoch. De 12 voltios	\$ 430,00	\$ 12,900.00
4	Cables para baterias , (BC1 de 12 pulgadas , BC2 de de 48 , BC5 de 1,5m)	\$ 180,00	\$ 840.00
4	Estructura para baterias de 8 de 200 amperios de	\$ 150,00	\$ 600.00
	SISTEMA SOLAR PARA 4 AIRES ACONDICIONADO		\$ -
	84 computadoras , 16 lamparas led, 4 proyectores		\$ -
	Subtotal		\$ 32,037
	Total		\$ 32,037

favor hacer cheque a nombre de nelson cisnero



Anexo 11

Horas de uso de los laboratorios

I C Sabatino

Hora	LAB#1	LAB#2	LAB#3	LAB#4
08:00 – 09:40	Pedro Salazar	Walter Ruiz		
09:40 - 11:20		Walter Ruiz		Ing. Martha Aguinaga
11:20 - 12:20			Isidro Diaz	Isidro Diaz
12:20 – 01:00	ALMUERZO	ALMUERZO	ALMUERZO	ALMUERZO
01:00 – 02:15		Walter Ruiz	Lic. Keyra Caballero	
02:15 – 03:30		Walter Ruiz		

I T Dominical

Hora	LAB#1	LAB#2	LAB#3	LAB#4
08:00 – 09:10				
09:10 – 10:20	Ing. Nelvar Balladares Aula E-108			
10:40 – 11:50	ALMUERZO	ALMUERZO	ALMUERZO	ALMUERZO
01:00 – 02:15				
11:50 – 01:00				
01:00 – 03:00				
03:50 – 05:00				



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

LAB#2 II C Diurno

Hora	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
08:00 – 08:50		Adg. Walter Ruiz		Adg. Walter Ruiz	
08:50 – 09:40				Adg. Walter Ruiz	
09:40- 10:00	RECESO				
10:00 – 10:50		Adg. Walter Ruiz	Arq. Yasser Meza	Adg. Walter Ruiz	
10:50 – 11:40	Arq. Yasser Meza	Adg. Walter Ruiz	Arq. Yasser Meza	Adg. Walter Ruiz	
11:40- 01:00	ALMUERZO				
01:00 – 01:50		Adg. Walter Ruiz		Adg. Walter Ruiz	
01:50- 02:40		Adg. Walter Ruiz		Adg. Walter Ruiz	

LAB#3 II C Diurno

Hora	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
08:00 – 08:50	Adg. Walter Ruiz		Adg. Walter Ruiz	Lic. Marvin Hernández	
08:50 – 09:40	Adg. Walter Ruiz		Adg. Walter Ruiz	Lic. Marvin Hernández	
09:40- 10:00	RECESO				
10:00 – 10:50		Pedro Salazar	Arq. Isidro Diaz	Pedro Salazar	
10:50 – 11:40	Arq. Isidro Diaz	Pedro Salazar	Arq. Isidro Diaz	Pedro Salazar	
11:40- 01:00	ALMUERZO				
01:00 – 01:50				Lester Martínez	
01:50- 02:40				Lester Martínez	



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

LAB#4

II C Diurno

Hora	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
08:00 – 08:50					
08:50 – 09:40					
09:40-10:00	RECESO				
10:00 – 10:50	Pedro Salazar		Pedro Salazar		
10:50 – 11:40	Pedro Salazar		Pedro Salazar		
11:40-01:00	ALMUERZO				
01:00 – 01:50					
01:50-02:40					

II C Sabatino

Hora	LAB#1	LAB#2	LAB#3	LAB#4
08:00 – 09:40		Ing. Yasser Miranda	Lic. Joselyn Reyes	Lic. Walter Ruiz
09:40 - 11:20	Lic. Walter Ruiz	Ing. Yasser Miranda	Lic. Pedro Salazar	Lic. Joselyn Reyes
11:20 - 12:20	Isidro Diaz	Ing. Martha Aguinaga	Lic. Walter Ruiz	Lic. Joselyn Reyes
12:20 – 01:00	ALMUERZO	ALMUERZO	ALMUERZO	ALMUERZO
01:00 – 02:15		Ing. Martha Aguinaga	Ing. Yasser Miranda	Lic. Walter Ruiz
02:15 – 03:30			Ing. Yasser Miranda	Ing. Martha Aguinaga



II C Sabatino

Hora	LAB#1	LAB#2	LAB#3	LAB#4
08:00 – 09:40	Marvin Hernández Sábado De Por Medio	Kelvin Pineda	Walter Ruiz	Pedro Salazar
09:40 - 11:20	Eddy Pozo	Pedro Salazar	Kelvin Pineda	Walter Ruiz
11:20 - 12:20	Joseling Reyes	Walter Ruiz	Joseling Reyes	Disponible
12:20 – 01:00	ALMUERZO	ALMUERZO	ALMUERZO	ALMUERZO
01:00 – 02:15	Kelvin Pineda	Curso Excel Avanzado VII	Martha Aguinaga	Marvin Hernández
02:15 – 03:30	Kelvin Pineda	Curso Excel Avanzado VII	Marvin Hernández	Kelvin Pineda

III T Dominical

Hora	LAB#1	LAB#2	LAB#3	LAB#4
08:00 – 09:10	Curso De Excel			
09:10 – 10:20	Curso De Excel			
10:20 – 10:40	RECESO	RECESO	RECESO	RECESO
10:40- 11:50	Curso De Excel			
11:50 – 01:00	Curso De Excel			
01:00 – 03:00	Curso De Excel			
03:50 – 05:00	Curso De Excel			



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

Anexo 12

Factura

DISNORTE Distribuidora de Electricidad del Norte, S.A. 00310000004340 ENTREGADO 03/06/2023 MIS: 2445074 CIRCUITO: UMI3010 MEDIDOR: I79004E7T FACTURA NO.: F232023051193248 ORDEN DE LECTURA: 2310.40.0040.0090		CLIENTE: DE CIENCIAS COMERCIA UNIVERSISD LEON, COLONIA MERCEDES VARELA, COLONIA MERCEDES VARELA, 0, PB. Cost. O Campus Midico. DISTR. En mano GUADALUPE, GUADALUPE 8414 15 PB Cost. O del Campus Medico				
Oficina Comercial LEON	Referencia de cobro 2445074307	Dias Facturados 31	Mes de la Factura MAYO	Consumo REAL 11200	Fecha de Emisión 29/05/2023	Fecha de Vencimiento 19/06/2023
Detalle de consumo	No. de Medidor 179004E7T 179004E7T 179004E7T 179004E7T	lectura anterior 4037 4337 4837 529	lectura actual 4417 4417 4417 3943	Multip. 1.40 1.40 1.40 1.40	Consumo (kWh) 420 11200 11200 3929 77 83	Detalle de Facturación Activa Punta KWh Camo Energia 4.341,85 Activa Valle KWh Camo Energia 80.009,55 Demanda Punta 28.054,70 Alumbrado Publico 9.537,70 Comercializacion 2.450,91 Regulacion LNF 1.243,95 18.845,80
Periodo de Consumo 28/04/2023 - 28/05/2023 Factor de Potencia 0,95	Información Complementaria Tarifa TFE MT GRAL. MAYOR BINOMI C.M/H LW Contratados: 170	Historico de Consumo 	Consumo medio ultimo 12 meses 0,00 Kwh/mes 18480 C\$/día 3.368,00	Total Facturado C\$ 144.484,47 Cuota 0/0 Total a Pagar C\$ 144.484,47	ATENCIONAL CLIENTE 125 ESTA FACTURA SOLO TIENDE VALIDEZ CON LA AUTENTICACION DE LA OFICINA DE COBROS Y NO ADECUITA EL PAGO DE LAS ANTERIORES.	IMPORTE EN C\$ 144.484,47

Universidad de Ciencias Comerciales
 Campus - León

PAGADO

Fecha: 17 de 06 de 2023
 Cheque No.: 17920

Firma: *[Firma]*

DEPARTAMENTO DE CONTABILIDAD

RESERVADO PARA LA OFICINA DE COBROS Gire su Cheque a nombre de DISNORTE, S.A.

CLIENTE: DE CIENCIAS COMERCIA UNIVERSISD	Mes de la Factura	Fecha de Emisión	Total a Pagar: C\$
LEON, COLONIA MERCEDES VARELA, COLONIA MERCEDES VARELA, 0, PB. Cost. O Campus Midico.	MAYO	29/05/2023	144.484.47

7445074307000000001444844780

No vale como copia



Anexo 13

Propuesta de financiamiento

“Proyecto fotovoltaico”
TABLA DE AMORTIZACIÓN DE FINANCIAMIENTO(MENSUAL)
(Expresado en Córdoba)

Plazo en Meses	Intereses y Mant. Valor	Meses	Abono al Principal	Intereses y Mant. Valor	Cuota Total	Saldo del Principal
180	10%					
		0				1,167,107.91
		1	6,483.93	17,506.62	23,990.55	1,160,623.98
		2	6,483.93	17,409.36	23,893.29	1,154,140.04
		3	6,483.93	17,312.10	23,796.03	1,147,656.11
		4	6,483.93	17,214.84	23,698.77	1,141,172.18
		5	6,483.93	17,117.58	23,601.52	1,134,688.25
		6	6,483.93	17,020.32	23,504.26	1,128,204.31
		7	6,483.93	16,923.06	23,407.00	1,121,720.38
		8	6,483.93	16,825.81	23,309.74	1,115,236.45
		9	6,483.93	16,728.55	23,212.48	1,108,752.51
		10	6,483.93	16,631.29	23,115.22	1,102,268.58
		11	6,483.93	16,534.03	23,017.96	1,095,784.65
		12	6,483.93	16,436.77	22,920.70	1,089,300.72
		13	6,483.93	16,339.51	22,823.44	1,082,816.78
		14	6,483.93	16,242.25	22,726.18	1,076,332.85
		15	6,483.93	16,144.99	22,628.93	1,069,848.92
		16	6,483.93	16,047.73	22,531.67	1,063,364.98
		17	6,483.93	15,950.47	22,434.41	1,056,881.05
		18	6,483.93	15,853.22	22,337.15	1,050,397.12
		19	6,483.93	15,755.96	22,239.89	1,043,913.19
		20	6,483.93	15,658.70	22,142.63	1,037,429.25
		21	6,483.93	15,561.44	22,045.37	1,030,945.32
		22	6,483.93	15,464.18	21,948.11	1,024,461.39
		23	6,483.93	15,366.92	21,850.85	1,017,977.45
		24	6,483.93	15,269.66	21,753.59	1,011,493.52
		25	6,483.93	15,172.40	21,656.34	1,005,009.59
		26	6,483.93	15,075.14	21,559.08	998,525.66
		27	6,483.93	14,977.88	21,461.82	992,041.72
		28	6,483.93	14,880.63	21,364.56	985,557.79
		29	6,483.93	14,783.37	21,267.30	979,073.86
		30	6,483.93	14,686.11	21,170.04	972,589.93
		31	6,483.93	14,588.85	21,072.78	966,105.99
		32	6,483.93	14,491.59	20,975.52	959,622.06
		33	6,483.93	14,394.33	20,878.26	953,138.13
		34	6,483.93	14,297.07	20,781.00	946,654.19
		35	6,483.93	14,199.81	20,683.75	940,170.26
		36	6,483.93	14,102.55	20,586.49	933,686.33
		37	6,483.93	14,005.29	20,489.23	927,202.40
		38	6,483.93	13,908.04	20,391.97	920,718.46
		39	6,483.93	13,810.78	20,294.71	914,234.53
		40	6,483.93	13,713.52	20,197.45	907,750.60



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

	41	6,483.93	13,616.26	20,100.19	901,266.66
	42	6,483.93	13,519.00	20,002.93	894,782.73
	43	6,483.93	13,421.74	19,905.67	888,298.80
	44	6,483.93	13,324.48	19,808.41	881,814.87
	45	6,483.93	13,227.22	19,711.16	875,330.93
	46	6,483.93	13,129.96	19,613.90	868,847.00
	47	6,483.93	13,032.70	19,516.64	862,363.07
	48	6,483.93	12,935.45	19,419.38	855,879.13
	49	6,483.93	12,838.19	19,322.12	849,395.20
	50	6,483.93	12,740.93	19,224.86	842,911.27
	51	6,483.93	12,643.67	19,127.60	836,427.34
	52	6,483.93	12,546.41	19,030.34	829,943.40
	53	6,483.93	12,449.15	18,933.08	823,459.47
	54	6,483.93	12,351.89	18,835.82	816,975.54
	55	6,483.93	12,254.63	18,738.57	810,491.60
	56	6,483.93	12,157.37	18,641.31	804,007.67
	57	6,483.93	12,060.12	18,544.05	797,523.74
	58	6,483.93	11,962.86	18,446.79	791,039.81
	59	6,483.93	11,865.60	18,349.53	784,555.87
	60	6,483.93	11,768.34	18,252.27	778,071.94
	61	6,483.93	11,671.08	18,155.01	771,588.01
	62	6,483.93	11,573.82	18,057.75	765,104.07
	63	6,483.93	11,476.56	17,960.49	758,620.14
	64	6,483.93	11,379.30	17,863.23	752,136.21
	65	6,483.93	11,282.04	17,765.98	745,652.28
	66	6,483.93	11,184.78	17,668.72	739,168.34
	67	6,483.93	11,087.53	17,571.46	732,684.41
	68	6,483.93	10,990.27	17,474.20	726,200.48
	69	6,483.93	10,893.01	17,376.94	719,716.54
	70	6,483.93	10,795.75	17,279.68	713,232.61
	71	6,483.93	10,698.49	17,182.42	706,748.68
	72	6,483.93	10,601.23	17,085.16	700,264.75
	73	6,483.93	10,503.97	16,987.90	693,780.81
	74	6,483.93	10,406.71	16,890.65	687,296.88
	75	6,483.93	10,309.45	16,793.39	680,812.95
	76	6,483.93	10,212.19	16,696.13	674,329.01
	77	6,483.93	10,114.94	16,598.87	667,845.08
	78	6,483.93	10,017.68	16,501.61	661,361.15
	79	6,483.93	9,920.42	16,404.35	654,877.22
	80	6,483.93	9,823.16	16,307.09	648,393.28
	81	6,483.93	9,725.90	16,209.83	641,909.35
	82	6,483.93	9,628.64	16,112.57	635,425.42
	83	6,483.93	9,531.38	16,015.31	628,941.48
	84	6,483.93	9,434.12	15,918.06	622,457.55
	85	6,483.93	9,336.86	15,820.80	615,973.62
	86	6,483.93	9,239.60	15,723.54	609,489.69
	87	6,483.93	9,142.35	15,626.28	603,005.75
	88	6,483.93	9,045.09	15,529.02	596,521.82
	89	6,483.93	8,947.83	15,431.76	590,037.89
	90	6,483.93	8,850.57	15,334.50	583,553.95
	91	6,483.93	8,753.31	15,237.24	577,070.02
	92	6,483.93	8,656.05	15,139.98	570,586.09
	93	6,483.93	8,558.79	15,042.72	564,102.16
	94	6,483.93	8,461.53	14,945.47	557,618.22



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

	95	6,483.93	8,364.27	14,848.21	551,134.29
	96	6,483.93	8,267.01	14,750.95	544,650.36
	97	6,483.93	8,169.76	14,653.69	538,166.43
	98	6,483.93	8,072.50	14,556.43	531,682.49
	99	6,483.93	7,975.24	14,459.17	525,198.56
	100	6,483.93	7,877.98	14,361.91	518,714.63
	101	6,483.93	7,780.72	14,264.65	512,230.69
	102	6,483.93	7,683.46	14,167.39	505,746.76
	103	6,483.93	7,586.20	14,070.13	499,262.83
	104	6,483.93	7,488.94	13,972.88	492,778.90
	105	6,483.93	7,391.68	13,875.62	486,294.96
	106	6,483.93	7,294.42	13,778.36	479,811.03
	107	6,483.93	7,197.17	13,681.10	473,327.10
	108	6,483.93	7,099.91	13,583.84	466,843.16
	109	6,483.93	7,002.65	13,486.58	460,359.23
	110	6,483.93	6,905.39	13,389.32	453,875.30
	111	6,483.93	6,808.13	13,292.06	447,391.37
	112	6,483.93	6,710.87	13,194.80	440,907.43
	113	6,483.93	6,613.61	13,097.54	434,423.50
	114	6,483.93	6,516.35	13,000.29	427,939.57
	115	6,483.93	6,419.09	12,903.03	421,455.63
	116	6,483.93	6,321.83	12,805.77	414,971.70
	117	6,483.93	6,224.58	12,708.51	408,487.77
	118	6,483.93	6,127.32	12,611.25	402,003.84
	119	6,483.93	6,030.06	12,513.99	395,519.90
	120	6,483.93	5,932.80	12,416.73	389,035.97
	121	6,483.93	5,835.54	12,319.47	382,552.04
	122	6,483.93	5,738.28	12,222.21	376,068.10
	123	6,483.93	5,641.02	12,124.95	369,584.17
	124	6,483.93	5,543.76	12,027.70	363,100.24
	125	6,483.93	5,446.50	11,930.44	356,616.31
	126	6,483.93	5,349.24	11,833.18	350,132.37
	127	6,483.93	5,251.99	11,735.92	343,648.44
	128	6,483.93	5,154.73	11,638.66	337,164.51
	129	6,483.93	5,057.47	11,541.40	330,680.57
	130	6,483.93	4,960.21	11,444.14	324,196.64
	131	6,483.93	4,862.95	11,346.88	317,712.71
	132	6,483.93	4,765.69	11,249.62	311,228.78
	133	6,483.93	4,668.43	11,152.36	304,744.84
	134	6,483.93	4,571.17	11,055.11	298,260.91
	135	6,483.93	4,473.91	10,957.85	291,776.98
	136	6,483.93	4,376.65	10,860.59	285,293.04
	137	6,483.93	4,279.40	10,763.33	278,809.11
	138	6,483.93	4,182.14	10,666.07	272,325.18
	139	6,483.93	4,084.88	10,568.81	265,841.25
	140	6,483.93	3,987.62	10,471.55	259,357.31
	141	6,483.93	3,890.36	10,374.29	252,873.38
	142	6,483.93	3,793.10	10,277.03	246,389.45
	143	6,483.93	3,695.84	10,179.77	239,905.51
	144	6,483.93	3,598.58	10,082.52	233,421.58
	145	6,483.93	3,501.32	9,985.26	226,937.65
	146	6,483.93	3,404.06	9,888.00	220,453.72
	147	6,483.93	3,306.81	9,790.74	213,969.78
	148	6,483.93	3,209.55	9,693.48	207,485.85



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

	149	6,483.93	3,112.29	9,596.22	201,001.92
	150	6,483.93	3,015.03	9,498.96	194,517.98
	151	6,483.93	2,917.77	9,401.70	188,034.05
	152	6,483.93	2,820.51	9,304.44	181,550.12
	153	6,483.93	2,723.25	9,207.18	175,066.19
	154	6,483.93	2,625.99	9,109.93	168,582.25
	155	6,483.93	2,528.73	9,012.67	162,098.32
	156	6,483.93	2,431.47	8,915.41	155,614.39
	157	6,483.93	2,334.22	8,818.15	149,130.46
	158	6,483.93	2,236.96	8,720.89	142,646.52
	159	6,483.93	2,139.70	8,623.63	136,162.59
	160	6,483.93	2,042.44	8,526.37	129,678.66
	161	6,483.93	1,945.18	8,429.11	123,194.72
	162	6,483.93	1,847.92	8,331.85	116,710.79
	163	6,483.93	1,750.66	8,234.59	110,226.86
	164	6,483.93	1,653.40	8,137.34	103,742.93
	165	6,483.93	1,556.14	8,040.08	97,258.99
	166	6,483.93	1,458.88	7,942.82	90,775.06
	167	6,483.93	1,361.63	7,845.56	84,291.13
	168	6,483.93	1,264.37	7,748.30	77,807.19
	169	6,483.93	1,167.11	7,651.04	71,323.26
	170	6,483.93	1,069.85	7,553.78	64,839.33
	171	6,483.93	972.59	7,456.52	58,355.40
	172	6,483.93	875.33	7,359.26	51,871.46
	173	6,483.93	778.07	7,262.00	45,387.53
	174	6,483.93	680.81	7,164.75	38,903.60
	175	6,483.93	583.55	7,067.49	32,419.66
	176	6,483.93	486.29	6,970.23	25,935.73
	177	6,483.93	389.04	6,872.97	19,451.80
	178	6,483.93	291.78	6,775.71	12,967.87
	179	6,483.93	194.52	6,678.45	6,483.93
	180	6,483.93	97.26	6,581.19	(0.00)
TOTAL		1,167,107.91	1,584,348.99	2,751,456.90	