

Área de Conocimiento de Ingeniería y Afines

Propuesta de un Sistema Solar Fotovoltaico Tipo Híbrido en el Edificio de Posgrado de la Universidad Nacional de Ingeniería UNI

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero Eléctrico

Elaborado por:

Br. Weslly Antonio
Morales Traña.
Carnet: 2018-0313U

Br. Tomer Francisco
Jiménez Lezama.
Carnet: 2019-0189U

Tutor:

Ing. Marlon Antonio
Gutiérrez Granja.

04 de JULIO de 2024

Managua, Nicaragua

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES.....	3
3. JUSTIFICACIÓN.....	4
4. OBJETIVOS.....	6
Objetivo General:	6
Objetivos Específicos	6
5. MARCO TEÓRICO	7
1. Importancia de un estudio técnico económico.....	7
1.2. Componentes para realizar un estudio técnico económico.....	7
1.2.1. Evaluación de viabilidad	7
1.2.2. Minimización de riesgo:	7
1.2.3. Optimización de recursos.....	7
1.2.4. Proyección y análisis de costos:.....	8
1.2.5. Rentabilidad y retorno de inversión.....	8
1.2.6. Cumplimiento de normativas y estándares:	8
2. Fuentes de energía.....	8
3.Sistema Solar	8
4. Tipos de energía solar	9
4.1. Energía solar fotovoltaica	9
4.1.2. Energía solar térmica	9
4.1.3. Energía solar híbrida.....	9
5. Componentes de un sistema fotovoltaico	11
5.1. Modulo solar (panel solar) fotovoltaico	11
5.2. Regulador de carga.....	12
5.3. Tipos de reguladores de carga:.....	12
5.3.1. Regulador de carga PWM:	12
5.3.2. Regulador de carga MPPT:	13
5.3.3. Características de los reguladores de carga	13
5.4. Batería.....	13
5.5. Inversor.....	14
5.5.1 Protecciones de los inversores.....	15

5.5.2 Protecciones Eléctricas	16
5.6. Ventajas de los sistemas fotovoltaicos	17
6. Tipos de Paneles Fovovoltaicos	17
6.1. Paneles solares monocristalinos	17
6.1.2 Paneles solares policristalinos.....	18
6.1.3 Paneles solares amorfos: Son fabricados utilizando una delgada capa de silicio amorfo. Estos paneles son los menos eficientes en comparación con los demás, pero son los más económicos que existen en el mercado actual. Su rango de rendimiento energético va de un 4% aun 8%. (<i>Algarin, 2011</i>)	18
6.2 Parámetros Eléctricos De Los Paneles Fovovoltaicos	19
6.3 Parámetros De Los Paneles Solares	20
7. Eficiencia De Los Paneles Solares	21
7.1. Efecto de temperatura en el rendimiento del sistema fotovoltaico.....	22
8. Estructura o Soporte.....	22
9. Tipo de inversores	23
9.1. Funcionamiento de los inversores	23
9.2. Inversor tipo string o en cadena	23
9.2.1. Ventajas de los inversores de cadena	24
9.2.2. Desventajas de los inversores de cadena	24
9.2.3. Recomendaciones	24
9.3. Micro inversores	25
9.3.1. Ventajas	25
9.3.2. Desventajas.....	25
9.4. Optimizadores de Potencia	26
9.4.1. Ventajas	26
9.4.2. Desventajas.....	27
9.4.3. Recomendaciones	27
10. Eficiencia energética	27
11. Ubicación del proyecto.	28
12. El clima y el tiempo promedio en todo el año en el sitio del proyecto.....	29
12.1 Condiciones meteorológicas	30
12.2 Ubicación optima de los paneles solares	30
13. Tecnologías disponibles en el mercado local	31

14. Estudio técnico del dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico.....	31
15. Estudio financiero	32
16. Diagnóstico energético del edificio de posgrado.....	33
16.1. Descripción del edificio y horarios de trabajo.....	33
16.2. Tamaño y capacidad del proyecto.	34
6. DISEÑO METODOLÓGICO.....	35
6.1 Censo de carga.....	35
6.2 Procedimiento para el dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico	36
6.3 Cálculos del número de placas fotovoltaicas a requerir.....	36
6.3.3 Cálculos de numero de módulos solares	43
6.4 Cálculo del Sistema Regulador.	45
6.5 Cálculo del banco de baterías	46
6.6 Cableado y protecciones	47
6.7 Caída de tensión de los cables en corriente alterna.	51
7. ANÁLISIS FINANCIERO	53
8. CONCLUSIÓN	58
8. RECOMENDACIONES	59
10. BIBLIOGRAFÍA.....	60
11. ANEXOS.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema de un sistema híbrido	10
Figura 2 Esquema de un sistema híbrido	11
Figura 3 Regulador de carga pwm	12
Figura 4 Regulador de carga mppt.....	13
Figura 5 componentes de un sistema híbrido.....	15
Figura 6 panel solar monocristalino.....	17
Figura 7 Panel solar policristalino	18
Figura 8 Panel solar amorfo	18
Figura 9 Inversor tipo string o en cadena.....	24
Figura 10 Micro inversor	25
Figura 11 Optimizador de potencia 1.....	26
Figura 12 Vista satelital de punto de proyecto.....	28
Figura 13 Mapa de radiación solar.....	37
Figura 14 Ficha técnica de paneles solares	40
Figura 15 Ficha técnica de inversor trifásico	43
Figura 16 Ficha técnica de batería	47
Figura 17 Ficha técnica de termomagnéticos.....	48
Figura 18 Ficha técnica de conductores.....	52
Figura 19 Costo por unidad panel fotovoltaico 670w.....	84
Figura 20 Costo por unidad batería 12v/200Ah.....	84
Figura 21 Costo por unidad estructura de montaje fotovoltaica	85
Figura 22 Diagrama unifilar	86
Figura 23 Perspectiva visual de instalación de paneles solares.....	87
Figura 24 Diagrama unifilar del sistema hibrido.....	88

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Rango de variación	19
Gráfico 2 Coeficiente de temperatura	22
Gráfico 3 Temperaturas del clima.....	29
Gráfico 4 Temperatura promedio anual.....	38
Gráfico 5 Promedio de consumo según el área.....	65
Gráfico 6 Mayo 7	66
Gráfico 7 Mayo 7	66
Gráfico 8 Mayo 8	67
Gráfico 9 Mayo 8	67
Gráfico 10 Mayo 9	68
Gráfico 11 Mayo 9	68
Gráfico 12 Mayo 10	69
Gráfico 13 Mayo 10	69
Gráfico 14 Mayo 11	70
Gráfico 15 Mayo 11	70
Gráfico 16 Mayo 12	71
Gráfico 17 Mayo 12	71
Gráfico 18 Mayo 13	72
Gráfico 19 Mayo 13	72
Gráfico 20 Mayo 14	73
Gráfico 21 Mayo 14	73
Gráfico 22 Mayo 15	74
Gráfico 23 Mayo 15	74
Gráfico 24 Demanda de potencia anual UNI.....	77
Gráfico 25 Consumo de Energía Diario (Kwh/dia) UNI	78
Gráfico 26 Factor de Potencia Facturado y Factor de Potencia Normado.....	79
Gráfico 27 Consumo de Energía (Kwh) UNI	80
Gráfico 28 Promedio Mensual y Anual de Facturación Eléctrica	81
Gráfico 29 Historial de consumo energético anual UNI.....	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Horario Edificio UNI-Post-Grado	33
Tabla 2 Resumen del periodo	36
Tabla 3 Conductores DC solar	51
Tabla 4 Conductores	52
Tabla 5 Costos Fijos de inversión	53
Tabla 6 Facturación de energía	54
Tabla 7 Depreciación de equipos	55
Tabla 8 Flujo Neto	56
Tabla 9 Recuperación de la inversión	57
Tabla 10 Censo de carga	63
Tabla 11 Censo de carga	64
Tabla 12 Mediación Horaria General UNI	75
Tabla 13 Mediación Horaria General UNI	76
Tabla 14 Tarifas energéticas UNI	82

DEDICATORIA

Inicialmente damos gracias a Dios por ser el un pilar fundamental, en lograr cumplir una de nuestras metas en la vida, el cual es poder llegar a recibarnos como Ingenieros Eléctricos.

Al docente Marlon Gutiérrez por su paciencia, dedicación en el desarrollo de nuestro tema monográfico y siempre brindándonos sus consejos y experiencia como docente.

Al Ing. Freddy González, director De Estudios De Posgrado Y Educación Continua, por permitirnos tomar como punto de partida y referencia el edificio de UNI-POSGRADO, para el estudio y desarrollo de nuestro tema de tesis.

Br. Weslly Antonio Morales Traña

Primeramente, dar gracias a nuestro padre celestial, por permitirme lograr cumplir una meta más en mi vida, por brindarme sabiduría y nunca soltarme la mano y siempre guiarme por el mejor camino, a mi madre Maritza del Socorro Traña Rivera por ser la mejor madre, amiga, padre que la vida me pudo brindar que sin su esfuerzo y sacrificios como madre no sería la persona que soy hoy en día, a mi Padre, Franklin Danilo Ramos Rodríguez, por ser un pilar en la vida de mi madre y mía.

A toda mi familia, abuela Francisca Rivera, tías, Hazel Carolina, Ana Patricia, María José, Karla Vanesa y a mi tío, José Antonio Traña. A todos les dedico este maravilloso logro.

Br. Tomer Francisco Jiménez Lezama

Quiero iniciar este agradecimiento honrando la memoria de mis queridos abuelos, Manuela Martínez y Francisco Lezama, cuyo amor, sabiduría y legado han dejado una huella imborrable en mi vida. Aunque ya no estén físicamente conmigo, su espíritu vive en cada paso que doy y en cada logro que alcanzo. Su amor y enseñanzas continúan inspirándome y guiándome en cada aspecto de mi vida, incluyendo este proyecto académico.

Doy gracias a Dios por darme fuerzas y sabiduría para superar todos los desafíos y así lograr otra meta en vida.

Agradezco también a mi familia, en especial a mi mamá Carme Lezama y a mi tía Azucena Lezama por creer en mí, por darme su apoyo y las herramientas necesarias para poder lograr culminar mis estudios.

RESUMEN

Este trabajo tiene como finalidad el presentar una propuesta de un sistema solar fotovoltaico tipo híbrido de generación de energía eléctrica, para el edificio de UNI-POSGRADO, en el cual se integren de la mejor manera fuentes de energía renovable y la red eléctrica comercial. Ubicado en el Recinto Universitario Simón Bolívar, el cual se encuentra localizado en la Universidad Nacional De Ingeniería, costado sur-oeste del edificio Rigoberto López Pérez.

Realizando los debidos levantamientos, como lo son el censo de carga, el estudio de la demanda eléctrica, las horas de uso de los equipos y la jornada laboral, llegamos al resultado de que las instalaciones del edificio de UNI-POSGRADO tiene una demanda de energía máxima por día de 1,559.25 Wh/día.

Tomando en cuenta que para proponer un sistema fotovoltaico tenemos antes que conocer los equipos esenciales para el diseño de un sistema solar fotovoltaico híbrido, los cuales son; Paneles solares, inversores, reguladores de carga, baterías y la estructura de los paneles, se seleccionaran entre los diferentes modelos que se encuentran actualmente en el mercado local, aquellos equipos los cuales tengan una mejor vida útil y tengan la mejor eficiencia en términos de energía.

La propuesta del sistema solar fotovoltaico está diseñada para abastecer el 100% del consumo energético del edificio de POSGRADO, el cual estará integrado por la cantidad de 725 paneles monocristalinos de 670W, la cantidad 99 baterías de 12V de gel ciclo profundo la cual cuenta con una capacidad de 200Ah y un inversor de marca Growatt, con un rango de voltaje de 180V-1000V y una potencia nominal de 150,000W

Incluimos los costos de los paneles fotovoltaico, inversores, baterías, accesorios e instalación y mantenimiento del sistema, en el cual tenemos un monto total de inversión de \$240,600.50 dólares.

Teniendo todos los estudios y resultados técnicos obtenidos en el desarrollo de nuestro tema, se valoró la parte económica a partir de los costos de inversión, ingresos y gastos. Evaluamos la

rentabilidad del proyecto a través del valor neto TIR y el periodo de recuperación de la inversión el cual consideramos una tasa de descuento del 10% y un periodo de evaluación de 15 años de acuerdo a la vida útil de los equipos, como resultado obtuvimos un valor actual neto VAN de \$1,387,815.04 el cual es mayor que cero y nos refleja una rentabilidad del proyecto.

Para el caso de la tasa interna de retorno se obtuvo un valor del 89% valor que es superior al 10% de la tasa de descuento, en la cual presentamos la propuesta con el 100% de financiamiento. Evaluamos los beneficios medioambientales del sistema fotovoltaico el cual evitara la cantidad de 123,614,221.5 g de Co2 anual.

1. INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica contribuye al bienestar económico y social mediante la generación de riquezas y creación de empleos, año con año el sector energético se enfrenta a desafíos de como disminuir el consumo de energía (kWh) por medio de los combustibles fósiles; logrando de esta manera el promover las energías renovables y desarrollo de tecnologías de baja emisión de carbono (CO₂) en un país donde la inversión es limitada y las necesidades innumerables, el presente trabajo monográfico consiste en realizar una propuesta de un sistema solar fotovoltaico de tipo hibrido, ubicado en el edificio de UNI-POSGRADO. (*content.pdf*, s. f., p. 7)

Nuestro actual modo de vida se basa en un modelo energético centrado en el consumo de combustibles fósiles (petróleo, gas, carbón) y en el uso irracional de la energía. Esto conlleva a la emisión de la atmósfera de importantes cantidades de gases de efecto invernadero (GEI), principales causantes del cambio climático. (*Abella, 2005*)

Motivados por la responsabilidad adquirida y aplicando los conocimientos teóricos y prácticos obtenidos durante nuestra formación académica, nos proponemos el presentar una propuesta de un sistema solar fotovoltaico de tipo hibrido para el edificio de UNI-POSGRADO, siendo el objetivo principal el reducir significativamente la dependencia de los combustibles fósiles fomentando la adopción de energías renovables.

En este contexto se desarrollará un sistema hibrido integrando eficientemente energía fotovoltaica para satisfacer las necesidades energéticas del edificio.

Para iniciar con nuestro estudio tenemos antes que conocer el consumo total de energía del Recinto Universitario Simón Bolívar, de la Universidad Nacional de Ingeniería, el cual está dado por un servicio que se identifica con el numero (NIS) 2000110, en el cual se encuentra descrito de la siguiente manera.

Voltaje primario: el suministro eléctrico llega al recinto universitario a través de una derivación de media tensión trifásico con un voltaje primario de 13,800 voltios, esto nos indica que la energía eléctrica se distribuye a una tensión relativamente alta para su posterior transformación y distribución dentro del recinto.

Punto de entrega: El servicio eléctrico se mide en el punto de entrega y se identifica con el número de servicio (NIS) 2000110, este número es importante para identificar específicamente el contrato de suministro de eléctrico asociado al recinto universitario.

Tarifa eléctrica: se aplica la tarifa eléctrica general T2E, la cual implica un esquema tarifario específico para la facturación del consumo eléctrico, este tipo de tarifas generalmente tiene diferentes tramos de consumo y precio por kilovatio hora, dependiendo de la cantidad de energía consumida.

Binomia y discriminación horaria: la tarifa eléctrica mencionada incluye características de binomia y discriminación horaria de energía, es decir la binomia puede referirse a la distinción entre componentes fijos y variables en la factura eléctrica. La discriminación horaria implica que el precio de la energía varía según la hora del día, siendo más alto en horas punta y más bajo en horas fuera de puntas.

Estos detalles nos proporcionan una visión general del suministro eléctrico para el Recinto Universitario Simón Bolívar.

2. ANTECEDENTES

Nicaragua a partir del año 2020 evidencia un significativo cambio en la matriz energética del país, con un fuerte impulso hacia las energías renovables, las cuales incluyen fuentes como eólica, solar, biocombustibles, geotérmica e hidroeléctrica, la matriz de generación se ha transformado pasando de un 25.96% en el año 2006 a un 70.87% contribuyendo a la reducción de gases de efecto invernadero. *(Minas, Ministerio De Energía y Minas, 2023)*

La implementación de energías renovables se ha vuelto una tendencia en diversos sectores, como empresas, cadenas de supermercados, bancos y hospitales, en este contexto la energía solar especialmente a través de sistemas fotovoltaicos híbridos, han ganado relevancia debido a su capacidad para proporcionar una fuente de energía sostenible y la posibilidad de reducir la dependencia exclusiva de la red comercial, este enfoque no solo contribuye a la mitigación del impacto ambiental, sino que también ofrece beneficios significativos en términos de seguridad energética y eficiencia. *(Enel, 2024)*

La Universidad Nacional de Ingeniería UNI, muestra interés activo en estos avances, reflejado en la presentación de temas monográficos relacionados con las energías renovables, específicamente en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica, el objetivo es contribuir a la mejora continua de la universidad, proponiendo la implementación de modelos energéticos que reflejen las tendencias globales y nacionales hacia la sostenibilidad energética.

En este contexto la propuesta de un sistema híbrido basado en energía fotovoltaica y energía de la red eléctrica en el edificio de UNI-POSGRADO se alinea con la visión del gobierno y refuerza la postura de la universidad hacia la innovación y la adopción de tecnologías sostenibles, la iniciativa no solo es buscar obtener el título de Ingeniero Eléctrico, sino también contribuir al progreso y la eficiencia energética de la institución, sirviendo como ejemplo práctico de aplicación de conocimientos académicos para beneficio directo de la comunidad universitaria.

3. JUSTIFICACIÓN

El sistema eléctrico nacional cuenta con 760.4 MW de capacidad instalada de generación renovable y la matriz de generación ha experimentado una transformación significativa, aumentando de un 25.96% para el año 2006 a un 70.87% para el año 2022, el incorporar tecnologías como la energía fotovoltaica fortalecería esta tendencia positiva y contribuiría a la reducción de gases de efecto invernadero. *(Minas, 2023)*

Si bien es cierto la energía solar puede ser hasta un 80% más económica que las energías producidas por térmico bunker, a pesar de esta ventaja económica, solo el 2% de la demanda energética en Nicaragua se satisface con energía solar, si se llegase a implementar la Propuesta de un Sistema Fotovoltaico Tipo Híbrido en el edificio de UNI-POSGRADO se puede optimizar costos y mejoras en la eficiencia energética. *(ENATREL, 2022)*

Siendo la energía solar una fuente de energía inagotable y sostenible nos asegura la disponibilidad continua de energía, reduciendo la dependencia de fuentes no renovables y disminuyendo al impacto ambiental, los sistemas fotovoltaicos nos permiten la producción descentralizada de energía, generando electricidad en el propio lugar de consumo, lo cual nos favorece ya que reduce la necesidad de transporte de energía y minimiza las pérdidas asociadas con la transmisión a largas distancias.

La propuesta de un sistema híbrido, el cual combina la energía fotovoltaica con la red eléctrica, representa una estrategia eficaz para diversificar la matriz energética, esto nos proporciona flexibilidad y resiliencia al sistema asegurándonos un suministro constante incluso en condiciones climáticas variables.

La ventaja de la energía fotovoltaica, considerando el contexto nacional y las tendencias en la matriz energética de generación, nos ofrece una solución adaptada a las necesidades específicas del edificio de UNI-POSGRADO, promoviendo la sostenibilidad y la eficiencia en el suministro de energía.

La universidad Nacional De Ingeniería, tiene el servicio eléctrico T2E, General Mayor con discriminación horaria, el horario punta es de las 6:00 PM a las 10:00 PM se registran y facturan energía y potencia, el resto del día es el horario valle o fuera de punta registrada energía y potencia, pero se cobra solo energía. Tomando como referencia para el mes de mayo del año 2024, los costos aprobados y publicados por el Instituto Nicaragüense De Energía (INE).

Los costos operativos de la Universidad Nacional De Ingeniería, son elevados según los datos del INE.

Según datos del INE, en un periodo de 12 meses la Universidad tuvo un registro de consumo total de 2,539,110 kW/h con un costo total de C\$28,784,761.1 dando un costo por kW/h de C\$11.33.

Siendo abril, mayo, septiembre, octubre y marzo los meses de mayor consumo superando los 2.5 MW/h, y junio, julio, agosto, noviembre, diciembre, enero y febrero los meses de menor consumo por debajo de los 2.5MW/h.

4. OBJETIVOS

Objetivo General:

Realizar una propuesta de un sistema híbrido de generación de energía eléctrica que integre fuente solar fotovoltaica y la red eléctrica, con el propósito de satisfacer una parte significativa de las necesidades energéticas del edificio UNI Posgrado.

Objetivos Específicos:

- ✓ Realizar un diagnóstico de la situación actual del edificio de UNI-POSGRADO, en el sistema eléctrico, eficiencia energética y condiciones generales.
- ✓ Presentar una propuesta de dimensionamiento de sistema solar fotovoltaico de tipo híbrido para el edificio posgrado UNI-RUSB y así reducir los costos operativos por facturación eléctrica para contribuir a la sostenibilidad energética y ambiental de la universidad.
- ✓ Evaluar de forma técnica-económica y ambiental la implementación de esta fuente renovable a la estructura eléctrica del edificio para evaluar el ahorro potencial que conlleva la instalación de un sistema híbrido de energía solar fotovoltaica en la edificación.
- ✓ Determinar la mejor configuración desde la perspectiva de eficiencia energética para la propuesta del sistema de generación híbrido de energía eléctrica solar fotovoltaica a través de los cálculos eléctricos para su mejor dimensionamiento.

5. MARCO TEÓRICO

1. Importancia de un estudio técnico económico

Realizar un estudio técnico económico desempeña un papel crucial en la toma de decisiones relacionadas con proyectos, inversiones o iniciativas, especialmente en el ámbito de la ingeniería y desarrollo de sistemas, ya que en él se determinan los costos en los que se incurrirá al implementar un proyecto, por lo que dicho estudio es la base para el cálculo financiero y la evaluación económica del mismo.

El estudio técnico de un proyecto consiste en diseñar la función de producción más optima, que mejor utilice los recursos disponibles para obtener el producto deseado. *(Rosales, 2005)*

1.2. Componentes para realizar un estudio técnico económico

1.2.1. Evaluación de viabilidad: evaluar la viabilidad del proyecto o propuesta, analizando detalladamente los aspectos técnicos para determinar si la implementación es técnicamente factible y los aspectos económicos para verificar si es financieramente posible.

1.2.2. Minimización de riesgo: identificar y evaluar los posibles riesgos y desafíos asociados con la implementación de un proyecto. Al entender estos aspectos se pueden desarrollar estrategias para mitigar riesgos y tomar decisiones.

1.2.3. Optimización de recursos: ayuda a optimizar la asignación de recursos, tanto en términos financieros como de recursos humanos.

1.2.4. Proyección y análisis de costos: realizar proyecciones detalladas de costos asociados con la implementación del proyecto, esto incluye costos iniciales, operativos y mantenimiento a largo plazo, permitiéndonos una planificación financiera adecuada.

1.2.5. Rentabilidad y retorno de inversión: evaluar la rentabilidad y calcular el retorno de inversión esperado.

1.2.6. Cumplimiento de normativas y estándares: verificar que el proyecto cumpla con todas las normativas y estándares Nacionales e Internacionales, este aspecto es crucial para garantizar la legalidad y sostenibilidad a largo plazo.

Un Estudio Técnico-Económico es esencial para garantizar el éxito de un proyecto, al proporcionar información detallada y precisa que orienta las decisiones desde una perspectiva técnica y financiera, este enfoque integral contribuye a maximizar la eficiencia, minimizar los riesgos y optimizar el retorno de inversión. (*Panamericana, 2022*)

2. Fuentes de energía

Desde la antigüedad el hombre ha necesitado el empleo de la energía para su subsistema y desarrollo, las cuales las ha ido encontrando y aplicando en función de sus necesidades y del conocimiento que se tenía en cada momento, el cual ha sabido aprovechar la energía proporcionada por el sol, luz y calor también las empleadas por el viento como lo es la energía eólica, la energía hidráulica que proporciona el agua de los ríos, la leña, el carbón.

3.Sistema Solar

Es el conjunto de equipos eléctricos y electrónicos que producen energía eléctrica a partir de la radiación solar, el principal componente de este sistema es el módulo fotovoltaico a su vez

compuesto por células capaces de transformar la energía luminosa incidente en energía eléctrica de corriente continua. *(Laminguero, 2021)*

De todas las fuentes de energía, la energía solar es la que más abunda y puede obtenerse aun con el cielo nublado, la velocidad a la que la tierra intercepta la energía solar es aproximadamente 10,000 veces superior a la velocidad con la que la humanidad consume dicha energía.

Las tecnologías solares convierten la luz solar en energía eléctrica, ya sea mediante paneles fotovoltaicos o a través de espejos que concentran la radiación solar, los paneles solares contienen células fotovoltaicas que, al recibir la luz de forma directa, se ionizan y liberan electrones que al interactuar entre si generaran corriente eléctrica. *(Repsol, 2020)*

Los paneles solares tienen una vida útil alrededor de 30 años y existe una gran variedad de tonalidades en función del tipo de material usado durante su fabricación.

4. Tipos de energía solar

4.1. Energía solar fotovoltaica: Se trata de una instalación que produce electricidad utilizando módulos fotovoltaicos, los cuales son capaces de transformar la radiación solar directamente en energía eléctrica.

4.1.2. Energía solar térmica: Estos utilizan colectores o captadores solares para transformar la radiación solar en calor. Estos captadores recogen y almacenan la radiación solar para calentar el agua que más tarde se utiliza como apoyo a los sistemas de calefacción o agua caliente para uso higiénico, residencial o industrial.

4.1.3. Energía solar híbrida: En este último caso se combina cualquiera de los tipos de energía solar que hemos visto anteriormente con otras energías, principalmente renovables, para lograr así una mayor aportación energética. *(Resol, 2021)*

En nuestro caso la propuesta es de un sistema fotovoltaico solar híbrido, el cual se implementará con la red eléctrica.

Es la combinación de la energía solar a través de las placas fotovoltaicas y la red eléctrica de forma que podemos integrar de la mejor manera ambas fuentes de energías. Si la energía producida a través de las placas fotovoltaicas es suficiente para el consumo del edificio, el inversor utilizará la energía fotovoltaica para cargar las baterías con el excedente de energía para su uso posterior.

Del mismo modo, si el consumo es superior a la energía fotovoltaica, el inversor tomará la energía que le falta de la red eléctrica. (Inteligentes, 2014)

Este sistema brinda una gran estabilidad y autonomía de la red, porque no está sujeto a los cortes de suministros, otra de las ventajas con este sistema es la disminución en los gastos de facturación eléctrica.

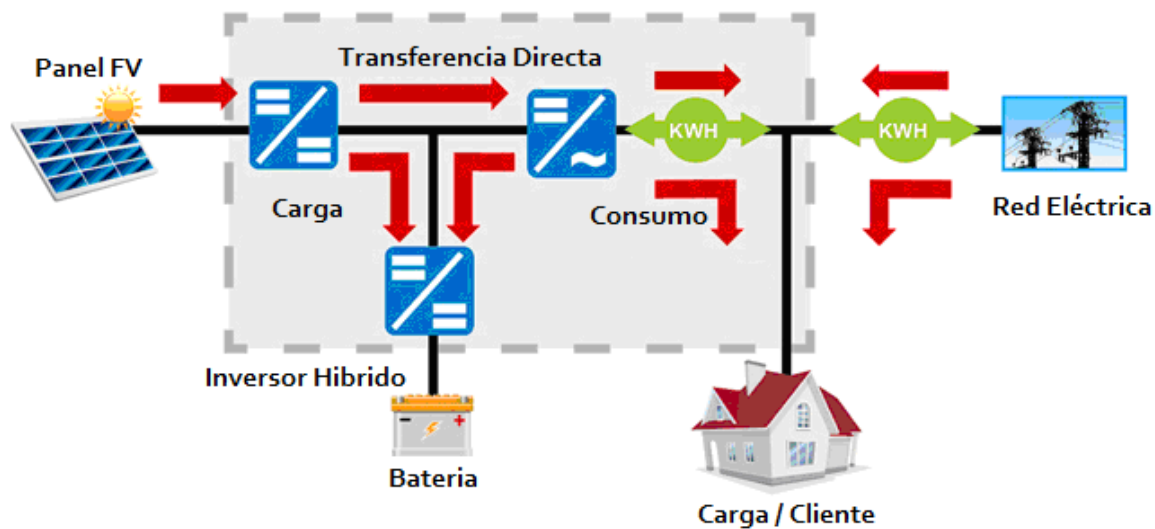


FIGURA 1 ESQUEMA DE UN SISTEMA HÍBRIDO

Este trabajo propone la integración de un sistema híbrido Fotovoltaico-Red Comercial, ubicado en el edificio de **POSGRADO-UNI**, de modo que el sistema quede tanto estructural, como estéticamente situado sobre la cubierta del edificio, debido a que el objeto de esta propuesta es centrarse en este tipo de esquema energético

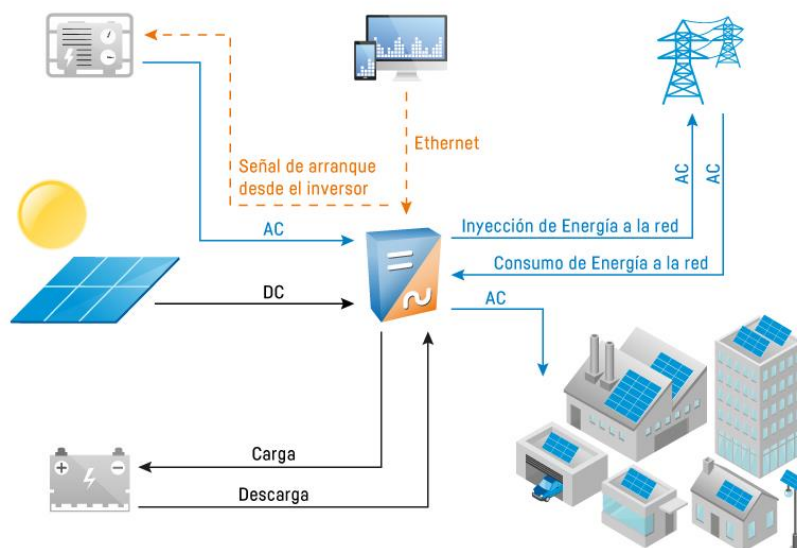


FIGURA 2 ESQUEMA DE UN SISTEMA HÍBRIDO

5. Componentes de un sistema fotovoltaico

5.1. Modulo solar (panel solar) fotovoltaico: Es el encargado de transformar la radiación solar en energía eléctrica a través del efecto fotoeléctrico, están compuestos principalmente por semiconductores (silicio) monocristalino o policristalinos, los de mayor eficiencia y disponibilidad son los policristalinos ya que estos se caracterizan por su potencia nominal o potencia máxima que puede generar este panel en condiciones ideales (radiación $1\text{kw}/\text{m}^2$ y temperatura de 25°C). (SUN-SUPPLY, 2021)

5.2. **Regulador de carga:** Es un dispositivo electrónico cuya función es controlar el estado de carga de las baterías para garantizar que se realice un llenado optimo y así alargar su vida útil.

5.3. **Tipos de reguladores de carga:** Existen dos tipos de reguladores de carga PWM y el MPPT.

5.3.1. **Regulador de carga PWM:** Realiza una modulación por pulsos y únicamente trabaja de corte de paso de energía entre los paneles y baterías cuando se han cargado completamente, esto quiere decir que para su correcto uso y funcionamiento de contar con el mismo voltaje nominal en los paneles solares y en las baterías, es decir si tenemos una batería de 12v, solo podremos cargar con un panel de 12v.



FIGURA 3 REGULADOR DE CARGA PWM

5.3.2. Regulador de carga MPPT: Su funcionamiento aprovecha la máxima producción del panel solar para la carga de la batería, este tipo de regulador recibe la producción máxima del panel haciéndolo trabajar a su punto máximo. (SolarPlak, 2023)



FIGURA 4 REGULADOR DE CARGA MPPT

5.3.3. Características de los reguladores de carga

- ✓ El regulador se configura para la batería que tenga conectada y aplicara el algoritmo adecuado que maximizara la vida útil del acumulador.
- ✓ También protege la batería contra posibles sobrecargas y sobre descargas y voltajes excesivos, compensando un voltaje superior desde el campo fotovoltaico para que la batería no se dañe en función del estado de carga en el que se encuentre en cada momento.

5.4. Batería

Son dispositivos electroquímicos que utilizan energía química para almacenar o liberar electricidad producidas por las placas fotovoltaicas en las horas de mayor radiación solar, con el objetivo de poder utilizar esa energía durante la noche o en días de poca iluminación solar.

5.5. Inversor

Un inversor de placas solares es un convertidor que transforma la corriente continua que recibe de los paneles fotovoltaicos en corriente alterna, esta corriente es la que se utiliza en las casas, edificios, parqueos etc. Sin embargo, antes de ser inyectada a la red esta corriente eléctrica tiene que ser tratada para que cumpla con las especificaciones establecidas para su posterior inyección, siendo el caso que tiene que ser senoidal, con una frecuencia de 60Hz y unos valores de tensión determinados para no crear variaciones en la red de suministro. En un sistema fotovoltaico es fundamental tener un inversor para el funcionamiento de nuestra instalación.

Los inversores son tan fundamental que sin ellos una instalación fotovoltaica no sería nada, siendo un equipo electrónico que permite inyectar energía a la red eléctrica comercial la cual es producida por los generadores fotovoltaicos, su función principal es convertir la corriente continua procedente de los paneles fotovoltaicos en corriente alterna.

Para una instalación fotovoltaica los inversores deben de tener un alto rendimiento y fiabilidad, el rendimiento de los inversores oscila entre un 90% a un 99%, este rendimiento depende mucho de la variación de la potencia de la instalación, lo que nos lleva a intentar que el inversor trabaje con potencias cercanas o iguales a la nominal, es decir que si la potencia de entrada proveniente de los paneles fotovoltaica varia, el rendimiento del inversor disminuye.

Para evitar que el rendimiento disminuya con la variación de la potencia de entrada procedente de los paneles solares, los inversores deben estar equipados con dispositivos electrónicos que permitan realizar un seguimiento del punto de máxima potencia de los paneles, permitiéndonos obtener la máxima eficiencia posible del generador fotovoltaico.

Un parámetro importante que define un inversor es el rango de voltaje al cual puede funcionar con mayor rendimiento, en cuanto a la fiabilidad que debe aportar al consumidor, un inversor debe estar altamente equipado con protecciones, las cuales nos aseguren un buen funcionamiento en la instalación como la seguridad de la misma.

5.5.1 Protecciones de los inversores

- ✓ Protección contra sobrecarga y cortocircuitos: sirven para detectar posibles fallos producidos en los terminales de entrada y salida del inversor.
- ✓ Protección contra calentamiento excesivos: si la temperatura del inversor sobrepasa un determinado valor, el equipo deberá pararse y mantenerse desconectado hasta alcanzar una temperatura inferior.
- ✓ Protección de funcionamiento modo isla: funciona de tal manera que desconecta al inversor en caso de que los valores de voltaje y frecuencia de la red estén por fuera de unos valores umbral para un buen funcionamiento adecuado al estar operando sin apoyo de la red.
- ✓ Protección de aislamiento: sirve para detectar posibles fallos de aislamientos en el inversor.
- ✓ Protección contra inversión de polaridad: funciona para proteger al inversor contra posibles cambios en la polaridad de los paneles fotovoltaicos.

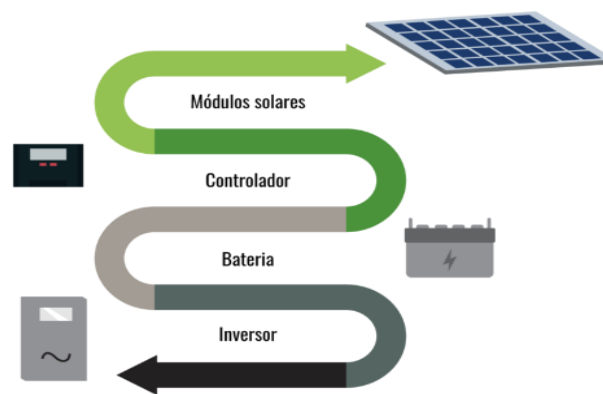


FIGURA 5 COMPONENTES DE UN SISTEMA HÍBRIDO

5.5.2 Protecciones Eléctricas

Además de las protecciones mencionadas anteriormente integradas en los inversores, es necesario tomar en cuenta las protecciones adicionales que protejan tanto la seguridad de la instalación y equipos como la seguridad de las personas responsables de su funcionamiento y mantenimiento. Estas protecciones las tomaremos en cuenta atendiendo a la reglamentación vigente por el Código Eléctrico Nacional.

- ✓ Interruptor general manual: será un interruptor magnetotérmico con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión, este equipo será accesible a la empresa distribuidora en todo momento, con objeto de poder realizar la desconexión manual.
- ✓ Interruptor automático diferencial: es el encargado de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento de la parte continua de la instalación.
- ✓ Interruptor automático o de interconexión: funciona para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdidas de voltaje o frecuencia en la red, junto con un relé de enclavamiento.
- ✓ Protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia 61 y 59 Hz y de máximo y mínimo voltaje 1,1 V_{max} y 0,85 V_m.

Respaldo de los sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica.

Existen dos sistemas conectados a la red, sistemas sin respaldo de baterías y sistemas con respaldo de baterías.

Los sistemas sin respaldo de baterías consisten en dos elementos principales: un arreglo de paneles fotovoltaicos y un inversor interactivo con el servicio público y se caracteriza por no suministrar energía cuando falla la energía eléctrica comercial.

Los sistemas con respaldo de baterías tienen un arreglo de paneles fotovoltaicos y un inversor interactivo con el servicio comercial, pero incluye un banco de baterías y un controlador de cargas, con el banco de baterías, el sistema puede brindar energía durante los cortes de electricidad.

5.6. Ventajas de los sistemas fotovoltaicos

- ✓ Es una fuente de energía renovable y sostenible.
- ✓ No requiere extracción constante de materiales para su funcionamiento por lo que es una energía muy económica.
- ✓ La luz solar es abundante y está muy disponible, por lo que el empleo de paneles solares es una opción viable en cualquier punto geográfico, importante en zonas donde el acceso de la energía eléctrica es muy limitado.
- ✓ El uso de energía solar potencia la seguridad energética al reducir la dependencia de suministro de la red eléctrica.
- ✓ Disminuye el consumo de la energía proveniente de los combustibles fósiles y ayuda a conservar los recursos naturales.

6. Tipos de Paneles Fotovoltaicos

6.1. Paneles solares monocristalinos: Este tipo de paneles son los más eficientes en aprovechar la radiación solar y convertirla en energía eléctrica, sin embargo, su precio en el mercado es el más elevado, su rango real de rendimiento energético oscila entre 12% y 16%. Están fabricados con una estructura cristalina uniforme de silicio.



FIGURA 6 PANEL SOLAR MONOCRISTALINO

6.1.2 Paneles solares policristalinos: Su fabricación se basa en la combinación de diferentes cristales, de ahí la procedencia de su nombre policristalinos. Este tipo de paneles son menos eficientes que los monocristalinos, una de sus ventajas es que son más económicos, su rango de rendimiento energético es de un 11% aun 14%.



FIGURA 7 PANEL SOLAR POLICRISTALINO

6.1.3 Paneles solares amorfos: Son fabricados utilizando una delgada capa de silicio amorfo. Estos paneles son los menos eficientes en comparación con los demás, pero son los más económicos que existen en el mercado actual. Su rango de rendimiento energético va de un 4% aun 8%. (*Algarin, 2011*)



FIGURA 8 PANEL SOLAR AMORFO

Antes de dimensionar nuestra instalación solar fotovoltaica, es primordial conocer los parámetros eléctricos fundamentales de los paneles fotovoltaicos que se encuentran disponibles en mercado local.

6.2 Parámetros Eléctricos De Los Paneles Fotovoltaicos

- ✓ Corriente de corto circuito (ISC): es la máxima intensidad que se genera en el panel cuando no está conectada a ninguna carga y se hace un cortocircuito en sus bornes.
- ✓ Tensión de circuito abierto (VOC): es la máxima tensión que proporciona el panel cuando no hay conectada ninguna carga en los bornes del panel y dichos bornes están al aire.
- ✓ Punto de máxima potencia: es el punto para el cual la potencia entregada es máxima, obteniendo el mayor rendimiento posible.
- ✓ Factor de forma (FF): es la relación entre la potencia máxima que el panel puede entregar y el producto de la corriente de máxima potencia y la tensión de máxima potencia, con este parámetro conocemos la curva característica I-V de los paneles.

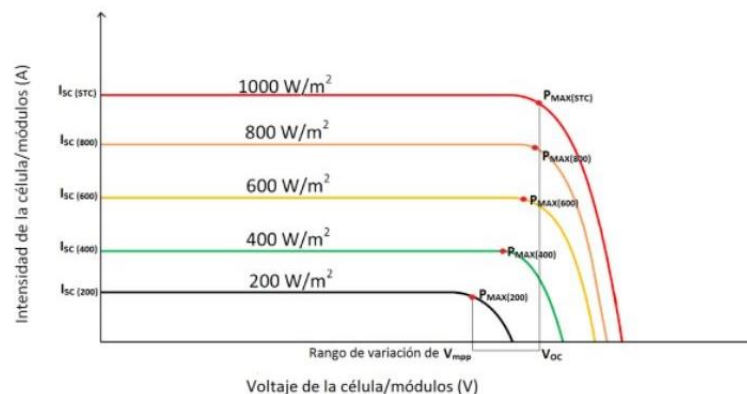


GRÁFICO 1 RANGO DE VARIACIÓN

- ✓ Eficiencia y rendimiento: es el cociente entre la potencia máxima que el panel puede entregar y la potencia de la radiación solar incidente, dependiendo de la tecnología utilizada a la hora de la fabricación de los paneles, la cual puede llegar hasta el 18%.

Estos parámetros están brindados en la hoja técnica de los equipos, proporcionados por el fabricante, debemos considerar y tener en cuenta que estos parámetros no son constantes debido a que los fabricantes toman como referencia unas condiciones de funcionamiento estándar, llamadas Condiciones Estándar de Medida, las cuales son condiciones de irradiancia y temperatura determinadas en la célula Solar.

Irradiancia: 1000W/m²

Nivel del mar.

Temperatura de la célula: 25° C

6.3 Parámetros De Los Paneles Solares

- ✓ Coeficiente de temperatura VOC: es el coeficiente de corrección para la tensión máxima que se produce a circuito abierto cuando no existe ninguna carga conectada, este coeficiente muestra como varia la tensión con una variación de temperatura, la tensión de circuito abierto aumenta cuando la temperatura disminuye y disminuye cuando la temperatura aumenta.
- ✓ Coeficiente de temperatura ISC: es el coeficiente de corrección para la corriente máxima que se produce en el panel cuando no hay conectada ninguna carga y cortocircuitamos los bornes del panel. Es decir, este coeficiente muestra como varia la intensidad con una variación de la temperatura, la intensidad de cortocircuito aumenta cuando aumenta la temperatura y disminuye cuando disminuye la temperatura.

Estos coeficientes de temperaturas nos ayudan a observar y entender el comportamiento de los paneles ante variaciones de temperaturas observando cómo cambian de voltaje y corriente de máxima potencia, la tensión de circuito abierto y la corriente de cortocircuito. “Voltaje-Corriente” tomamos como referencia la irradiancia en condiciones estándar media (1000W/m^2).

La potencia es el producto de la corriente y del voltaje, los fabricantes especifican que la potencia varía entre los 0.46% por cada grado centígrado de variación con respecto a la temperatura normal de operación de la celda, que establece en 45°C .

7. Eficiencia De Los Paneles Solares

La eficiencia solar es la medida de cantidad de energía solar que cae sobre la superficie de un panel y se convierte en electricidad, con los actuales avances en la tecnología de las células fotovoltaicas en los últimos años, la eficiencia promedio de conversión de paneles ha aumentado de 15% a más del 20%, este gran avance en la eficiencia de los paneles solares ha aumentado la potencia nominal de salida de los paneles hasta llegar a valores de 450 W.

Dicha eficiencia de los paneles solares está determinada por dos factores principales, los cuales son:

- ✓ La eficiencia de la celda fotovoltaica la cual está basada en el diseño de la celda y el tipo de silicio.
- ✓ La eficiencia total del panel basada en la configuración de la celda y el diseño del panel, una eficiencia de un panel solar que ronda entre 16%-17% es una eficiencia estándar, es decir que no es de alta eficiencia, la alta eficiencia, en paneles solares ronda entre 19%.

7.1. Efecto de temperatura en el rendimiento del sistema fotovoltaico

Si la temperatura ambiente aumenta, menor es la potencia de salida de los módulos solares, es decir un panel solar trabaja en condiciones óptimas y eficientemente cuanto menor es la temperatura a la que están sometidos. A este fenómeno se le conoce como coeficiente de temperatura y siempre va reflejado en la ficha técnica del equipo.

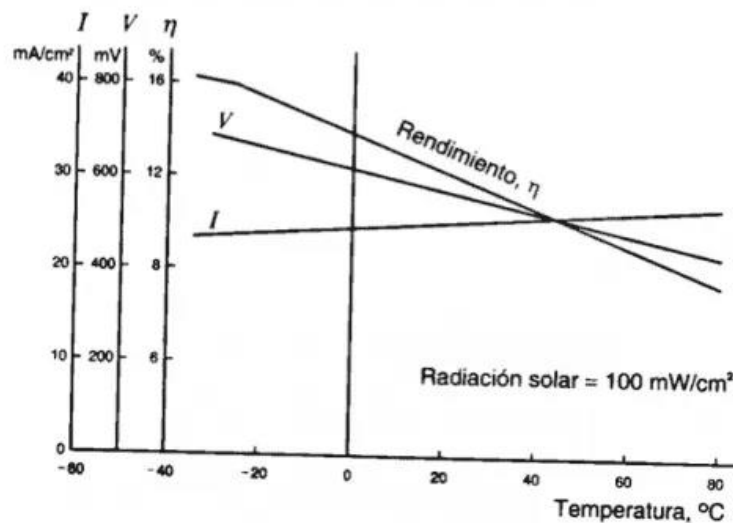


GRÁFICO 2 COEFICIENTE DE TEMPERATURA

8. Estructura o Soporte

La estructura para las placas solares son un sistema que sirve para sujetar los módulos fotovoltaicos, las estructuras aseguran los dispositivos y proporcionan la inclinación óptima para una mayor captación de la energía.

El buen rendimiento de una instalación solar está fuertemente determinado por la orientación de los módulos, y de esto se encargan las estructuras de las placas fotovoltaicas.

La estructura para paneles solares determina también la orientación del sistema fotovoltaico para aprovechar al máximo la radiación solar. Generalmente se adquieren de 30° a 60° de inclinación, ya que son estas las que proporcionan mayor eficiencia, tenemos que tomar en cuenta que las estructuras de los paneles fotovoltaicos están fabricadas con acero galvanizado en caliente y la tornillería está compuesta de acero inoxidable y galvanizado de alta calidad, lo que los hace altamente resistentes a las condiciones climatológicas más extremas.

9. Tipo de inversores

En el caso del autoconsumo solar residencial, se usan principalmente tres tipos de inversores para paneles solares los cuales son, inversor string o en cadena, micro inversores y optimizadores de potencia. (*SotySolar, 2023*)

9.1. Funcionamiento de los inversores

Cuando las placas fotovoltaicas reciben la luz del sol, los electrones comienzan a moverse dentro de las células solares lo que produce corriente continua, los circuitos dentro de las células fotovoltaicas recogen esa energía y la transforman en corriente para su uso.

9.2. Inversor tipo string o en cadena

Son aquellos en los cuales los paneles solares se conectan en serie entre sí y se agrupan en ramales, cada ramal se conecta a un único inversor solar, el cual es el encargado de convertir la corriente continua en corriente alterna, debido a su principio de funcionamiento un inversor string capta tanta electricidad como el panel menos eficiente del ramal, es decir si un único panel del ramal se ve afectado por una sombra a cualquier hora del día o de forma estacionaria, la potencia entera del ramal se verá reducida a la potencia del panel que se encuentra en la zona sombreada.

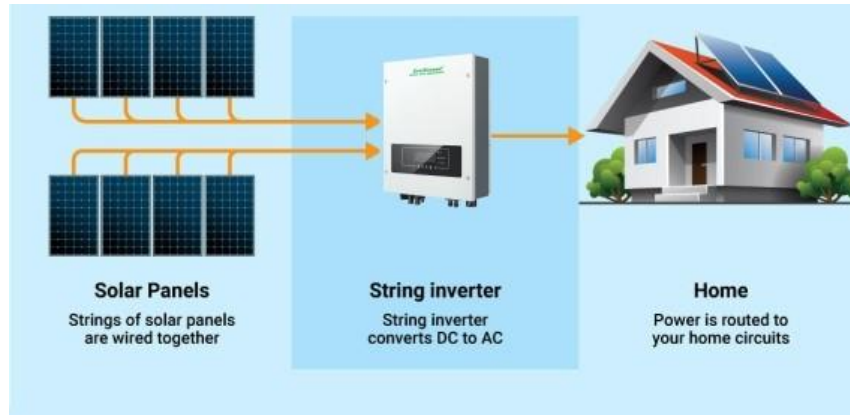


FIGURA 9 INVERSOR TIPO STRING O EN CADENA

9.2.1. Ventajas de los inversores de cadena

- ✓ Los inversores de cadena son la opción de menor coste y tecnología más contrastada.
- ✓ Son de fácil mantenimiento debido a su ubicación de su instalación ya que se pueden instalar en el sótano, garaje o bien a un costado de la casa.

9.2.2. Desventajas de los inversores de cadena

- ✓ Únicamente producirá tanta electricidad útil como el panel solar que menos produzca.
- ✓ La generación de electricidad con un inversor string puede sufrir el efecto "cuello de botella" o verse drásticamente afectado si solo uno o dos de los paneles están con sombra o no están funcionando correctamente.

9.2.3. Recomendaciones

Ideal para viviendas o edificios con cubiertas sin obstáculos que reciban la radiación del sol constantemente durante todo el día y para instalaciones donde el propietario busca sistemas fotovoltaicos de menor coste.

9.3. Micro inversores

Los micro inversores son inversores distribuido en instalaciones de autoconsumo, con micro inversores cada placa solar tiene un pequeño inversor solar instalado, evitando que la corriente viaje hasta el centro de inversión como ocurre en los inversores string.



FIGURA 10 MICRO INVERSOR

9.3.1. Ventajas

- ✓ Son más eficientes que los inversores string, las instalaciones de placas solares que disfrutan de esta tecnología siguen produciendo energía incluso si uno o dos de los paneles del sistema tienen un rendimiento inferior.
- ✓ Permite supervisar el rendimiento de placas solares específicas lo que facilita la identificación de problemas de producción si se llegase a dar el caso.

9.3.2. Desventajas

- ✓ Cuestan más que un inversor de cadena.
- ✓ Son más difíciles de mantener o reparar en caso de un problema, debido a que se encuentran en la cubierta del edificio.

9.4. Optimizadores de Potencia

Los optimizadores de potencia no convierten la corriente continua en corriente alterna, son convertidores de corriente continua a corriente continua, cuya función es modificar el punto de funcionamiento de la curva I-V (intensidad – tensión) de los paneles que reciben sombra, ya que el resto seguirá funcionando igual. Los optimizadores de potencia siguen el MPPT (punto de máxima potencia) con V fija (voltaje fijo) de cada circuito, lo que permite unificar las intensidades del ramal conectado al inversor string.

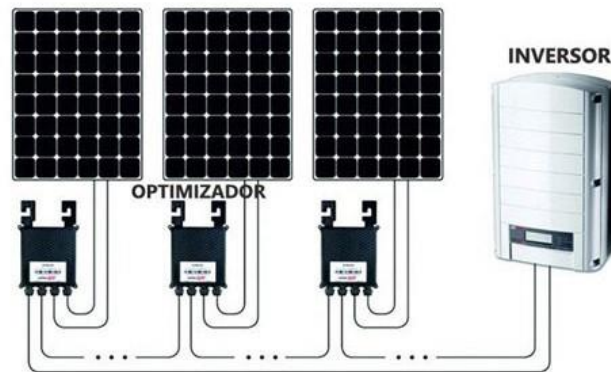


FIGURA 11 OPTIMIZADOR DE POTENCIA 1

9.4.1. Ventajas

- ✓ Mejoran la eficiencia de la instalación.
- ✓ Ofrecen la ventaja de supervisar el rendimiento de cada panel solar individual.
- ✓ Reducen el efecto de las sombras en el rendimiento de la instalación.

- ✓ Las instalaciones que utilizan optimizadores de potencia son más accesibles económicamente que los micro inversores y tienen un coste menor de mantenimiento.

9.4.2. Desventajas

- ✓ Una instalación con optimizadores de potencia costara más que una instalación con un inversor de cadena.

9.4.3. Recomendaciones

- ✓ Ideal para propietarios que quieran maximizar la producción de su instalación de paneles solares y no preocuparse de los costos de mantenimiento.
- ✓ Ideal para viviendas que tienen cubiertas complicadas, como chimeneas, arboles a su alrededor y otros objetos que produzcan sombra.

10. Eficiencia energética

La eficiencia energética se refiere a la capacidad de utilización de la energía de manera más eficaz y productiva maximizando su rendimiento mientras se minimiza el desperdicio de energía.

La importancia de la eficiencia energética es significativa por varias razones.

1. **Ahorro económico:** Al reducir el consumo de energía se pueden reducir los costos en las facturas de energía eléctrica.
2. **Seguridad energética:** Al depender menos de fuentes de energía no renovables y reducir la demanda energética se fortalece la seguridad y autonomía energética.

3. **Impacto ambiental:** El uso eficiente de energía ayuda a reducir las emisiones de gas de efecto invernadero y otros contaminantes, contribuyendo a la mitigación del cambio climático.
4. **Mejora de la calidad de vida:** Los servicios eficientes energéticamente suelen ser más cómodos y seguros, mejorando la calidad de vida.

11. Ubicación del proyecto.

La ubicación de la infraestructura del edificio de UNI-POSGRADO, está situada al costado suroeste del edificio Rigoberto López Pérez, en el recinto Universitario Simón Bolívar, dicho edificio cuenta con dos plantas arquitectónicas, en las cuales en la primera planta está distribuida de la siguiente manera, un área de dirección, tres laboratorios de cómputo, una aula multiuso, un área de caja, un cuarto eléctrico y en la segunda planta cuenta con tres laboratorios de cómputo, tres aulas multiuso y una oficina de diseño.

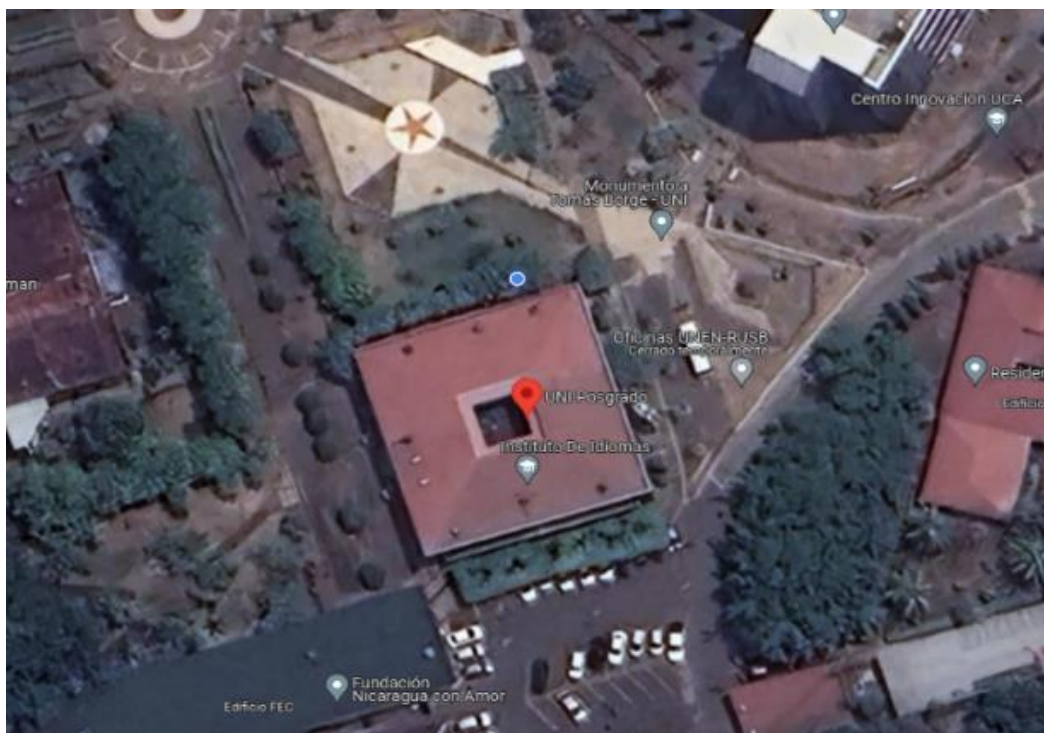


FIGURA 12 VISTA SATELITAL DE PUNTO DE PROYECTO

12. El clima y el tiempo promedio en todo el año en el sitio del proyecto

En el sitio de nuestro proyecto experimentamos variaciones climáticas significativas, caracterizadas por el clima tropical que prevalece en nuestro país. Durante los meses de marzo a mayo, experimentamos la temporada calurosa, con temperaturas máximas diarias que alcanzan un promedio de 34°C y mínimas de 24°C.

La temporada fresca abarca un periodo más extenso, extendiéndose por aproximadamente 4.6 meses desde septiembre hasta enero. Durante este tiempo las temperaturas máximas diarias no superan los 32°C. el mes más fresco en la región de Managua es enero, con una temperatura mínima promedio de 21°C y una máxima de 32°C. estas variaciones estacionales en las condiciones climáticas deben ser consideradas cuidadosamente en el diseño y la implementación de nuestro sistema híbrido de generación de energía eléctrica.

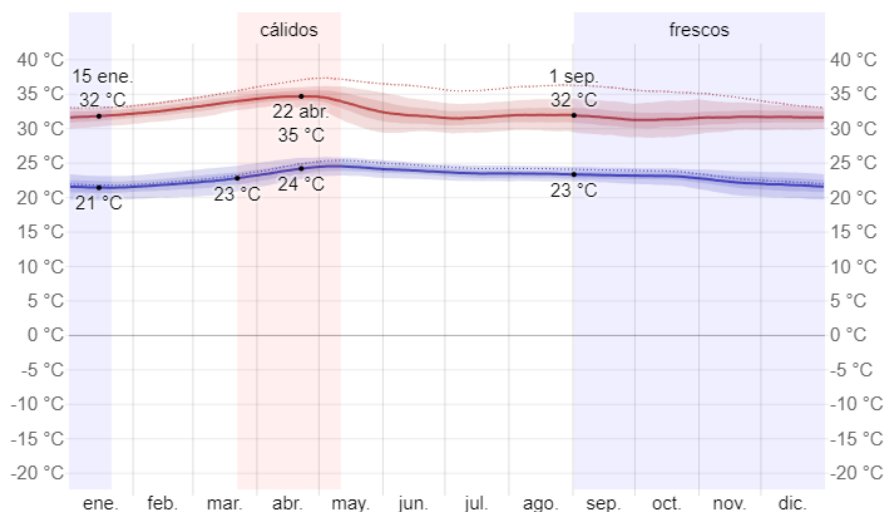


GRÁFICO 3 TEMPERATURAS DEL CLIMA

12.1 Condiciones meteorológicas

Las condiciones meteorológicas influyen en el funcionamiento de un sistema fotovoltaico, la radiación solar incidente y la temperatura afectan directamente a la tensión, intensidad y potencia generada por la misma y es conveniente saber cómo afectan estas condiciones en el comportamiento de una instalación solar.

La variable de "Radiación Incidente Promedio Mensual que incide en una superficie inclinada con inclinación hacia al ecuador, se mide en unidades de $\text{kWh/m}^2/\text{día}$, indica las horas pico del sol y se define como el tiempo en horas de una hipotética irradiancia solar constante de 1000 W/m^2 .

La variable de "Temperatura promedio del aire a 10 m sobre la superficie del suelo, se mide en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

Esta última variable es de suma importancia tomarla en cuenta, debido a que por cada grado de temperatura que aumente sobre los 25°C , la potencia de entrega del sistema solar disminuirá.

12.2 Ubicación optima de los paneles solares

La ubicación optima de los paneles solares es un factor determinante para su eficiencia y rendimiento, en primer lugar, es esencial considerar la orientación de los paneles solares, los cuales deben estar orientados hacia el sur en el hemisferio norte o hacia el norte en el hemisferio sur, para recibir la mayor cantidad de radiación solar a lo largo del día, también se debe tener en cuenta el ángulo de inclinación de los paneles, generalmente este ángulo de inclinación es similar a la latitud local, el cual es de 13° de inclinación.

13. Tecnologías disponibles en el mercado local

Se identificaron los paneles solares y los inversores de mayor capacidad para su mejor funcionamiento.

A continuación, se detallan las características de los paneles solares fotovoltaicos y los inversores que se seleccionaron.

- ✓ **Panel solar:** en nuestro caso optamos por un panel solar monocristalino, con una capacidad de 670 Watts y una eficiencia de 21.6%
- ✓ **Inversor:** seleccionamos un inversor trifásico de 150 KW, marca Growatt, con un rango de voltaje de 180V-1000V y una potencia nominal de 150,000W
- ✓ **Batería:** se seleccionó una batería de gel de ciclo profundo de 12V, con una capacidad de 200Ah y 1000 ciclos.

14. Estudio técnico del dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico

El estudio técnico es aquel que presenta la determinación del tamaño y determinación de la localización óptima de la estructura, análisis organizativo, administrativo y legal.

El análisis de la viabilidad financiera de un proyecto y el estudio técnico cumplen la función de proveer información para cuantificar el monto de la inversión y de los costos operativos.

Para realizar un dimensionamiento eficiente y de calidad del sistema solar fotovoltaico que proponemos emplear es necesario conocer tres datos fundamentales para su desarrollo.

- ✓ La cantidad de energía que se consume en el edificio de posgrado
- ✓ La cantidad de radiación solar en el lugar del proyecto
- ✓ Tecnologías existentes en el mercado local.

El trabajo da inicio realizando un censo de carga de los equipos que requieren electricidad en el edificio de posgrado, determinamos la potencia, las horas de funcionamiento diarias de los equipos consumidores de energía, para poder determinar su forma de uso indagamos los horarios laborales en los que operan dentro del edificio de UNI-POSGRADO.

De igual manera se realizará un estudio del nivel de radiación solar y temperatura en el área donde se encuentra ubicado el edificio. Concluyendo con la propuesta del sistema híbrido en función de obtener los beneficios antes mencionados como lo son la reducción en los costos de facturación, reducción de la demanda energética proveniente de los combustibles fósiles, reducción en el impacto ambiental y el promover las energías renovables.

Analizaremos la opción de diseñar un sistema híbrido fotovoltaico, conectado a la red comercial, con el objetivo de reducir los costos operativos y la dependencia de la energía proveniente de combustibles fósiles.

15. Estudio financiero

El estudio financiero o análisis económico dentro de la metodología de evaluación de proyectos, consiste en expresar en términos monetarios todas las determinaciones hechas en el estudio técnico. Así mismo se calcula la rentabilidad de la inversión en términos de los índices más utilizados, que son el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR), la relación beneficio costo (RBC) y el playback o periodo de recuperación de la inversión.

16. Diagnóstico energético del edificio de posgrado

Se realizó un diagnóstico energético en las instalaciones del edificio de UNI-POSGRADO, con el objetivo de establecer un inicio de partida de la situación actual del edificio, en el cual se estima el consumo energético en el edificio, una vez obtenido el resultado del diagnóstico energético obtuvimos el punto de partida para el dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico tipo híbrido.

16.1. Descripción del edificio y horarios de trabajo

El edificio de Posgrado de la Universidad Nacional de Ingeniería UNI, el cual está ubicado en el Recinto Universitario Simón Bolívar (RUSB), tiene una dimensión arquitectónica de 737 mtrs², el cual está distribuido de la siguiente manera, en la primera planta arquitectónica cuenta con un espacio de Caja, una bodega, tres laboratorios de cómputo, una aula multi uso, un cuarto eléctrico o de mantenimiento, un cuarto de limpieza y una oficina de Dirección, en la segunda planta arquitectónica está distribuida de la siguiente manera, tres laboratorios de cómputo, una bodega, una oficina de diseño, tres aulas multi uso.

El edificio como tal opera los 7 días de la semana, con un horario que se presentara a continuación:

Área	Días Operativos	Horario Matutino	Horario Vespertino	Horario Nocturno
Aulas	Sábado-Domingo	8:00 am a 12:00 md	1:00 pm a 5:00 pm	
Laboratorios	Lunes- miércoles Lunes-martes (únicamente 4 laboratorios) Sábado-Domingo	8:00 am a 12:00 md 8:00 am a 12:00 md	1:00 pm a 6:pm 1:00 pm a 5:00 pm	6:00 pm -8:00 pm
Oficinas	Lunes-Domingo	8:00 am a 12:00 md	1:00 pm a 5:00 pm	

TABLA 1 HORARIO EDIFICIO UNI-POST-GRADO

Se tomo como punto de estudio el edificio de UNI-POSGRADO, debido a que es una de las instalaciones dentro del Recinto Universitario, que siempre están operando, lo cual implica un consumo constante de energía a diferencia de las demás áreas de la universidad.

Los días de semana el personal administrativo labora en horario de 8:00 am a 6:00 pm, a diferencia del horario del personal de mantenimiento y conserjería que entran unas horas antes al horario antes mencionado.

16.2. Tamaño y capacidad del proyecto.

La determinación y análisis de este punto es crucial para la ejecución y evaluación del proyecto. Inicialmente, permite aproximar los costos de inversión necesarios para la implementación y puesta en marcha del proyecto, optimizando el aprovechamiento conforme al tamaño y capacidad requeridos. Estos dos aspectos, tamaño y capacidad, dependen principalmente de:

- ✓ El espacio disponible para la instalación de los paneles.
- ✓ El tipo de tecnología (capacidad de los paneles) a utilizar.

Consideramos en el caso de la presente propuesta del sistema solar fotovoltaico, el tamaño podría estar limitado por el área disponible para la instalación de los paneles solares, debido a que se identificaron 9 unidades de compresores de aires acondicionados, los cuales disminuyen el área aprovechable del techo para la instalación de paneles y representan fuentes de sombras para estos. Como bien mencionábamos anteriormente la infraestructura del techo del edificio de UNI-POSGRADO, cuenta con un área aprovechable de 737 m². en la cual únicamente alcanzan 237 placas fotovoltaicas, haciendo falta la cantidad de 488 placas por instalarse, en la parte de anexos presentamos la propuesta de perspectiva de como estaría distribuida preliminarmente la instalación de los paneles sobre la cubierta del techo del edificio.

Considerando el espacio disponible del parqueo el cual cuenta con un área de 891.51 M², realizamos la recomendación de ubicarán el excedente de placas fotovoltaicas en este caso la cantidad de 488 placas fotovoltaicas, en el parque contiguo al edificio de UNI-POSGRADO como cubierta de techo, de igual manera en la parte de anexos se mostrará una perspectiva de nuestra recomendación.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1 Censo de carga

El censo de carga de inmueble se puede realizar de dos maneras.

- ✓ A través de la recopilación de datos de los equipos consumidores de energía eléctrica.
- ✓ Por mediciones de los consumos de energía de los equipos instalados.

Al recopilar los datos de las placas o fichas técnicas de los equipos, se especifica lo siguiente.

Nombre del equipo, marca, modelo, voltaje, corriente, potencia, horas uso al día.

Con los datos obtenidos de las fichas técnicas de los equipos y las horas uso, basándonos en el horario laboral fueron calculados los consumos de energía de los equipos eléctricos existentes en el edificio, esto nos ayudara a dimensionar la propuesta del sistema solar fotovoltaico.

La primera parte fue el levantamiento del censo de carga el cual se muestra en la siguiente tabla:

De acuerdo a la tabla No.1 vemos que la demanda máxima de la carga sin factor de simultaneidad es de 161.5 kW.

Como segundo procedimiento tenemos y el más exacto fue basarnos en las mediciones en tiempo real obtenidas de la instalación de un equipo analizador de redes marca Fluke, instalado en el panel principal del edificio de postgrado durante el período del 7 de mayo de 2024 al 15 de mayo de 2024, las tablas de registros completos de datos se muestran en el anexo No.1 de este documento acá resumimos los resultados del período y sus gráficos representativos.

Resumen del período									
Detalle	7/5/2024	8/5/2024	9/5/2024	10/5/2024	11/5/2024	12/5/2024	13/5/2024	14/5/2024	15/5/2024
Potencia mínima kW	2.0	1.7	1.8	1.5	1.7	1.4	1.4	1.7	1.9
Potencia máxima kW	74.1	80.7	77.5	80.7	94.5	80.8	84.2	87.1	4.6
Energía kWh/día	92,958.2	610,561.1	1,325.5	2,020,046.5	2,845,522.1	3,647,131.4	4,346,265.6	5,201,947.3	537,853.6

TABLA 2 RESUMEN DEL PERIODO

Fuente Propia.

De esta tabla observamos que la demanda máxima de potencia es de 94.5 kW y que el registro máximo de energía del período corresponde al 14/05/2024 con un valor de 5,201,947.3 kWh/día. Los gráficos del período se muestran a continuación:

6.2 Procedimiento para el dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico

Para ello nos basaremos en los datos de potencia y energía obtenidos en los registros de medición en tiempo real de la tabla No.1, cuyos resultados fueron:

Potencia máxima 94.5 kW a este valor le agregaremos un porcentaje de crecimiento adicional de un 20% es decir:

$$\text{Potencia máxima} = 1.2 \times 94.5 \text{ kW} = 113.4 \text{ kW}$$

En el caso de la energía máxima tendremos:

$$\text{Energía} = 1.2 \times 5,201,947.3 \text{ kWh/día} = 6,242,336.8 \text{ kWh/día.} = 6,242,336,784 \text{ Wh/día.}$$

6.3 Cálculos del número de placas fotovoltaicas a requerir

Para ello nos basaremos en los valores medios de radiación solar en el sitio donde se ubica el edificio de postgrado.

El primer dato con que contamos para diseñar nuestro sistema solar será el mapa de radiación solar de Nicaragua, el cual obtenemos de la base de datos del Ministerio de Energías y Minas de Nicaragua (MEM).

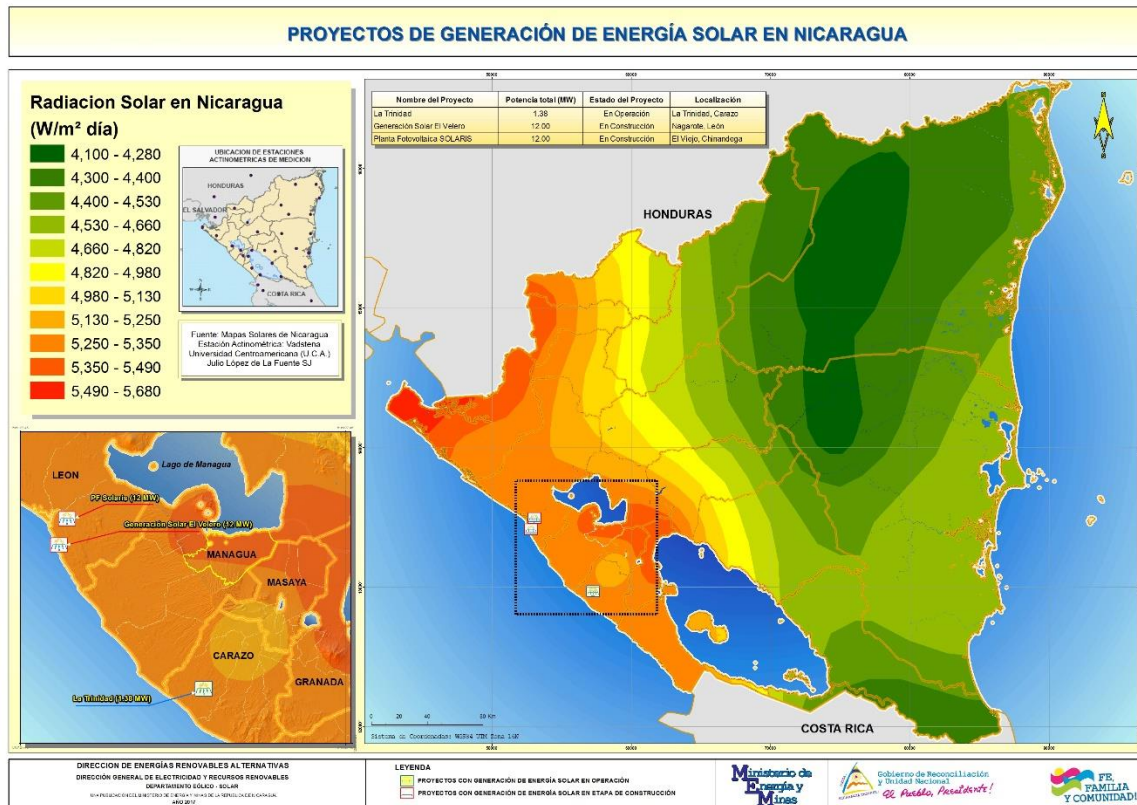


FIGURA 13 MAPA DE RADIACIÓN SOLAR

Fuente: https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2017/05/P-Sol_2017WEB_75dpi.jpg

En resumen, para el caso de la zona donde se ubica el edificio de posgrado, en Managua, el nivel de radiación solar es entre 5,350-5,400 W/m²-día.

Para el diseño tomaremos el valor crítico de 5,350 W/m²-día. Y a partir de este valor calculamos la hora solar pico, en este caso:

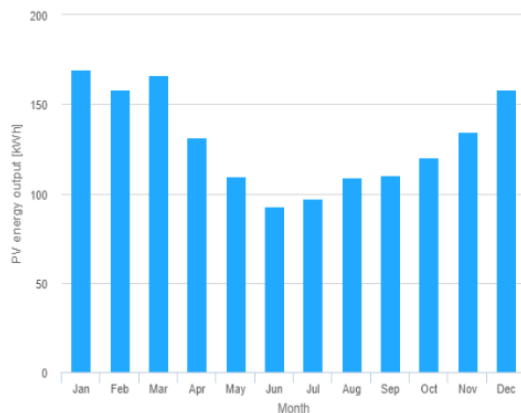
Las horas solares pico (HSP) es una unidad de medida de irradiación (energía) suponiendo una radiación constante de 1000 W/m². Por lo tanto, es una magnitud que se mide en «horas». Cuando hablamos de 1 hora de sol pico (HSP), nos referimos a la energía recibida por una radiación de 1000 W/m² durante 1 hora.

A continuación, también presentamos datos obtenidos para el departamento de Managua, de acuerdo con el mapa del sitio obtenidas de (PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM). También se obtuvo información mediante el uso del programa PVSYS, que es un programa gratuito para estudio de sistemas fotovoltaicos. Referidas al sitio web: JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) - European Commission (europa.eu)

Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E_m	H(i)_m	SD_m	
January	169.5	216.9	9.2	E_m: Average monthly electricity production from the defined system [kWh]. H(i)_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m ²]. SD_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].
February	158.0	204.4	5.8	
March	166.2	217.6	4.4	
April	131.6	175.2	4.8	
May	109.8	146.8	5.6	
June	93.0	124.4	3.4	
July	97.5	129.2	3.8	
August	109.0	144.9	3.4	
September	110.3	146.5	14.9	
October	120.3	159.0	14.7	
November	134.3	174.4	11.1	
December	158.4	202.3	11.0	

Monthly energy output from fix-angle PV system:



Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:

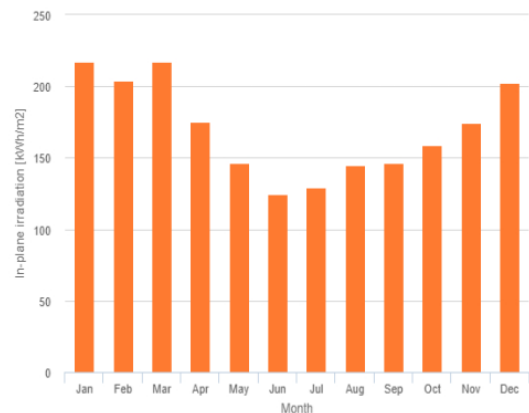


GRÁFICO 4 TEMPERATURA PROMEDIO ANUAL

En nuestro caso con el valor crítico considerado 5,350 W/m²-día, la hora solar pico HSP, corresponde a:

$$HSP = \frac{5,350 \text{ W/m}^2}{1000 \text{ W/m}^2} = 5.35$$

Para calcular el número de módulos o paneles solares es necesario conocer antes el consumo diario de energía, el cual calcularemos a partir de la demanda máxima de 113.4 kW y asumiremos las horas de trabajo del edificio desde las 7 am hasta las 8:45 pm, es decir 13.75 horas diarias,

Energía diaria = 113.4 kW x 13.75 h/día = 1,559.25 kWh/día. = 1,559,250 Wh/día.

Como en todo proceso de transformación y conversión de la energía, consideramos una eficiencia de todo el conjunto $\eta=0.75$, a partir de este valor calculamos la carga a suministrar por el sistema fotovoltaico, mediante la ecuación:

$Es = \frac{Wh/día}{\eta} = \frac{1,559,250 \frac{Wh}{día}}{0.75} = 2,079,000 \text{ Wh/día}$	(1)
---	--------------

Los paneles tienen que tener la capacidad de generar esa cantidad de energía, más las pérdidas asociadas como el convertir la energía de corriente directa a corriente alterna, para sacar la cantidad de energía al día en AC, se calcula dividiendo el consumo diario por la eficiencia del inversor.

Para garantizar que los paneles generen la energía necesaria se deben considerar primero como la temperatura influye en la producción de energía. Para ello tomaremos en cuenta los siguientes parámetros.

6.3.1 Hacer ajustes por efecto de temperaturas.

- ✓ Es decir, la temperatura de operación del módulo solar + 15° C.

- ✓ Caída de eficiencia de temperatura: (temperatura de operación del módulo solar – 25° C)
X 0.4%
- ✓ Factor de temperatura: 100% - caída de eficiencia de temperatura.

En este punto se necesita conocer el número de paneles solares para generar la energía demandada durante el día, multiplicando la potencia máxima del panel fotovoltaico por las horas solar diarias y por la eficiencia del panel fotovoltaico, la cual se estima con la ecuación:

$$N_p = \frac{E_s}{HSP \times \eta_m \times Pot./panel} \quad (2)$$

Como referencia utilizaremos paneles monocristalinos de 670 Watts.

 NEW CanadianSolar HiKu7 Mono PERC 640 W ~ 670 W CS7N-640 645 650 655 660 665 670MS MORE POWER 670 W Module power up to 670 W Module efficiency up to 21.6 %		ELECTRICAL DATA STC*	
		CS7N	640MS 645MS 650MS 655MS 660MS 665MS 670MS
		Nominal Max. Power (Pmax)	640 W 645 W 650 W 655 W 660 W 665 W 670 W
		Opt. Operating Voltage (Vmp)	37.5 V 37.7 V 37.9 V 38.1 V 38.3 V 38.5 V 38.7 V
		Opt. Operating Current (Imp)	17.07 A 17.11 A 17.16 A 17.20 A 17.24 A 17.28 A 17.32 A
		Open Circuit Voltage (Voc)	44.6 V 44.8 V 45.0 V 45.2 V 45.4 V 45.6 V 45.8 V
		Short Circuit Current (Isc)	18.31 A 18.35 A 18.39 A 18.43 A 18.47 A 18.51 A 18.55 A
		Module Efficiency	20.6% 20.8% 20.9% 21.1% 21.2% 21.4% 21.6%
		Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
		Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)
		Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 61730 1500V) or TYPE 2 (UL 61730 1000V) or CLASS C (IEC 61730)
		Max. Series Fuse Rating	30 A
		Application Classification	Class A
		Power Tolerance	0 ~ + 10 W

FIGURA 14 FICHA TÉCNICA DE PANELES SOLARES

Donde consideramos un rendimiento del módulo solar $\eta_m = 80\%$.

El número de paneles solares N_p , se calcula como:

$Np = \frac{Es}{HSP \times \eta_m \times Pot./panel} = \frac{2,079,000 \text{ Wh/día}}{5.35 \times 0.8 \times 670} = 725 \text{ paneles}$	(3)
---	--------------

Es decir, se requieren 725 paneles monocristalinos de 670 Watts.

6.3.2 Cálculos de la eficiencia del sistema

- ✓ Eficiencia del cableado X eficiencia del inversor X factor de temperatura.

Ajuste de W/día.

- ✓ W/día ajustado: (la energía necesaria por día en AC) / (Horas pico solares x eficiencia del sistema)
- ✓ Cálculos de numero de inversores.
- ✓ Para calcular el número de inversores, es necesario conocer el voltaje de entrada al inversor en corriente continua y la potencia demandada por las cargas, también se requiere calcular el voltaje y la corriente generada en el punto de máxima potencia de funcionamiento de los paneles solares.
- ✓ El voltaje de máxima potencia que ofrece el generador fotovoltaico (VMP total), se obtiene multiplicando el valor del voltaje de máxima potencia (VMP) de cada panel por el número de paneles conectados en serie (N serie) en cada ramal del generador.
- ✓ VMP total: $V_{mp} * N \text{ serie}$.
- ✓ Para el cálculo de la corriente que suministra el generador fotovoltaico cuando proporciona la máxima potencia (IMP total), se multiplica la intensidad de corriente máxima (IMP) en el punto de máxima potencia o potencia pico del módulo instalado por el número de paneles colocados en paralelo (N paralelo) o ramales, es decir.

✓ $IMP\ total = Imp \cdot N\ paralelo$

✓ En cuanto a la potencia nominal que debe tener el inversor, se debe tener en cuenta que éste debe satisfacer la potencia máxima prevista de consumo instantáneo, que constituye el consumo del edificio, incrementado en al menos un 35% para tener en cuenta los "picos de arranque" que generan algunos electrodomésticos, como aires acondicionados, que hacen aumentar su potencia nominal durante su puesta en marcha. La potencia nominal del inversor (P_{inv}) deberá ser la calculada por la siguiente expresión:

✓ $P_{inv} = 1.35 \cdot PAC$

✓ Un inversor de onda senoidal pura es del tipo (PWM) debido a su descripción de onda senoidal proporcionada por la red eléctrica y en consecuencia es la mejor opción para alimentar los equipos eléctricos y electrónicos actuales. Así que nuestro equipo a seleccionar debe cumplir con esta característica de poseer una onda senoidal pura.

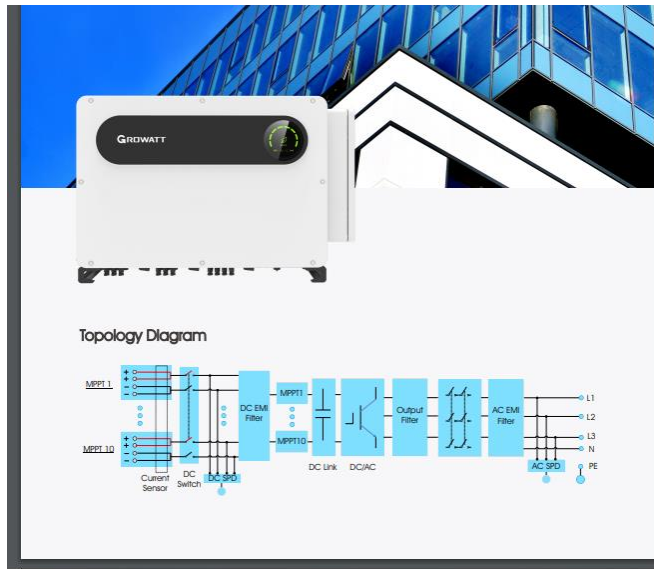
✓ Potencia de cálculo del inversor:

Para calcular la potencia del inversor consideramos que su potencia pico será igual a la cantidad de paneles ya calculados por la potencia de cada unidad de panel solar, es decir:

$P_{inv} = N_p \times Watts/por\ panel.$	(4)
--	-------

✓ $P_{inv} = 405\ paneles \times 670\ Watts/panel = 271,350\ Watts = 271.35\ kW$, a este valor le agregamos un factor de seguridad de 10% adicional a fin de garantizar una falta de capacidad por sub-dimensionamiento, que nos daría una potencia del inversor de $P_{inv} = 1.1 \times 271.35\ kW = 298.485\ kW$

- ✓ En este caso seleccionamos un inversor trifásico: de 150 kW



Primary Specification

Hoja de datos	MAX 125KTL3-X MV	MAX 136KTL3-X MV	MAX 150KTL3-X MV
Datos de entrada (CD)			
Máxima potencia PV recomendada (STC)	187500W	204000W	204000W
Máximo voltaje CD		1100V	
Voltaje de arranque		195V	
Voltaje nominal		720V	
Rango de voltaje de MPPT		180V-1000V	
Número de MPPTs		10	
Cadenas por MPPT		2	
Máxima corriente por MPPT		32A	
Corriente de corto circuito por MPPT		40A	
Salida (CA)			
Potencia nominal CA	125000W	136000W	150000W
Potencia aparente máxima	137500VA	149600VA	165000VA
Voltaje nominal CA (Rango*)		277V/480V 408-528VAC	
Frecuencia de red CA (Rango*)		50/60 Hz (45-55Hz/55-65 Hz)	

FIGURA 15 FICHA TÉCNICA DE INVERSOR TRIFÁSICO

6.3.3 Cálculos de numero de módulos solares

- ✓ Numero de módulos solares: $(W/\text{días ajustados}) / (\text{potencia de operación del módulo})$

Cálculos de módulos en paralelo y serie.

- ✓ Módulos en serie: (números de módulos solares) / (módulos en paralelo)

De la hoja de datos técnicos del inversor, este tiene un rango de voltaje de operación entre 180-1000 voltios, por lo que la agrupación de paneles serie debe estar en este rango de voltaje del inversor.

Como el voltaje máximo de los paneles seleccionados es de 38.7 Voltios.

Se determina la cantidad de paneles en serie para no exceder el voltaje del inversor que es de 1000 Voltios como:

$N_s = \frac{\text{Voltaje max Inversor}}{\text{Voltaje por panel}}$	(5)
--	-------

$$N_s = \frac{1000 \text{ Vdc}}{38.7 \text{ Vdc}} = 25$$

- ✓ Módulos en paralelos: (W/días ajustados/voltaje del sistema) / (potencia de operación del módulo / voltaje del módulo)

Se calculan con la ecuación:

$N_p = \frac{N_T}{N_S}$	(6)
-------------------------	-------

Donde:

N_p : Número de paneles en paralelo.

N_T : Número total de paneles.

N_S : Número de módulos en serie.

$$N_p = \frac{725}{25} = 29$$

6.4 Cálculo del Sistema Regulador.

Al realizar el cálculo del regulador se hace con el objetivo de controlar los procesos de carga y descarga de la batería y poder proteger el sistema fotovoltaico, tomamos como datos la corriente de cortocircuito del módulo fotovoltaico $ISC = 18.55 \text{ A}$, número de paneles, potencia y eficiencia del inversor.

Corriente de entrada al Regulador utilizaremos la ecuación:

$I_n = 1.25 ISC \times N_p$	(7)
-----------------------------	-------

$$I_n = 1.25 \times 18.55 \text{ A} \times 725 = 16,810.93 \text{ A}$$

Y la corriente de salida del regulador se calcula como:

$I_{sal} = \frac{\frac{P_{inv}}{\eta_{inv}}}{V_{SB}}$	(8)
---	-------

Donde:

I_{sal} : Corriente de salida del regulador.

P_{inv} : Potencia del inversor.

η_{inv} : Eficiencia del inversor.

V_{SB} : Voltaje del Sistema de Baterías.

$$I_{sal} = \frac{\frac{150000}{0.9}}{120} = 1388.9 \text{ A}$$

6.5 Cálculo del banco de baterías

Para determinar la capacidad del banco de baterías, utilizaremos la siguiente ecuación:

$C_{SB} = \frac{E_{CM} \times D_{AUT}}{V_{SB} \times MPD}$	(9)
--	-------

Donde:

C_{SB} : Capacidad del Sistema de Baterías.

E_{CM} : Energía de Consumo Máximo.

D_{AUT} : Días de Autonomía.

V_{SB} : Voltaje del Sistema de Baterías.

MPD : Máxima profundidad de Descarga =70%

$$C_{SB} = \frac{2,079,000 \text{ Wh} \times 8 \text{ horas}}{120 \text{ V} \times 0.7} = 198,000 \text{ Ah}$$

Calcularemos el número de baterías en serie con la ecuación:

$N_s = \frac{V_{SB}}{V_B}$	(10)
----------------------------	--------

Donde:

N_s : Número de baterías en serie.

V_{SB} : Voltaje del Sistema de Baterías

V_B : Voltaje de la Batería.

$$N_s = \frac{120 \text{ VDC}}{12 \text{ VDC}} = 10$$

Y el número de baterías en paralelo se calcula como:

$N_p = \frac{C_{SB}}{C_B}$	(11)
----------------------------	--------

Donde:

C_{SB} : Capacidad del Sistema de Baterías.

C_B : Capacidad de la Batería.

$$N_p = \frac{198,000 \text{ Ah}}{200 \text{ Ah}} = 99$$

Utilizaremos como propuesta el siguiente modelo de batería:



Información Básica.

No. de Modelo.	12V200AH
Recargable	Recargable
ciclos	50% dod 1000cycles
servicio oem/oem	aceptable
certificado	ce/ tlc/iso9001/sgs
Especificación	522*240*216*240MM

FIGURA 16 FICHA TÉCNICA DE BATERÍA

6.6 Cableado y protecciones

Para el cálculo de las secciones de los cables conductores y de las protecciones se distinguirá entre la parte de la instalación que funciona en continua (directa) y la parte de la instalación que funciona en corriente alterna. Cada uno de los tramos que componen la instalación poseerá una sección

diferente de los conductores debido a que la intensidad de corriente que circula por cada uno de ellos será diferente dependiendo los equipos que se interconecten.

Los elementos de protección en corriente continua son de vital importancia evitando el daño desde módulos fotovoltaicos, conductores, elementos electrónicos como regulador e inversor es por eso que deben cumplir con especificaciones técnicas que aseguren la correcta protección del sistema evitando daños al ser humano. Al estar conectados nuestros paneles en paralelo por medio de conectores especiales hacia la caja de elementos se conoce que la corriente de cortocircuito en paralelo se duplicará llegando a superar los 25 A es por esto que se propone una caja de paso con una protección de alta definición de 25 A MARCA Schneider Electric IC60N.



Alternating current (AC) 50/60 Hz					
Breaking capacity (Icu) according to IEC/EN 60947-2					
	Voltage (Ue)				
Ph/Ph (2P, 3P, 4P)	12 to 133 V	220 to 240 V	380 to 415 V	440 V	
Ph/N (1P, 1P+N)	12 to 60 V	100 to 133 V	220 to 240 V	-	
Rating (In)	0.5 to 4 A	50 kA	50 kA	50 kA	25 kA
	6 to 63 A	36 kA	20 kA	10 kA	6 kA
					100 % of Icu
					75 % of Icu
Breaking capacity (Icn) according to IEC/EN 60898-1					
	Voltage (Ue)				
Ph/Ph	400 V				
Ph/N	230 V				
Rating (In)	0.5 to 63 A				
	6000 A				
Direct current (DC)					
Breaking capacity (Icu) according to IEC/EN 60947-2					
	Voltage (Ue)				
Between +/-	12 to 60 V	<= 72 V	<= 125 V	<= 180 V	<= 250 V
Number of poles	1P		2P	3P	4P
Rating (In)	0.5 to 63 A	15 kA	10 kA	10 kA	10 kA
					100 % of Icu

FIGURA 17 FICHA TÉCNICA DE TERMOMAGNÉTICOS

Fuente: https://download.schneiderelectric.com/files?p_Doc_Ref=DB123060_Acti9_IC60N_Katalog&p_enDocType=Catalog&p_File_Name=Acti9+IC60N+Katalog+Indonesia.pdf

Instalación en corriente continua o directa (CC/DC)

Los circuitos en corriente continua se van a componer de dos conductores, positivo y negativo, en conductores de cobre con un aislamiento de 0,6/1kv y con una cubierta de PVC, para los cálculos de los distintos tramos por donde circula la corriente continua se empleará la siguiente ecuación.

$$S = \frac{2 * L * I}{\Delta V * C}$$

$$\Delta V * C$$

✓ S: sección del conductor en mm².

✓ L: longitud del cable del conductor.

✓ I: intensidad de corriente máxima que circula por el conductor, en A.

✓ ΔV : caída de tensión máxima permitida en los conductores como máximo 1,5%

✓ C: conductividad del material que forma el conductor, en nuestro caso el conductor a utilizar es de cobre, cuya conductividad es de 20°C, 56m/Ω * mm²

Como el voltaje del arreglo serie de los paneles solares tendrá un voltaje de $V_s = 28 \times 35.48$ V = 993.4 V y para un límite de caída de tensión del 1.5% tendríamos (1.5% x 993.4 V = 14.9 V).

Como tenemos una agrupación de cincuenta y ocho (58) ramas en paralelo de 28 paneles en serie, la corriente total para el cálculo del conductor será:

$$I = 58 \times 8.47 \text{ A} = 491.26 \text{ A}$$

Instalación en corriente alterna (AC)

Se va a componer de dos conductores los cuales son fase y neutro, desde la salida del inversor hasta la entrada del panel eléctrico con un tramo monofásico, con un conductor de protección de cobre con una tensión nominal de 0,6/1kv, para los cálculos de los distintos tramos por donde circula la corriente alterna monofásica, emplearemos la siguiente ecuación.

$$S = \frac{2 * P * L}{\Delta V * C * V}$$

$$\Delta V * C * V$$

- ✓ S: sección del conductor en mm²
- ✓ P: potencia máxima que transportara el cable en W.
- ✓ L: longitud del conductor
- ✓ ΔV : caída de tensión máxima permitida en el conductor de corriente alterna con un máximo del 2%
- ✓ C: conductividad del material del conductor en este caso de cobre, cuya conductividad es de 30°C, 54m/ $\Omega \cdot \text{mm}^2$.
- ✓ V: tensión de línea en la red interior del edificio, mostrada en voltios (V)

Antes de seleccionar cualquier sección antes mencionada, es necesario verificar que la intensidad admisible del cable que se utilice tiene que ser superior a la intensidad de corriente, que pase por dicho tramo.

La intensidad de corriente que circula desde el inversor hasta la entrada principal del panel eléctrico del edificio, vendrá dada por la siguiente formula válida para la corriente alterna monofásica.

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$$

$$V \cdot \cos \varphi$$

- ✓ P: potencia máxima a transportar por el conductor y consumida por el edificio, este valor debe coincidir, con la potencia alterna máxima que puede entregar el inversor seleccionado a su salida.
- ✓ V: es la tensión de línea de la red interior del edificio, que coincidirá con la tensión nominal de salida del inversor.
- ✓ $\cos \varphi$: factor de potencia, para las instalaciones solares fotovoltaicas

Por lo tanto, la sección del conductor será bajo una longitud de 20 mts:

$$S = \frac{2I\rho L}{\Delta V} = \frac{2 \times 491.26 \times 0.0172 \times 20}{14.9 V} = 22.68 \text{ mm}^2$$

Usamos el conductor Tecsun H1Z2Z2-K, de 25 mm².

TECSUN H1Z2Z2-K 1,5 kV						
Conductor cross-section mm ²	Outer diameter min. mm	Outer diameter max. mm	Bending radius, fixed min. mm	Weight approx. Kg/km	CPR fire class	DoP number
1x1,5	4.4	5.0	15	40	Eca	1007351
1x2,5	4.8	5.4	17	50	Eca	1007351
1x4	5.3	5.9	18	70	Eca	1007351
1x6	5.8	6.4	20	80	Eca	1007351
1x10	7.0	7.6	23	130	Eca	1007351
1x16	9.0	9.8	30	200	Eca	1007351
1x25	10.4	11.2	34	290	Eca	1007351
1x35	11.7	12.5	50	400	Eca	1007351

TABLA 3 CONDUCTORES DC SOLAR

Fuente: <https://f.nordiskemedier.dk/26j9cp36ef3jb6ma.pdf>

6.7 Caída de tensión de los cables en corriente alterna.

El conductor a diseñar se emplea para conectar el inversor con la carga del edificio de postgrado.

Partiendo de los siguientes datos de salida del inversor proporcionados por la ficha técnica del inversor:

Salida (CA)			
Potencia nominal CA	125000W	136000W	150000W
Potencia aparente máxima	137500VA	149600VA	165000VA
Voltaje nominal CA (Rango*)	277V/480V 408-528VAC		
Frecuencia de red CA (Rango*)	50/60 Hz (45–55Hz/55-65 Hz)		
Corriente máxima de salida	165.4A	179.9A	198.5A
Factor de potencia nominal/ ajustable	>0.99 / +0.8 ... -0.8		
Distorsión armónica total	<3%		
Tipo de conexión CA	3W+PE		
Eficiencia			

FIGURA 18 FICHA TÉCNICA DE CONDUCTORES

Corriente máxima: 198,5A

Potencia nominal: 12000W

Tensión nominal 240V

Longitud de tramo de corriente alterna: 15 metros

Como limitaremos la caída de voltaje a un 5% del voltaje nominal (5%240 V=12V)

tendremos:

$$S = \frac{2I\rho L}{\Delta V} = \frac{2 \times 198.5 \times 0.0172 \times 15}{12 V} = 8.54 mm^2$$

En este caso usamos la sección mínima de 8.54 mm².

CABLE VIAKON® THWN-2/THHN 600 V									
Calibre		Número de hilos	Espesor nominal del aislamiento	Espesor nominal de nylon	Diámetro exterior aproximado	Peso total aproximado	Capacidad de conducción de corriente* Amperes		
AWG	mm ²						60°C	75°C	90°C
14	2.08	19	0.38	0.10	2.9	2.9	20	20	25
12	3.31	19	0.38	0.10	3.4	3.4	25	25	30
10	5.26	19	0.51	0.10	4.3	4.3	30	35	40
8	8.36	19	0.76	0.13	5.7	5.7	40	50	55

TABLA 4 CONDUCTORES

Fuente:

<https://www.guatemcompras.gt/ofertas/files/2267/2741%40SEGUNDA%20PARTE%20FICHAS%20TECNICAS%20NOG%2011334894.PDF>

7. ANÁLISIS FINANCIERO

Costos de Inversión, Ingresos y gastos.

Para el caso de la evaluación financiera, se consideraron los aspectos costos de inversión, ahorros en facturación de la energía con el uso del sistema solar.

A partir de la propuesta de diseño del sistema híbrido, determinamos todos los equipos necesarios a instalarse para esta propuesta, de tal manera que a continuación detallamos los costos referenciales de inversión, en el anexo de este documento se listan las referencia de donde se obtuvieron estos costos:

Paneles Solares		Estructuras de montaje Paneles Solares	
Costo Unitario	\$180.00	Costo Unitario	\$9.38
Cantidad	725	Cantidad	725
Costo Total =	\$130,500.00	Costo Total =	\$6,800.50
Conexionado y cableado		Inversor solar híbrido con regulador de carga integrado	
Costo Unitario	\$120.00	Costo Total =	\$2,440.00
Cantidad	725		
Costo Total =	\$87,000.00		
BATERIAS		TOTAL INVERSION	
Costo Unitario	\$140.00		
Cantidad	99		
Costo Total =	\$13,860.00		

TABLA 5 COSTOS FIJOS DE INVERSIÓN

De esta manera vemos que la inversión total que se requiere en equipos y montaje es de \$240,600.50. Doscientos cuarenta mil seis sientos con cincuenta centavos dólar con 10/100

Dado que se generará con energía renovable esperamos entonces tener ahorros equivalentes a la facturación que se tendría con la energía comercial, en la tabla siguiente se ha hecho el cálculo de la facturación comercial en la tarifa general mayor T2 E para la época de invierno.

	Pliego aplicado Mayo 2024				
GENERAL MAYOR	T-2E	TARIFA DISCRIMACION HORARIA			U\$
Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (Establecimientos comerciales, oficinas publicas y privadas, etc...)	Energía (C\$/kWh)	Verano Punta	10.3991		0.2839
		Invierno Punta	10.0677		0.2749
		Verano Fuera de Punta	7.1861		0.1962
		Invierno Fuera de Punta	6.9450		0.1896
	Demanda de Potencia (C\$/kW-mes)	Verano Punta		1045.1413	28.5368
		Invierno Punta		652.7073	17.8217
		Verano Fuera de Punta		0.0000	0.0000
		Invierno Fuera de Punta		0.0000	0.0000
	Tarifa de energía				
	Energía		Tarifa \$/kWh	Mensual	Anual
	KWh/día	2,079.00			
	KWh/mes	63,201.60	0.2749	\$17,373.57	\$208,482.81
			Tarifa \$/kW		
	Potencia kW	94.5	17.8217	\$1,684.15	\$20,209.81
			Total \$	\$19,057.72	\$228,692.62

TABLA 6 FACTURACIÓN DE ENERGÍA

Y se ha calculado un valor mensual equivalente en dólares a U\$ 19,057.72 y anualmente de U\$ 228,692.62.

Al consumo energético de 2,079,000 Wh/día convertido a kWh = 2,079.00 y si lo multiplicamos por 365 días por año obtenemos 758,835.00 kWh/año.

Para calcular las emisiones asociadas, debe aplicarse un factor de emisión de CO₂ atribuible al suministro eléctrico, también conocido como mix eléctrico (g de CO₂/kWh)– que representa las emisiones asociadas a la generación eléctrica conectada a la red nacional necesaria para cubrir el consumo, cuyo valor es de 181 g de CO₂/kWh., hacemos el cálculo:

La emisión calculada bajo el consumo energético anual de 758,835.00 kWh/año son de:

Emisiones de CO₂ = 758,835.00 kWh/año x 181 g de CO₂/kWh = 137,349,135 g de CO₂.

Ahora consideremos el sistema utilizando la energía renovable, en este caso asumiremos que el uso de la energía comercial es del 10% sólo de la energía comercial y que el 90% lo produce y abastece la carga el sistema renovable, es decir.

Energía comercial = 10% 758,835.00 kWh/año = 75,884 kWh/año

Que equivalen a emisiones de CO₂:

Emisiones de CO₂ = 75,884.00 kWh/año x 181 g de CO₂/kWh = 13,734,913.5 g de CO₂.

Es decir, hay una reducción de emisiones de CO₂ de:

Reducción = 137,349,135 g de CO₂ - 13,734,913.5 g de CO₂ = 123,614,221.5 g de CO₂

Que equivalen a 123,614,221.5 CO₂Ton /año.

La depreciación de equipos se muestra en la siguiente tabla:

PANELES SOLARES	\$130,500.00
Vida útil años	15
Depreciación	\$8,700.00
BATERIAS	\$13,860.00
Vida útil años	15
Depreciación	\$924.00
INVERSOR	\$2,440.00
Vida útil años	15
Depreciación	\$162.67
TOTAL DEPRECIAC	\$9,786.67

TABLA 7 DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS

Y el flujo neto corresponde a:

DETALLE	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
COSTOS FIJOS	\$240,600.50															
COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		\$4,812.01	\$4,812.01	\$4,812.01	\$4,812.01	\$4,812.01	\$4,812.01	\$4,812.01	\$4,812.01	\$4,812.01	\$4,812.01	\$4,812.01	\$4,812.01	\$4,812.01	\$4,812.01	\$4,812.01
SUB-TOTAL EGRESOS	\$240,600.50	\$4,812.01	\$4,812.01	\$4,812.01	\$4,812.01	\$4,812.01	\$4,812.01	\$4,812.01	\$4,812.01	\$4,812.01	\$4,812.01	\$4,812.01	\$4,812.01	\$4,812.01	\$4,812.01	\$4,812.01
AHORRO POR CONEXIÓN AL SISTEMA RENOVABLE		\$228,692.62	\$228,692.62	\$228,692.62	\$228,692.62	\$228,692.62	\$228,692.62	\$228,692.62	\$228,692.62	\$228,692.62	\$228,692.62	\$228,692.62	\$228,692.62	\$228,692.62	\$228,692.62	\$228,692.62
DEPRECIACION		\$9,786.67	\$9,786.67	\$9,786.67	\$9,786.67	\$9,786.67	\$9,786.67	\$9,786.67	\$9,786.67	\$9,786.67	\$9,786.67	\$9,786.67	\$9,786.67	\$9,786.67	\$9,786.67	\$9,786.67
SUB-TOTAL INGRESOS		\$228,692.62	\$228,692.62	\$228,692.62	\$228,692.62	\$228,692.62	\$228,692.62	\$228,692.62	\$228,692.62	\$228,692.62	\$228,692.62	\$228,692.62	\$228,692.62	\$228,692.62	\$228,692.62	\$228,692.62
FLUJO NETO	-\$240,600.50	\$214,093.94	\$214,093.94	\$214,093.94	\$214,093.94	\$214,093.94	\$214,093.94	\$214,093.94	\$214,093.94	\$214,093.94	\$214,093.94	\$214,093.94	\$214,093.94	\$214,093.94	\$214,093.94	\$214,093.94
TASA DE DESCUENTO	10%															
PERIODO DE EVALUACION	15	años														
VALOR ACTUAL NETO	\$1,387,815.04															
TIR	89%															

TABLA 8 FLUJO NETO

A partir de los costos de inversión, ingresos y gastos indicados anteriormente presentamos la siguiente tabla del flujo financiera, donde evaluamos la rentabilidad del proyecto a través del valor actual neto, la TIR y el período de recuperación de la inversión, en nuestro caso hemos considerado una tasa del descuento del 10% conforme la tasa impuesta por el sistema bancario nacional y un período de evaluación de 15 quince años de acuerdo a la vida útil de los equipos.

PERIODO DE RECUPERACION DE LA INVERSION				
DETALLE	0	1	2	3
FLUJO NETO	-\$240,600.50	\$214,093.94	\$214,093.94	\$214,093.94
ACUMULADO		\$214,093.94	\$428,187.88	\$642,281.82
PERIODE RECUPERACION	1.71	años		

TABLA 9 RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

Como resultado se obtuvo un valor actual neto VAN de 1,387,815.04 el cual es mayor que cero y refleja la rentabilidad del proyecto. En el caso de la tasa interna de retorno se obtuvo un valor del 89%, valor que es superior al 10% de la tasa de descuento, por lo cual se considera un proyecto rentable Y en caso del tiempo de recuperación del proyecto es de 1.71 años.

8. CONCLUSIÓN

La propuesta de implementar un sistema solar fotovoltaico híbrido en el edificio de posgrados de la Universidad Nacional de Ingeniería ha demostrado ser tanto factible como beneficiosa. Además de reducir la dependencia del consumo eléctrico derivado de combustibles fósiles, este sistema tiene la capacidad de producir y abastecer el 100% de la demanda energética del edificio a través de una fuente de energía completamente limpia y renovable.

Se llevó a cabo un diagnóstico del sistema eléctrico, la eficiencia energética y las condiciones generales del edificio. El análisis reveló que el sistema eléctrico cumple con todos los requisitos establecidos por el Código Nacional Eléctrico. En cuanto a la eficiencia energética, se proporcionó una serie de recomendaciones al personal administrativo del edificio, enfatizando la importancia del uso adecuado de la energía eléctrica. Estas recomendaciones buscan optimizar el consumo energético y fomentar prácticas sostenibles, contribuyendo así a la reducción del impacto ambiental y a la mejora del rendimiento energético del edificio.

Al completar el dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico y realizar un estudio sobre la reducción de costos en la facturación eléctrica para la Universidad Nacional de Ingeniería, se lograron reducciones significativas. Específicamente, se proyectó una disminución anual de \$228,692.62 en la facturación eléctrica, lo cual representa un aporte considerable para la institución.

Se realizó una evaluación técnica-económica y ambiental a la implementación del sistema fotovoltaico en la cual los resultados de la evaluación concluyeron que es una propuesta rentable con un periodo de recuperación de la inversión de 1.71 años y haciendo un aporte de 1.6 millones de gramos de Co₂.

Determinamos la configuración óptima de los equipos eléctricos y electrónicos, incluyendo paneles fotovoltaicos, baterías e inversores, con el objetivo de no sobrepasar los valores máximos de cada uno de los componentes. Esto garantiza una mayor eficiencia y desempeño del sistema en su conjunto.

8. RECOMENDACIONES

- ✓ Antes de proceder con el montaje del sistema fotovoltaico, se recomienda realizar un estudio detallado de la estructura del techo para garantizar que pueda soportar la cantidad de paneles a instalar. Esta evaluación es crucial para asegurar la seguridad y la integridad del edificio, evitando posibles daños o problemas estructurales.
- ✓ Además, se recomienda remover las 9 unidades de condensadores de aire acondicionado situadas en el techo del edificio, ya que estas reducen el área disponible para los paneles solares y crean sombras que afectan su eficiencia. Posteriormente, se sugiere reubicar estos condensadores a un costado del edificio o en la parte baja de la primera planta arquitectónica. Esta medida maximizará el espacio utilizable y mejorará el rendimiento del sistema fotovoltaico.
- ✓ Debido a la cantidad de espacio disponible en metros cuadrados, el edificio de posgrados de la UNI permite la instalación de 237 paneles fotovoltaicos en su techo. Sin embargo, para alcanzar la cantidad total necesaria de 725 paneles, aún faltan 488 por instalar. Por ello, se recomienda utilizar el estacionamiento contiguo al edificio como una segunda área para la instalación de los paneles restantes

10. BIBLIOGRAFÍA

- ((<https://energiayminas.mem.gob.ni/Generacion>, s. (s.f.).
((<https://energiayminas.mem.gob.ni/Generacion>, s.f.). Obtenido de
((<https://energiayminas.mem.gob.ni/Generacion>, s.f.).
- ((https://www.gem.wiki/Perfil_energ%C3%A9tico:_Nicaragua, s. (s.f.).
((https://www.gem.wiki/Perfil_energ%C3%A9tico:_Nicaragua, s.f.). Obtenido de
((https://www.gem.wiki/Perfil_energ%C3%A9tico:_Nicaragua, s.f.).
- ((<https://www.enatrel.gob.ni/matriz-de-generacion-2022/>, s. (s.f.).
((<https://www.enatrel.gob.ni/matriz-de-generacion-2022/>, s.f.). Obtenido de
((<https://www.enatrel.gob.ni/matriz-de-generacion-2022/>, s.f.).
- ((https://www.gem.wiki/Perfil_energ%C3%A9tico:_Nicaragua, s. (s.f.).
((https://www.gem.wiki/Perfil_energ%C3%A9tico:_Nicaragua, s.f.). Obtenido de
((https://www.gem.wiki/Perfil_energ%C3%A9tico:_Nicaragua, s.f.).
- (([https://www.ucipfg.com/Repositorio/MIA/MIA-01/BLOQUE-
ACADEMICO/Unidad2/lecturas/Capitulo_del_Estudio_Tecnico.pdf](https://www.ucipfg.com/Repositorio/MIA/MIA-01/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad2/lecturas/Capitulo_del_Estudio_Tecnico.pdf), s. (s.f.).
(([https://www.ucipfg.com/Repositorio/MIA/MIA-01/BLOQUE-
ACADEMICO/Unidad2/lecturas/Capitulo_del_Estudio_Tecnico.pdf](https://www.ucipfg.com/Repositorio/MIA/MIA-01/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad2/lecturas/Capitulo_del_Estudio_Tecnico.pdf), s.f.). Obtenido de
(([https://www.ucipfg.com/Repositorio/MIA/MIA-01/BLOQUE-
ACADEMICO/Unidad2/lecturas/Capitulo_del_Estudio_Tecnico.pdf](https://www.ucipfg.com/Repositorio/MIA/MIA-01/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad2/lecturas/Capitulo_del_Estudio_Tecnico.pdf), s.f.).
- Abella, M. A. (2005). *Sistemas Fotovoltaico. Introduccion al Diseño y dimensionado de instalaciones de energias solar fotovoltaica.*

Algarin, C. A. (2011). *Sistemas Híbrido: Una Estrategia Para Mejorar La Eficiencia En Los Paneles Solares*. Obtenido de file:///C:/Users/50587/Downloads/manfred,+Articulo+07+Vol+7+N+12-13.pdf

ENATREL. (2022). *ENATREL*. Obtenido de (<https://www.enatrel.gob.ni/matriz-de-generacion-2022/>, s.f.)

Enel. (2024). Obtenido de [https://enel.gob.ni/nicaragua-brilla-con-mas-proyectos-de-energia-solar/#:~:text=Actualmente%2C%20el%20pa%C3%ADs%20cuenta%20con,Island%20con%202.5%20\(MW\)](https://enel.gob.ni/nicaragua-brilla-con-mas-proyectos-de-energia-solar/#:~:text=Actualmente%2C%20el%20pa%C3%ADs%20cuenta%20con,Island%20con%202.5%20(MW))

Energías Inteligentes. (28 de 05 de 2014). Obtenido de <http://www.energiasinteligentes.com/noticias/9/sistemas-hibridos-principio-de-funcionamiento-y-preguntas-frecuentes#:~:text=Un%20sistema%20fotovoltaico%20solar%20h%C3%ADbrido,forma%20ambas%20fuentes%20de%20Energ%C3%ADa>.

file:///C:/Users/50587/Downloads/manfred, +.-1. (s.f.).
<file:///C:/Users/50587/Downloads/manfred,+Articulo+07+Vol+7+N+12-13.pdf>.
 Obtenido de file:///C:/Users/50587/Downloads/manfred,+Articulo+07+Vol+7+N+12-13.pdf.

<https://energiayminas.mem.gob.ni/Generacion>. (s.f.).
<https://energiayminas.mem.gob.ni/Generacion>. Obtenido de <https://energiayminas.mem.gob.ni/Generacion>.

<https://energiayminas.mem.gob.ni/Generacion>. (s.f.).
<https://energiayminas.mem.gob.ni/Generacion>. Obtenido de <https://energiayminas.mem.gob.ni/Generacion>.

<https://www.repsol.com/es/energia-futuro/futuro-planeta/energia-solar/index.cshtml>. (s.f.).

<https://www.repsol.com/es/energia-futuro/futuro-planeta/energia-solar/index.cshtml>.

Obtenido de <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/futuro-planeta/energia-solar/index.cshtml>.

<https://www.repsol.com/es/energia-futuro/futuro-planeta/energia-solar/index.cshtml>. (s.f.).

<https://www.repsol.com/es/energia-futuro/futuro-planeta/energia-solar/index.cshtml>.

Laminguerio, P. (2021). ([https://www.researchgate.net/profile/Oscar-Perpinan-](https://www.researchgate.net/profile/Oscar-Perpinan-Lamigueiro/publication/249012821_Energia_Solar_Fotovoltaica/links/02e7e51e80783f1d9f000000/Energia-Solar-Fotovoltaica.pdf)

[Lamigueiro/publication/249012821_Energia_Solar_Fotovoltaica/links/02e7e51e80783f1d9f000000/Energia-Solar-Fotovoltaica.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Oscar-Perpinan-Lamigueiro/publication/249012821_Energia_Solar_Fotovoltaica/links/02e7e51e80783f1d9f000000/Energia-Solar-Fotovoltaica.pdf), s.f. Obtenido de

([https://www.researchgate.net/profile/Oscar-Perpinan-](https://www.researchgate.net/profile/Oscar-Perpinan-Lamigueiro/publication/249012821_Energia_Solar_Fotovoltaica/links/02e7e51e80783f1d9f000000/Energia-Solar-Fotovoltaica.pdf)

[Lamigueiro/publication/249012821_Energia_Solar_Fotovoltaica/links/02e7e51e80783f1d9f000000/Energia-Solar-Fotovoltaica.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Oscar-Perpinan-Lamigueiro/publication/249012821_Energia_Solar_Fotovoltaica/links/02e7e51e80783f1d9f000000/Energia-Solar-Fotovoltaica.pdf), s.f.:

[https://www.researchgate.net/profile/Oscar-Perpinan-](https://www.researchgate.net/profile/Oscar-Perpinan-Lamigueiro/publication/249012821_Energia_Solar_Fotovoltaica/links/02e7e51e80783f1d9f000000/Energia-Solar-Fotovoltaica.pdf)

[Lamigueiro/publication/249012821_Energia_Solar_Fotovoltaica/links/02e7e51e80783f1d9f000000/Energia-Solar-Fotovoltaica.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Oscar-Perpinan-Lamigueiro/publication/249012821_Energia_Solar_Fotovoltaica/links/02e7e51e80783f1d9f000000/Energia-Solar-Fotovoltaica.pdf), s.f.

Minas, M. D. (2023). *Ministerio De Energía y Minas*. Obtenido de <https://energiayminas.mem.gob.ni/Generacion>,

<https://energiayminas.mem.gob.ni/Generacion>, s.f.

Minas, M. D. (2023). *Ministerio De Energía y Minas*. Obtenido de <https://energiayminas.mem.gob.ni/Generacion>

Panamericana, U. (2022). <https://blog.up.edu.mx>. Obtenido de (<https://blog.up.edu.mx/la-importancia-de-un-estudio-tecnico-en-los-proyectos-de-inversion>,

/

11. ANEXOS

Área	Especificación	Uso energético	Cantidad	Tipo	Marca	Descripción	Voltios	Amperios	Vatios (W)	Hrs/mes	kWh/mes	Pot. Total (kW)
Pasillos	-	Iluminación	53	T12	Sylvania	Luminaria 2x20W	120	8.83	1,060	330	350	1.06
Pasillos	-	Alimentos	1	-	-	Maquina expendedora	120	7.50	900	720	648	0.90
Baños	Cuartos	Iluminación	16	T12	Sylvania	Luminaria 2x20W	120	2.67	320	60	19	0.32
Laboratorio 3	Oficina	Iluminación	16	T12	Sylvania	Luminaria 2x20W	120	2.67	320	220	70	0.32
Laboratorio 3	Oficina	Eq. Ofimáticos	25	Escritorio	DELL	Computadora escritorio + monitor	120	125.00	15,000	220	3,300	15.00
Laboratorio 3	Aire acondicionado	Climatización	1	Split	Innovar	Aire acondicionado de (60000 BTU)	240	23	5,520	220	1,214	5.52
Laboratorio 3	Oficina	Imágenes	1	-	EPSON	Proyector	120	2.50	300	160	48	0.30
Aula 1	Oficina	Iluminación	16	T12	Sylvania	Luminaria 2x20W	120	2.67	320	72	23	0.32
Aula 1	Oficina	Imágenes	1	-	EPSON	Proyector	120	2.50	300	72	22	0.30
Aula 1	Aire acondicionado	Climatización	1	Split	Parker	Aire acondicionado de (25600 BTU)	240	19	4,560	72	328	4.56
Laboratorio 2	Oficina	Eq. Ofimáticos	31	Escritorio	DELL	Computadora escritorio + monitor	120	5.17	620	220	136	0.62
Laboratorio 2	Oficina	Imágenes	1	-	EPSON	Proyector	120	2.50	300	220	66	0.30
Laboratorio 2	Aire acondicionado	Climatización	1	Split	Comfortstar	Aire acondicionado de (45000 BTU)	240	20	4,800	220	1,056	4.80
Laboratorio 2	Oficina	Iluminación	12	T12	Sylvania	Luminaria 2x20 W	120	2	240	220	53	0.24
Laboratorio 1	Oficina	Iluminación	12	T12	Sylvania	Luminaria 2x20W	120	2	240	72	17	0.24
Laboratorio 1	Oficina	Eq. Ofimáticos	29	Escritorio	DELL	Computadora escritorio + monitor	120	145	17,400	72	1,253	17.40
Laboratorio 1	Aire acondicionado	Climatización	1	Split	Goodman	Aire acondicionado de (60000 BTU)	240	15	3,600	72	259	3.60
Laboratorio 1	Oficina	Imágenes	1	-	EPSON	Proyector	120	2.50	300	72	22	0.30
Caja	Oficina	Iluminación	4	T12	Sylvania	Luminaria 2x20 W	120	0.67	80	270	22	0.08
Caja	Oficina	Eq. Ofimáticos	2	Escritorio	DELL	Computadora escritorio + monitor	120	10.00	1,200	270	324	1.20
Caja	Oficina	Eq. Ofimáticos	3	Mesa	hp	Impresora pequeña	120	13.75	1,650	270	446	1.65
Caja	Aire acondicionado	Climatización	1	Mini split	Fogel	Aire acondicionado de (90000BTU)	120	21.98	2,637	270	712	2.64
Laboratorio 4	Aire acondicionado	Climatización	1	Split	Comfortstar	Aire acondicionado de (60000 BTU)	240	20.00	4,800	220	1,056	4.80
Laboratorio 4	Oficina	Eq. Ofimáticos	25	Escritorio	DELL	Computadora escritorio + monitor	120	125.00	15,000	220	3,300	15.00
Laboratorio 4	Oficina	Imágenes	1	-	EPSON	Proyector	120	2.50	300	220	66	0.30
Laboratorio 4	Oficina	Iluminación	16	T12	Sylvania	Luminaria 2x20W	120	2.67	320	220	70	0.32
Laboratorio 5	Oficina	Eq. Ofimáticos	25	Escritorio	DELL	Computadora escritorio + monitor	120	125.00	15,000	72	1,080	15.00
Laboratorio 5	Aire acondicionado	Climatización	1	Split	Innovar	Aire acondicionado de (60000 BTU)	240	23.00	5,520	72	397	5.52
Laboratorio 5	Oficina	Iluminación	16	T12	Sylvania	Luminaria 2x20W	120	2.67	320	72	23	0.32
Laboratorio 5	Oficina	Imágenes	1	-	EPSON	Proyector	120	2.50	300	72	22	0.30
Laboratorio 6	Oficina	Eq. Ofimáticos	26	Escritorio	DELL	Computadora escritorio + monitor	120	130.00	15,600	220	3,432	15.60
Laboratorio 6	Oficina	Iluminación	16	T12	Sylvania	Luminaria 2x20 W	120	3	320	220	70	0.32
Laboratorio 6	Oficina	Imágenes	1	-	EPSON	Proyector	120	2.50	300	220	66	0.30
Laboratorio 6	Aire acondicionado	Climatización	1	Split	Goodman	Aire acondicionado de (60000 BTU)	240	15	3,600	220	792	3.60
Diseño	Oficina	Iluminación	22	T12	Sylvania	Luminaria 2x20W	120	3.67	440	180	79	0.44
Diseño	Aire acondicionado	Climatización	2	Mini split	Fogel	Aire acondicionado de (18000 BTU)	120	175.00	21,000	180	3,780	21.00
Diseño	Oficina	Eq. Ofimáticos	5	Escritorio	DELL	Computadora escritorio + monitor	120	25.00	3,000	180	540	3.00
Diseño	Aire acondicionado	Climatización	1	Split	Goodman	Aire acondicionado de (60000 BTU)	240	15	3,600	180	648	3.60

TABLA 10 CENSO DE CARGA

Área	Especificación	Uso energético	Cantidad	Tipo	Marca	Descripción	Voltios	Amperios	Vatios (W)	Hrs/mes	kWh/mes	Pot. Total (kW)
Diseño	Area de cocina	Alimentos	1	-	LG	Microondas	120	5.83	700	20	14	0.70
Diseño	Area de cocina	Alimentos	1	-	Oster	Cafetera	120	10.00	1,200	180	216	1.20
Diseño	Oficina	Eq. Ofimáticos	1	Mesa	hp	Impresora pequeña	120	4.58	550	270	149	0.55
Diseño	Oficina	Imágenes	1	-	EPSON	Proyector	120	2.50	300	20	6	0.30
Diseño	Oficina	Iluminación	3	LED	-	Reflectores	120	7.50	900	312	281	0.90
Aula 2	Oficina	Iluminación	16	T12	Sylvania	Luminaria 2x20W	120	2.67	320	72	23	0.32
Aula 2	Oficina	Imágenes	1	-	EPSON	Proyector	120	2.50	300	72	22	0.30
Aula 2	Aire acondicionado	Climatización	1	Split	Innovar	Aire acondicionado de (60000 BTU)	240	23.00	5,520	72	397	5.52
Aula 3	Oficina	Iluminación	16	T12	Sylvania	Luminaria 2x20W	120	2.67	320	72	23	0.32
Aula 3	Oficina	Imágenes	1	-	EPSON	Proyector	120	2.50	300	72	22	0.30
Aula 3	Aire acondicionado	Climatización	1	Split	Comfortstar	Aire acondicionado de (45000 BTU)	240	20	4,800	72	346	4.80
Aula 4	Oficina	Iluminación	16	T12	Sylvania	Luminaria 2x20W	120	2.67	320	72	23	0.32
Aula 4	Oficina	Imágenes	1	-	EPSON	Proyector	120	2.50	300	72	22	0.30
Aula 4	Aire acondicionado	Climatización	1	Split	Innovar	Aire acondicionado de (60000 BTU)	240	23.00	5,520	72	397	5.52
Aula 4	Oficina	Eq. Ofimáticos	1	-	behringer	Parlante	120	2.92	350	72	25	0.35
Bodegas	Area de cocina	Alimentos	1	-	Oster	Cafetera	120	10.00	1,200	300	360	1.20
Bodegas	Oficina	Iluminación	2	LED	Sylvania	Bujía LED de 12W	120	0.20	24	300	7	0.02
Bodegas	Oficina	Iluminación	2	-	Sylvania	Luminaria de 20W	120	0.33	40	300	12	0.04
Bodegas	Abanico	Climatización	1	-	-	Abanico Electrico	120	0.50	60	300	18	0.06
Oficina del responsable	Oficina	Iluminación	2	LED	Sylvania	Bujía LED de 12W	120	0.20	24	300	7	0.02
Oficina del responsable	Oficina	Iluminación	2	-	Sylvania	Luminaria de 20W	120	0.33	40	300	12	0.04
Oficina del responsable	Abanico	Climatización	1	-	-	Abanico Electrico	120	0.50	60	300	18	0.06
Dirección	Aire acondicionado	Climatización	2	Split	Innovar	Aire acondicionado de (60000 BTU)	240	23.00	11,040	300	3,312	11.04
Dirección	Aire acondicionado	Climatización	1	Mini split	Fogel	Aire acondicionado de (18000 BTU)	120	87.50	10,500	300	3,150	10.50
Dirección	Area de cocina	Alimentos	1	-	LG	Microondas	120	5.83	700	30	21	0.70
Dirección	Area de cocina	Alimentos	1	-	Oster	Cafetera	120	10.00	1,200	300	360	1.20
Dirección	Oficina	Eq. Ofimáticos	10	Escritorio	DELL	Computadora escritorio + monitor	120	50.00	6,000	300	1,800	6.00
Dirección	Oficina	Iluminación	36	T12	Sylvania	Luminaria 2x20W	120	6.00	720	300	216	0.72
Dirección	Area de cocina	Refrigeración	1	-	Mabe	Refrigeradora	120	5.00	600	720	432	0.60
Dirección	Oficina	Eq. Ofimáticos	1	-	-	Impresora grande	120	11.67	1,400	300	420	1.40
Dirección	Oficina	Eq. Ofimáticos	1	Mesa	hp	Impresora pequeña	120	4.58	550	300	165	0.55
Dirección	Oficina	Eq. Ofimáticos	1	Portatil	Think	Computadora laptop	120	1.67	200	120	24	0.20
Sala de juntas	Aire acondicionado	Climatización	2	Split	Innovar	Aire acondicionado de (60000 BTU)	240	23.00	11,040	300	3,312	11.04
Sala de juntas	Oficina	Iluminación	8	T12	Sylvania	Luminaria 2x20W	120	1.33	160	270	43	0.16
Sala de juntas	Oficina	Imágenes	1	-	EPSON	Proyector	120	2.50	300	44	13	0.30
Oficina del director	Aire acondicionado	Climatización	2	Split	Innovar	Aire acondicionado de (60000 BTU)	240	23.00	11,040	300	3,312	11.04
Oficina del director	Oficina	Iluminación	4	T12	Sylvania	Luminaria 2x20W	120	0.67	80	300	24	0.08
Oficina del director	Oficina	Eq. Ofimáticos	1	Escritorio	DELL	Computadora escritorio + monitor	120	5.00	600	300	180	0.60
Exterior	Oficina	Iluminación	12	LED	Sylvania	Bujía LED de 12W	120	1.20	144	330	48	0.14

TABLA 11 CENSO DE CARGA

Etiquetas de fila	Suma de Hrs/mes
Alimentos	1550
Climatización	3742
Eq. Ofimáticos	3406
Iluminación	4864
Imágenes	1316
Refrigeración	720
(en blanco)	
Total general	15598

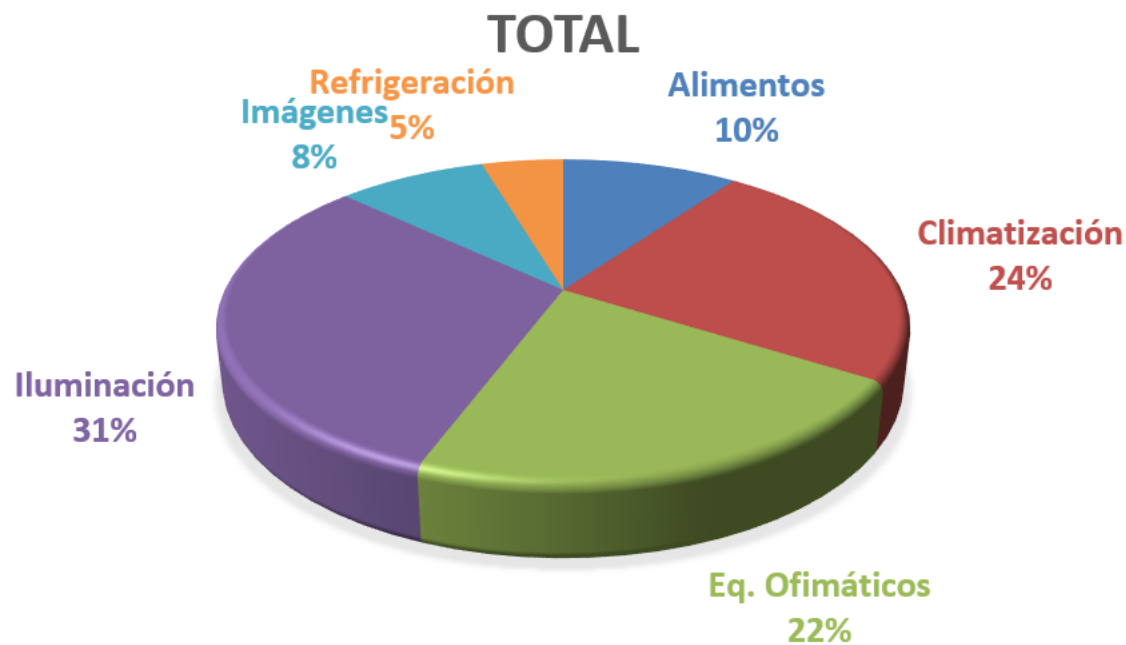


GRÁFICO 5 PROMEDIO DE CONSUMO SEGÚN EL ÁREA

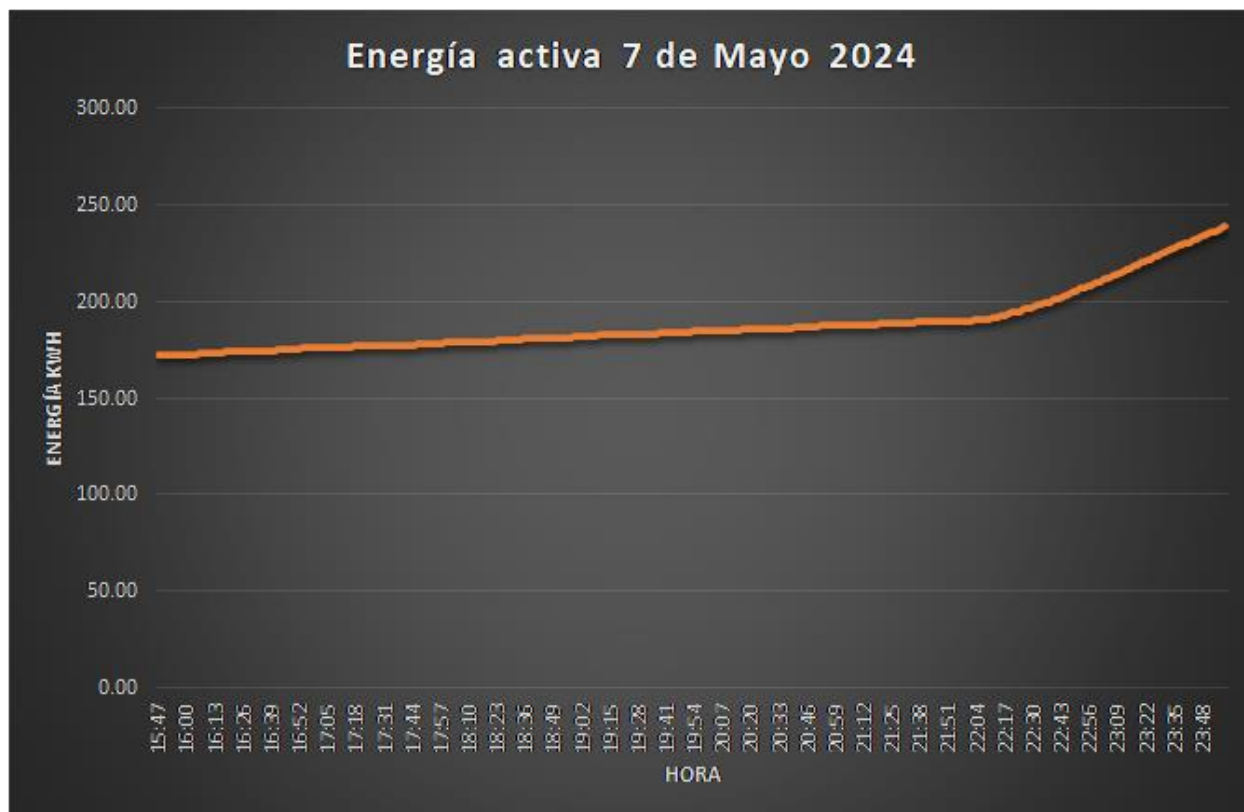


GRÁFICO 6 MAYO 7

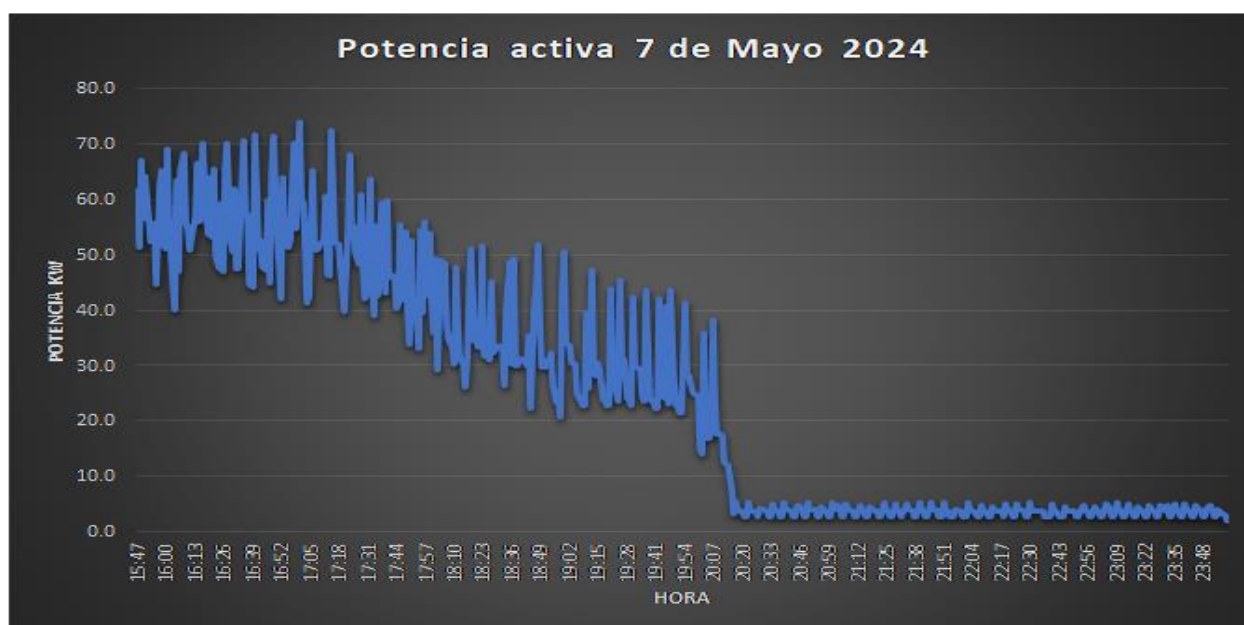


GRÁFICO 7 MAYO 7



GRÁFICO 8 MAYO 8

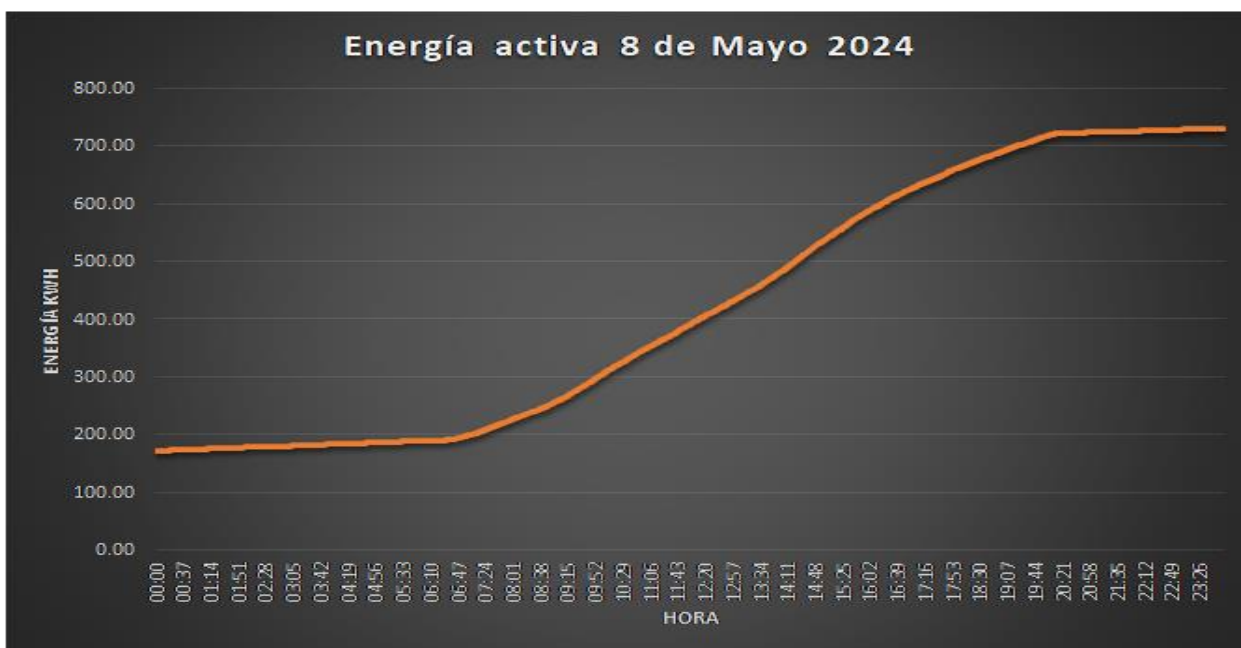


GRÁFICO 9 MAYO 8

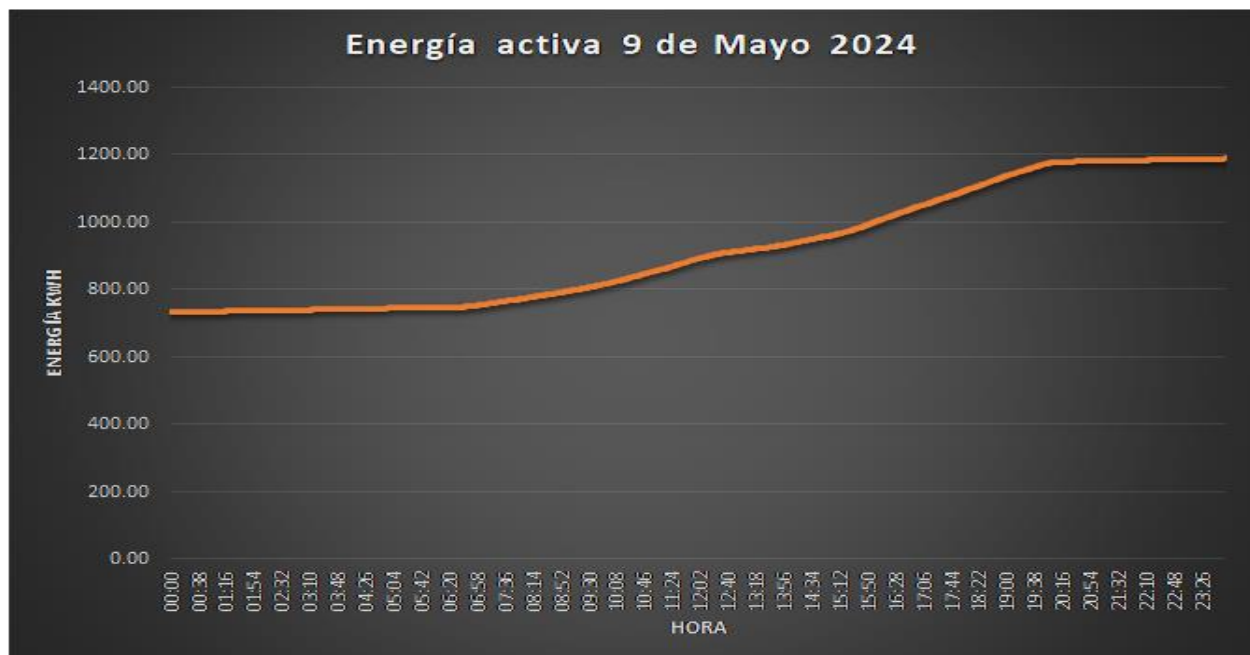


GRÁFICO 10 MAYO 9



GRÁFICO 11 MAYO 9

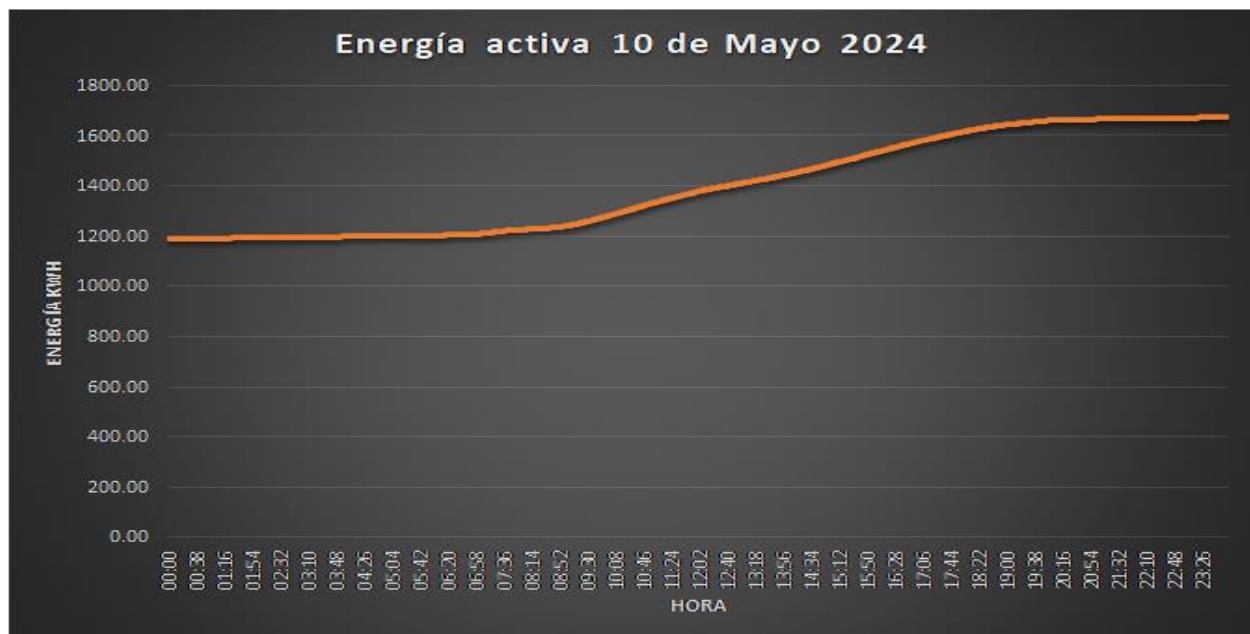


Gráfico 12 Mayo 10



Gráfico 13 Mayo 10

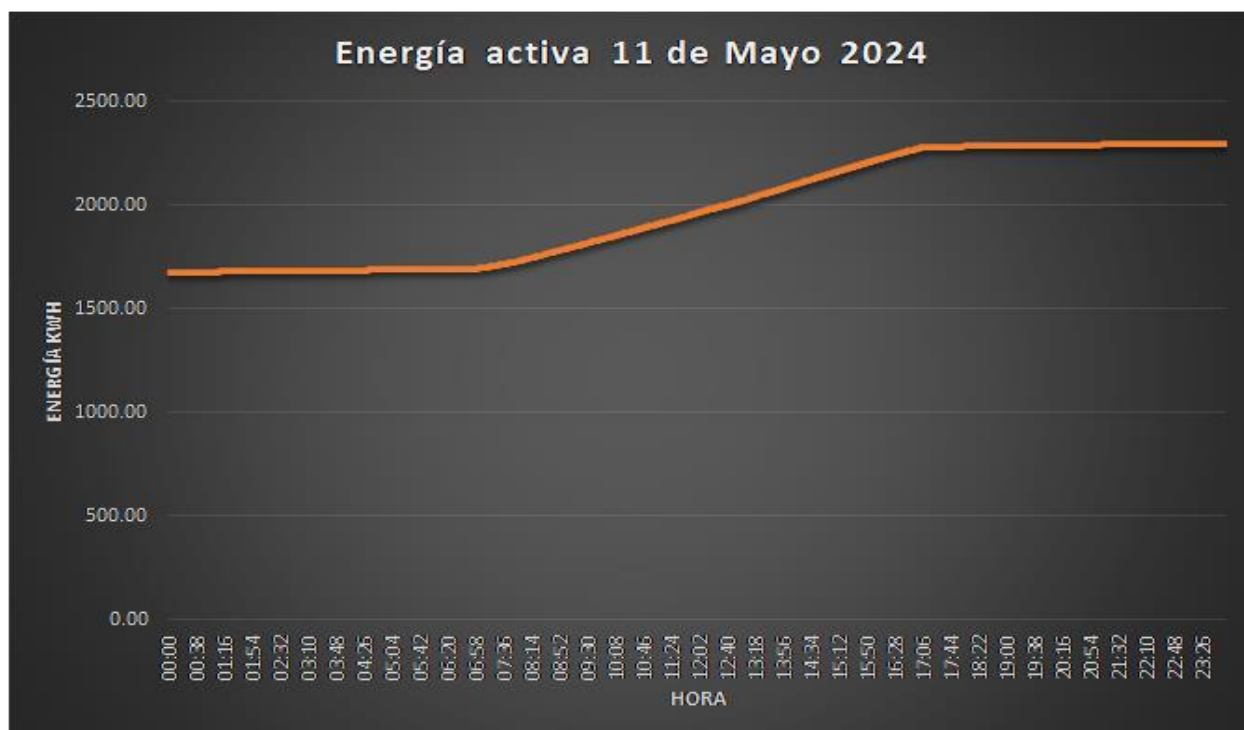


Gráfico 14 Mayo 11

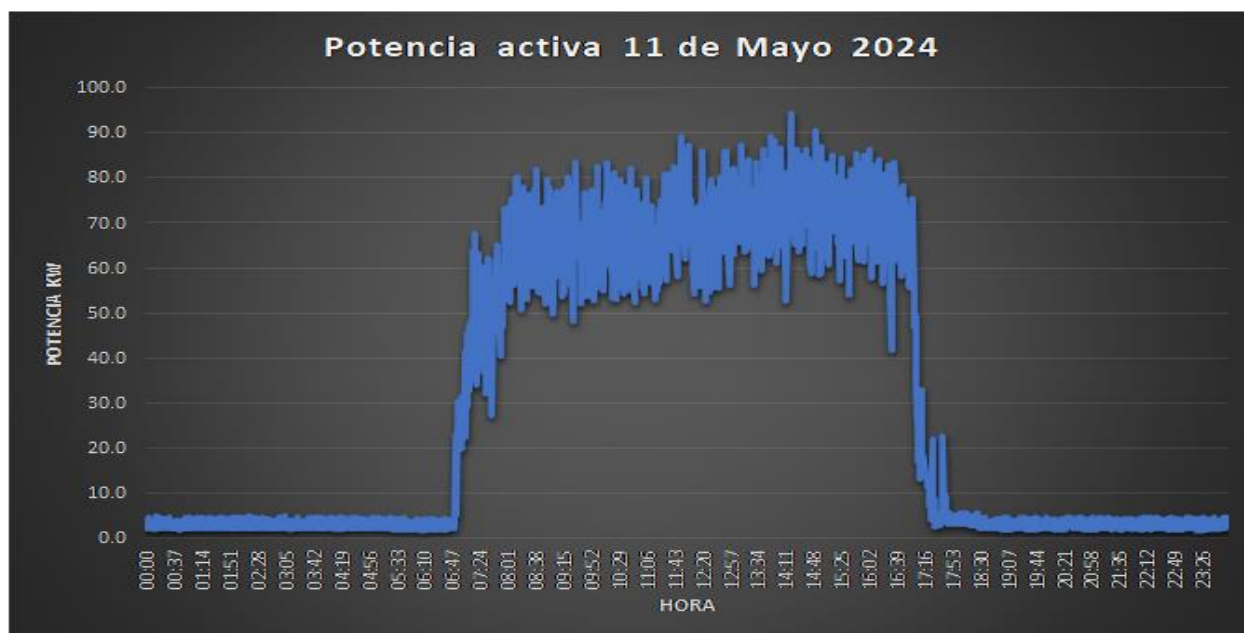


Gráfico 15 Mayo 11



Gráfico 16 Mayo 12

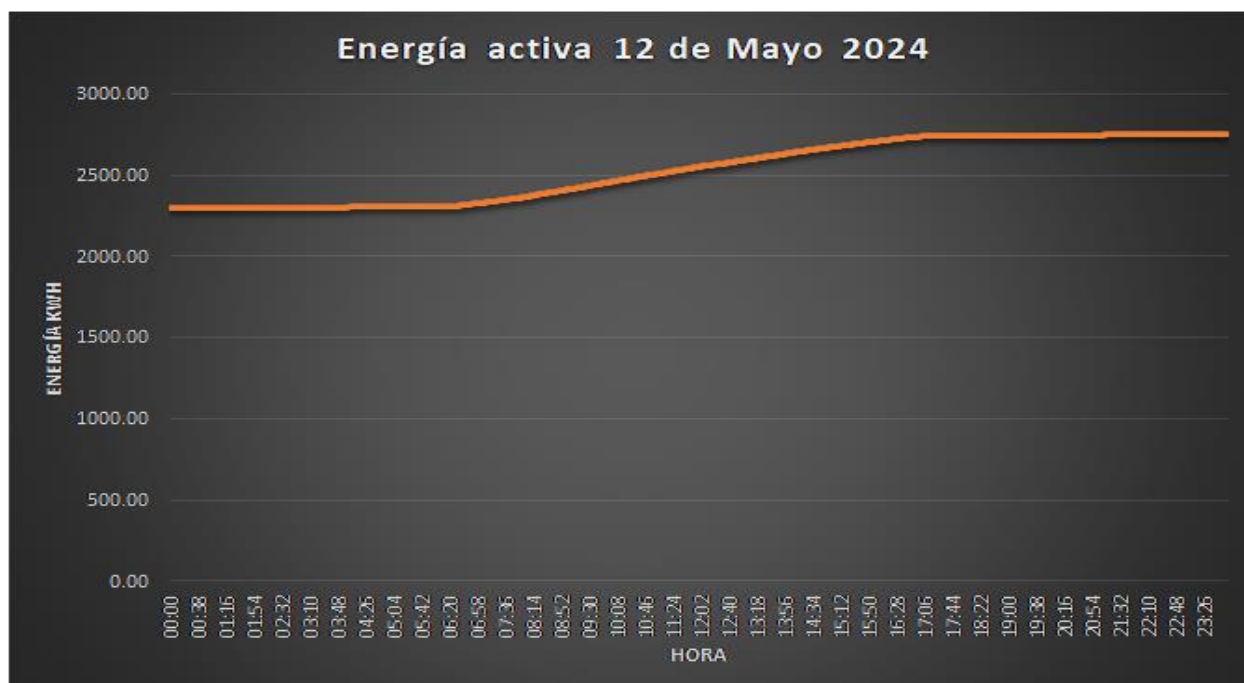


GRÁFICO 17 MAYO 12



GRÁFICO 18 MAYO 13

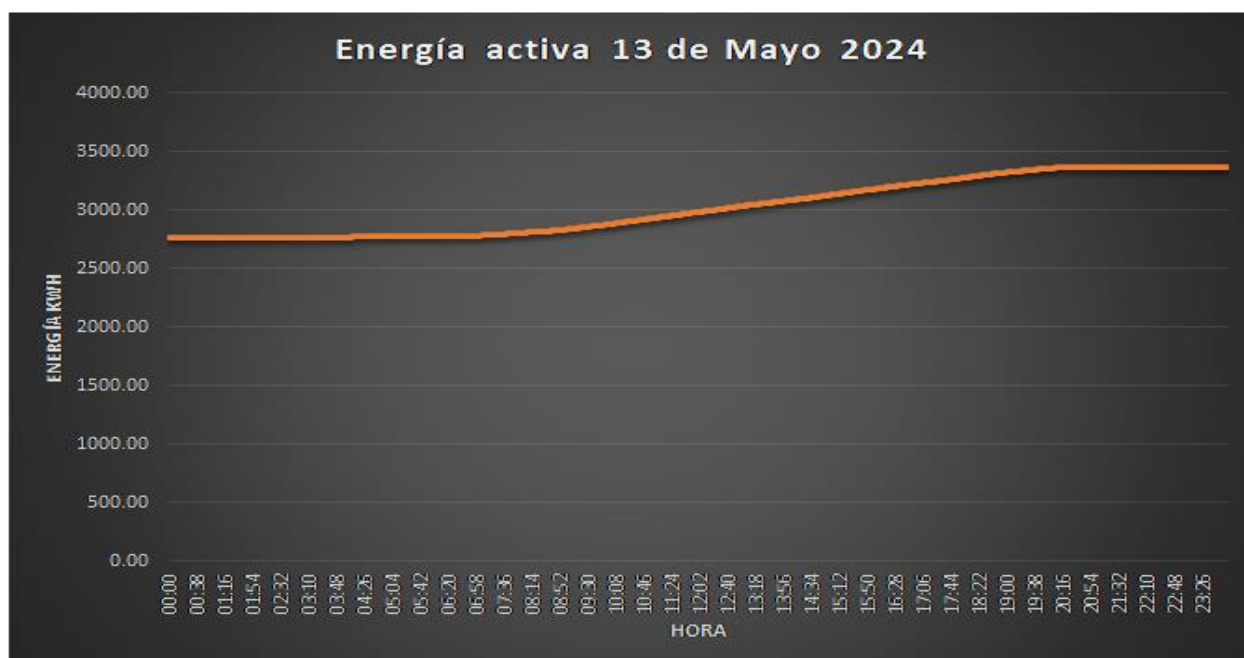


GRÁFICO 19 MAYO 13

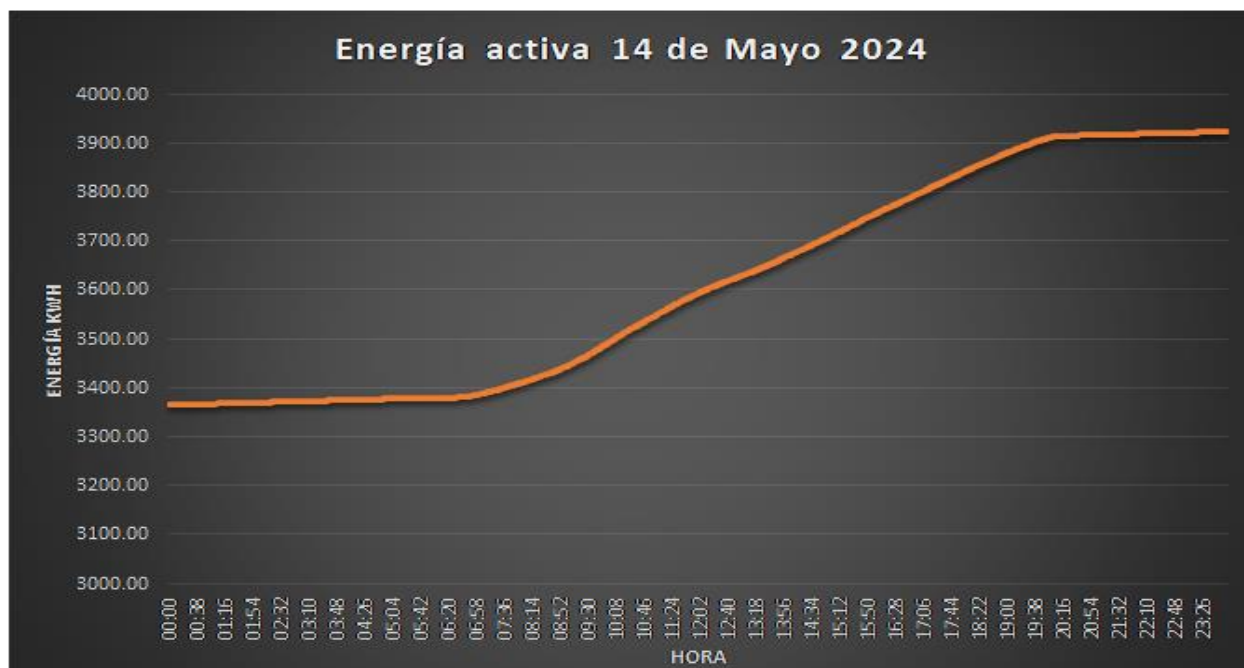


GRÁFICO 20 MAYO 14

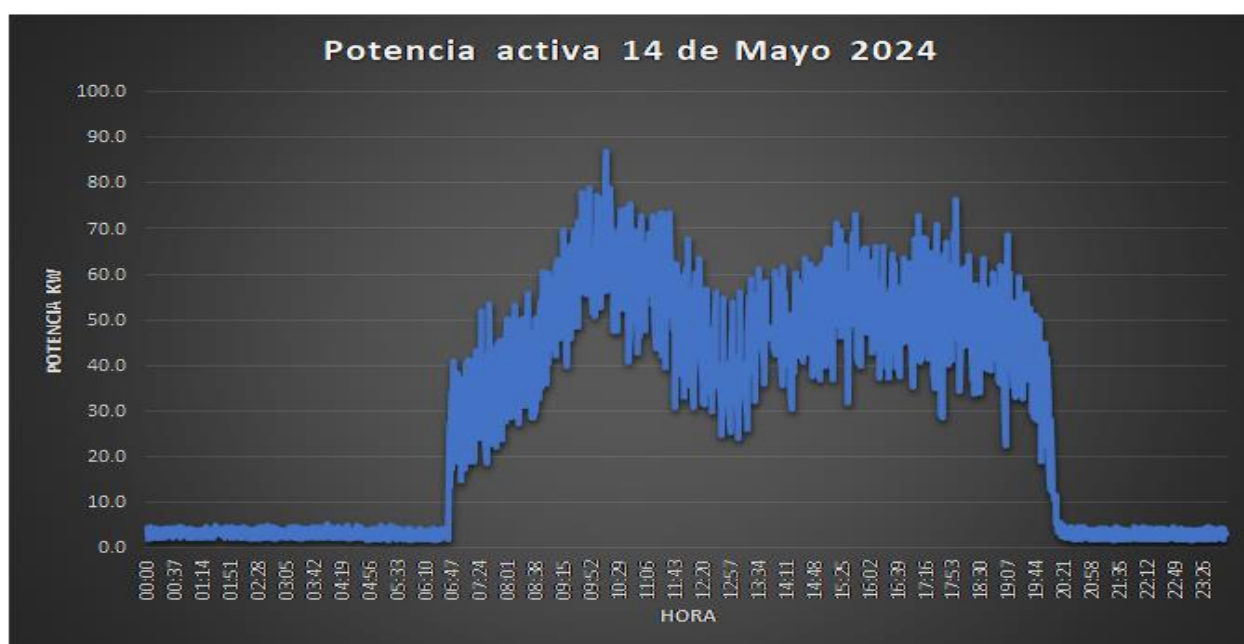


GRÁFICO 21 MAYO 14

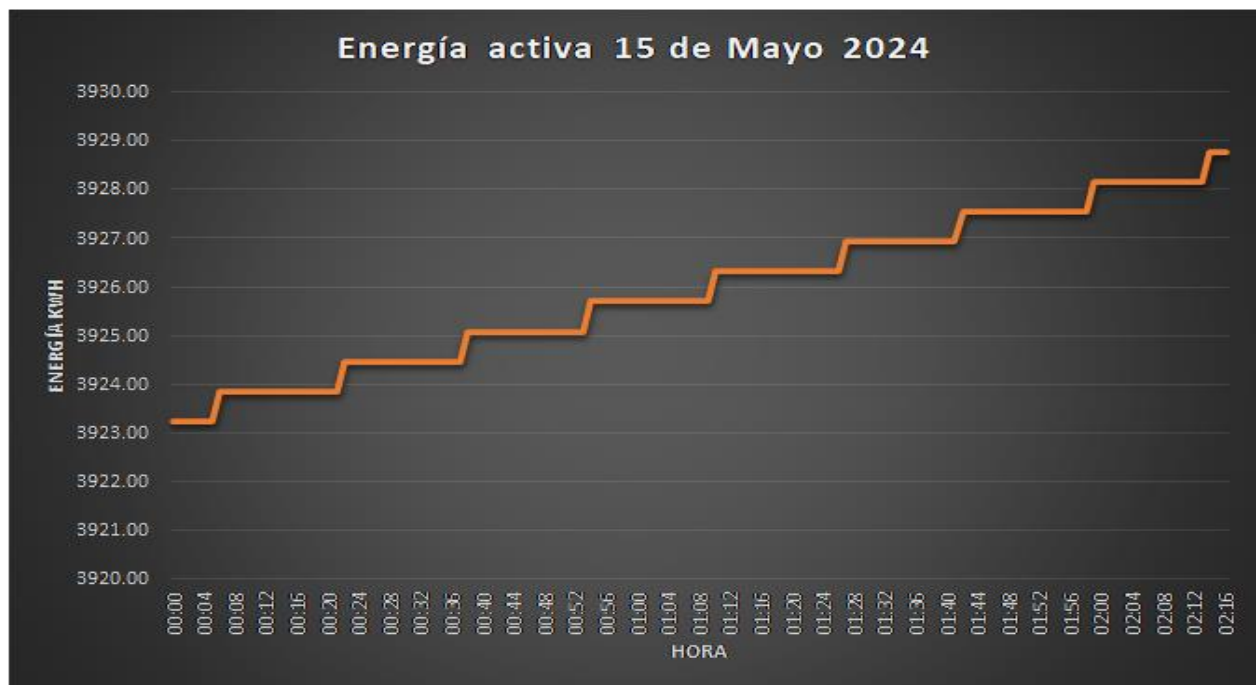


GRÁFICO 22 MAYO 15

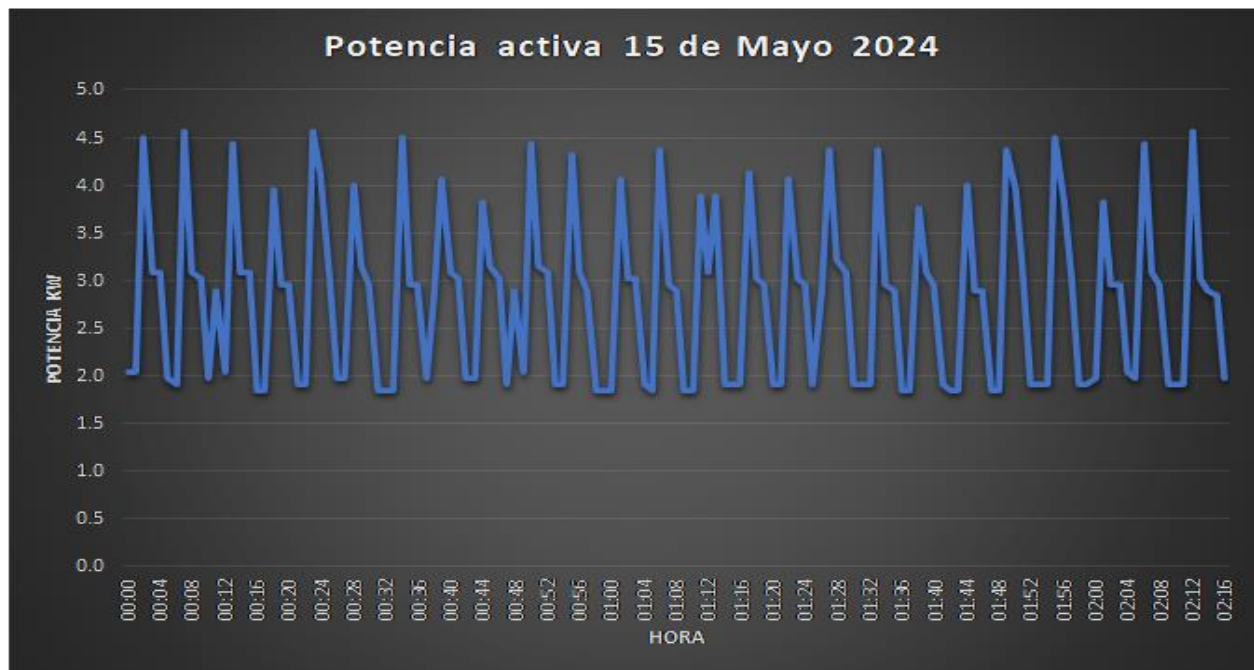


GRÁFICO 23 MAYO 15

		Facturación NIS:		2000345		kW	470									
		Nivel de tensión:		MT		Tarifa:	T-2E TARIFA DISCRIMINACION HORARIA GENERAL MAYOR									
Tarifa actual		Mes Facturado	Días Facturado	Energía punta kWh	Energía fuera de punta kWh	kWh/día	Reactiva kVARh	Demanda punta kW	Demanda fuera de punta kW	Factor de potencia (FP)	C\$ por kWh punta	C\$ por kWh valle	C\$ por kW punta	C\$ Recargo Pl/bajo FP	Import total C\$	Import total USD
T-2E	1	may-23	31	25,200	264,600	9,348	105,000	546.00	1,239.00	0.94	C\$ 260,511.50	C\$ 1,890,225.58	C\$ 567,328.40	C\$ 0.00	C\$ 3,173,386.82	\$86,647.03
T-2E	2	jun-23	30	21,000	218400.00	7,980	90300.00	504.00	1,197.00	0.94	C\$ 211,039.92	C\$ 1,514,320.08	C\$ 327,318.97	C\$ 0.00	C\$ 2,400,553.77	\$65,545.38
T-2E	3	jul-23	31	18,900	178,500	6,368	84,000	399.00	945.00	0.92	C\$ 189,472.25	C\$ 1,234,423.66	C\$ 259,346.53	C\$ 0.00	C\$ 1,971,467.09	\$53,829.48
T-2E	4	ago-23	31	23,100	220,500	7,858	94,500	504.00	1,134.00	0.93	C\$ 231,773.33	C\$ 1,526,175.10	C\$ 327,872.26	C\$ 0.00	C\$ 2,439,075.55	\$66,597.19
T-2E	5	sep-23	30	23,100	237,300	8,680	94,500	483.00	1,176.00	0.94	C\$ 231,962.81	C\$ 1,643,786.59	C\$ 314,468.31	C\$ 0.00	C\$ 2,562,083.53	\$69,955.84
T-2E	6	oct-23	30	23,100	247,800	9,030	94,500	588.00	1,155.00	0.94	C\$ 232,158.47	C\$ 1,717,975.10	C\$ 383,154.74	C\$ 0.00	C\$ 2,726,536.50	\$74,446.11
T-2E	7	nov-23	31	21,000	212,100	7,519	86,100	420.00	1,029.00	0.94	C\$ 211,220.98	C\$ 1,471,648.32	C\$ 273,905.77	C\$ 0.00	C\$ 2,289,229.79	\$62,505.76
T-2E	8	dic-23	31	16,800	155,400	5,555	73,500	378.00	924.00	0.92	C\$ 174,152.20	C\$ 1,113,006.81	C\$ 395,063.41	C\$ 0.00	C\$ 1,971,166.12	\$53,821.26
T-2E	9	ene-24	33	14,700	149,100	4,964	69,300	273.00	798.00	0.92	C\$ 152,866.77	C\$ 1,071,447.51	C\$ 285,323.57	C\$ 0.00	C\$ 1,769,893.79	\$48,325.67
T-2E	10	feb-24	30	16,800	189,000	6,860	77,700	294.00	1,008.00	0.94	C\$ 174,704.88	C\$ 1,358,172.90	C\$ 307,271.54	C\$ 0.00	C\$ 2,153,782.87	\$58,807.48
T-2E	11	mar-24	29	21,000	218,400	8,255	84,000	483.00	1,155.00	0.94	C\$ 218,381.10	C\$ 1,563,444.24	C\$ 504,803.20	C\$ 0.00	C\$ 2,679,907.66	\$73,172.94
T-2E	12	abr-24	31	21,000	237,300	8,332	92,400	504,000.00	1,176.00	0.94	C\$ 218,381.10	C\$ 1,705,261.53	C\$ 526,751.22	C\$ 0.00	C\$ 2,862,581.89	\$78,160.73
\$0.2854		Total	368	245,700	2,528,400	90,749	1,045,800.00	508,872	12,936	N/A	C\$ 2,506,625.31	C\$ 17,815,887.42	C\$ 4,472,607.92	C\$ 0.00	C\$ 28,999,665.38	\$791,814.87
2,774,100	año	Máximo	33	25,200	264,600	9348.39	105,000.00	504,000.00	1,239.00	0.94	C\$ 260,511.50	C\$ 1,890,225.58	C\$ 567,328.40	C\$ 0.00	C\$ 3,173,386.82	\$86,647.03
231,175	mes	Promedio	30.67	20475.00	210700.00	7562.45	87,150.00	42406.00	1078.00	0.93	C\$ 208,885.44	C\$ 1,484,657.29	C\$ 372,717.33	C\$ 0.00	C\$ 2,416,638.78	\$65,984.57
385.29	hora	Mínimo	29	14,700	149,100	4963.64	69,300.00	273.00	798.00	0.92	C\$ 152,866.77	C\$ 1,071,447.51	C\$ 259,346.53	C\$ 0.00	C\$ 1,769,893.79	\$48,325.67
29.41	Bat/hr	Promedio	31	20,475		7,562	87,150	42,406	1,078	0.93	C\$ 208,885.44	C\$ 1,484,657.29	C\$ 372,717.33	C\$ 0.00	C\$ 2,416,638.78	\$65,984.57
148.00	Bat/hr-punta								9576		C\$8.79			Error humano		

TABLA 12 MEDICIÓN HORARIA GENERAL UNI

Fuente: Elaboración propia

Ton CO2 / mes	USD/kWh	kg CO2/día	C\$ por kWh
137.37	\$0.2990	4431.14	C\$ 260,511.50
113.48	\$0.2738	3782.52	C\$ 211,039.92
93.57	\$0.2727	3018.31	C\$ 189,472.25
115.47	\$0.2734	3724.72	C\$ 231,773.33
123.43	\$0.2686	4114.32	C\$ 231,962.81
128.41	\$0.2748	4280.22	C\$ 232,158.47
110.49	\$0.2681	3564.17	C\$ 211,220.98
81.62	\$0.3126	2632.99	C\$ 174,152.20
77.64	\$0.2950	2352.76	C\$ 152,866.77
97.55	\$0.2858	3251.64	C\$ 174,704.88
113.48	\$0.3057	3912.95	C\$ 218,381.10
122.43	\$0.3026	3949.49	C\$ 218,381.10
1314.92	\$3.2227	3573.16	C\$ 2,506,625.31
137.37	\$0.3126	4431.14	C\$ 260,511.50
109.58	\$0.2860	3584.60	C\$ 208,885.44
77.64	\$0.2681	2352.76	C\$ 152,866.77
109.58	\$0.2860	3584.60	C\$ 208,885.44

TABLA 13 MEDICIÓN HORARIA GENERAL UNI

Fuente: Elaboración propia

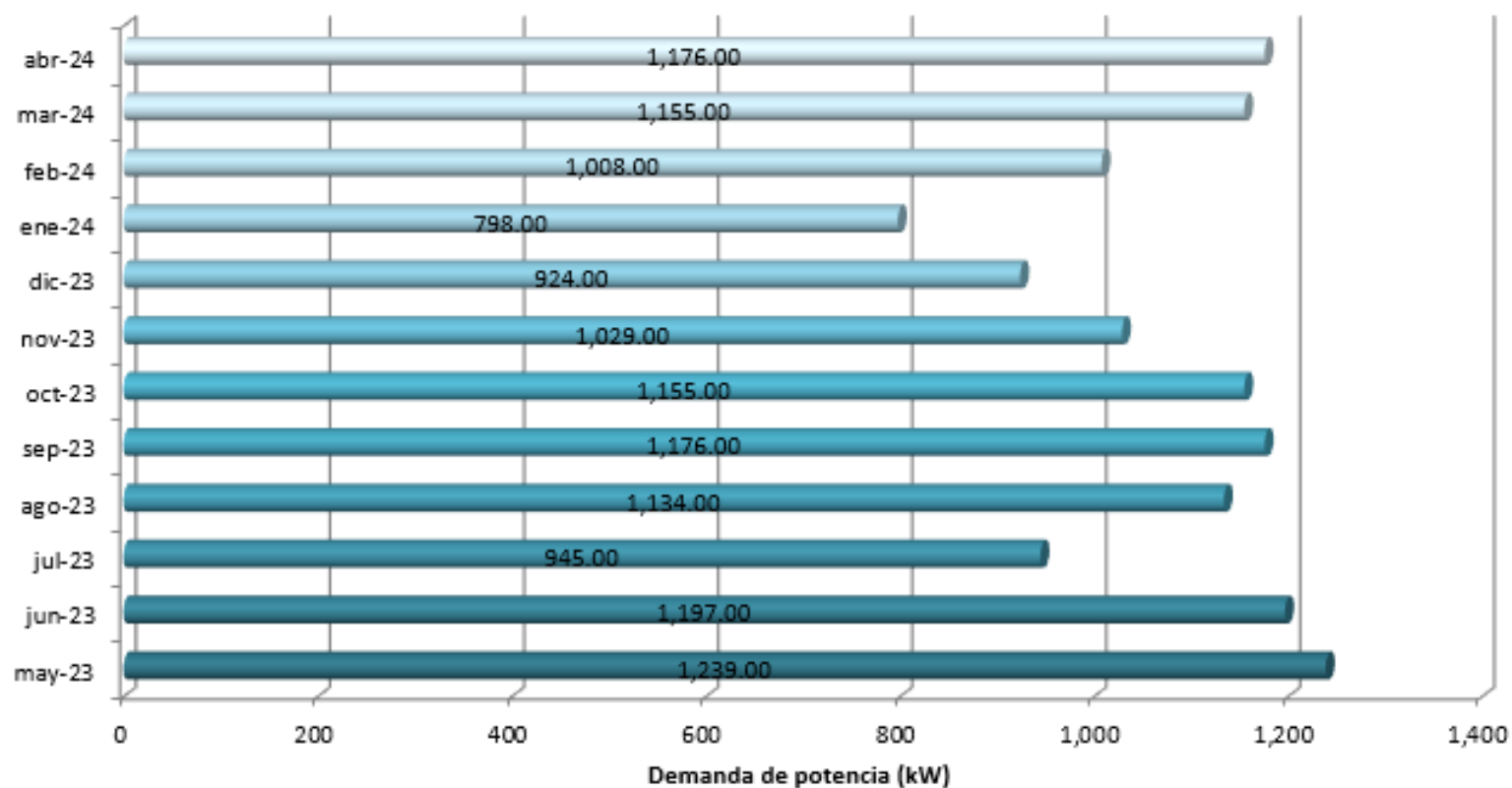


GRÁFICO 24 DEMANDA DE POTENCIA ANUAL UNI

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

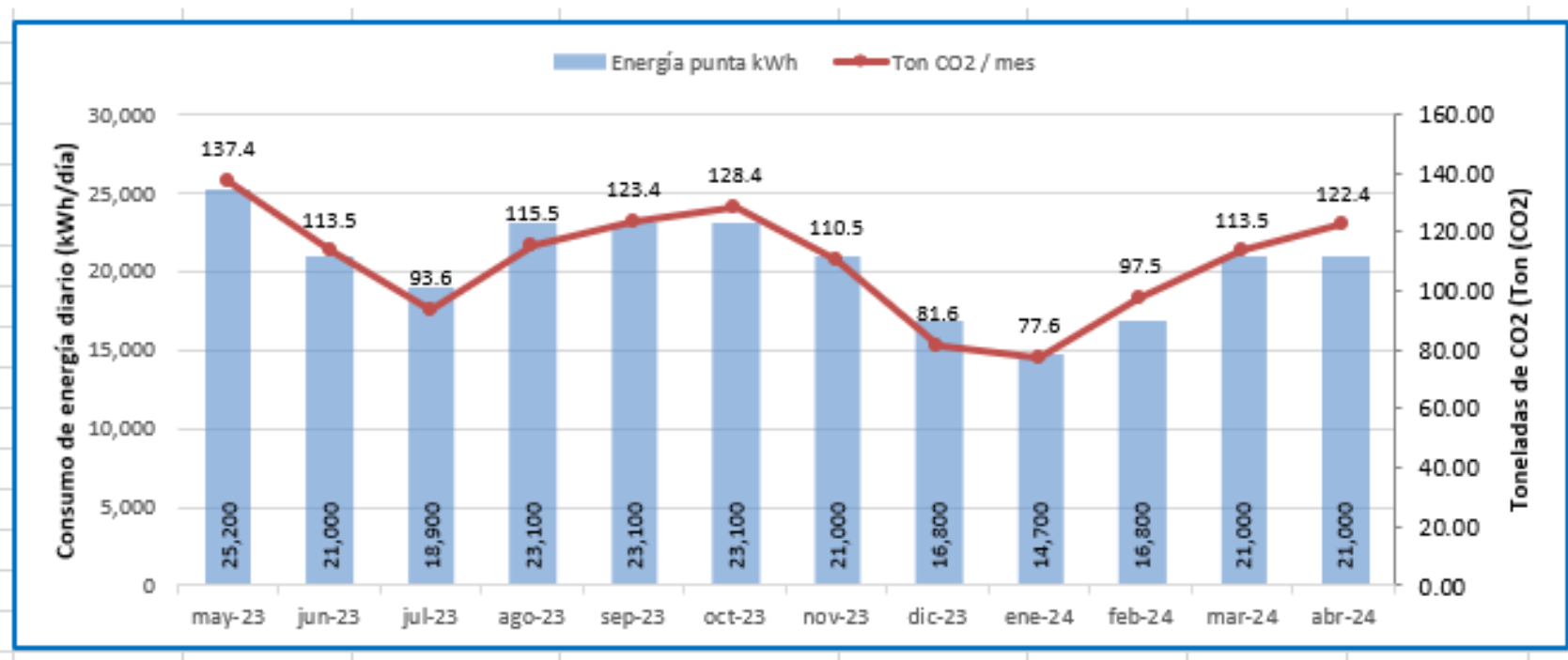


GRÁFICO 25 CONSUMO DE ENERGÍA DIARIO (KWH/DIA) UNI

Fuente: Elaboración Propia

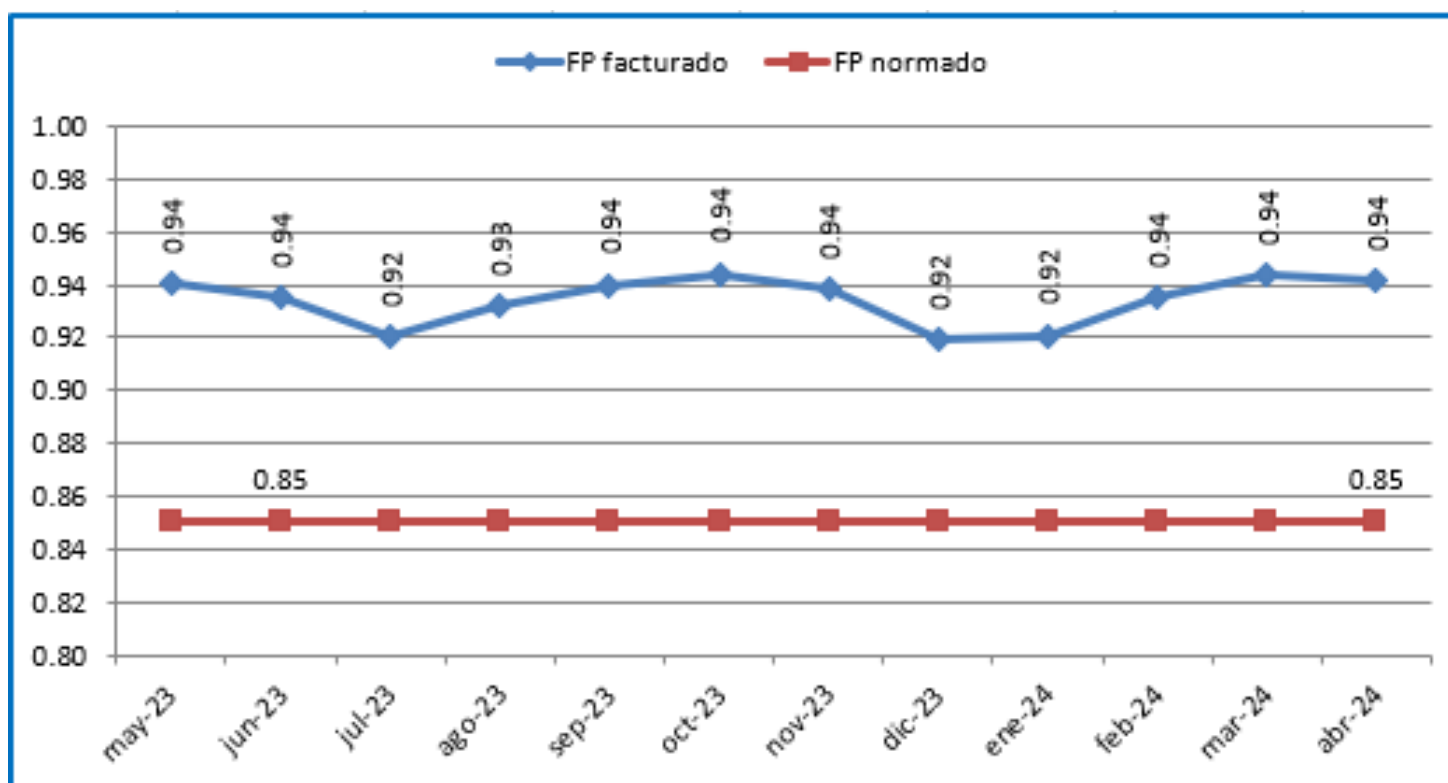


GRÁFICO 26 FACTOR DE POTENCIA FACTURADO Y FACTOR DE POTENCIA NORMADO

Fuente: Elaboración Propia

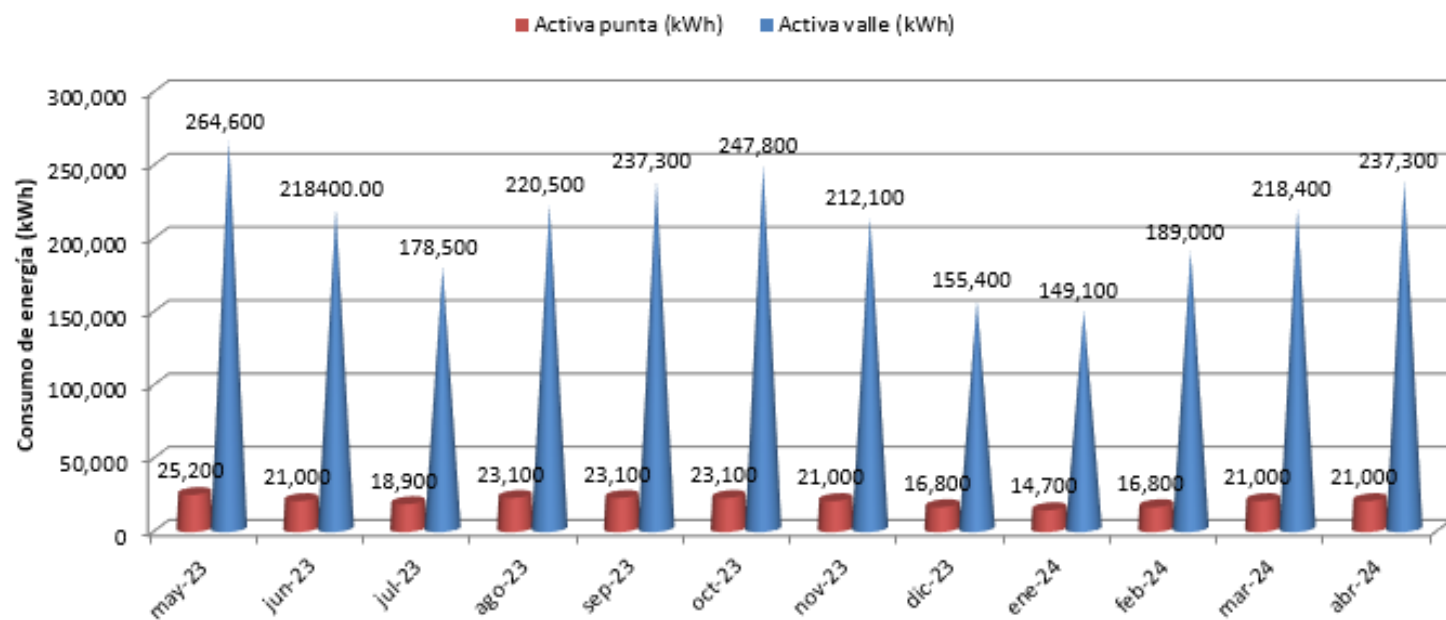


GRÁFICO 27 CONSUMO DE ENERGÍA (KWH) UNI

Fuente: Elaboración Propia

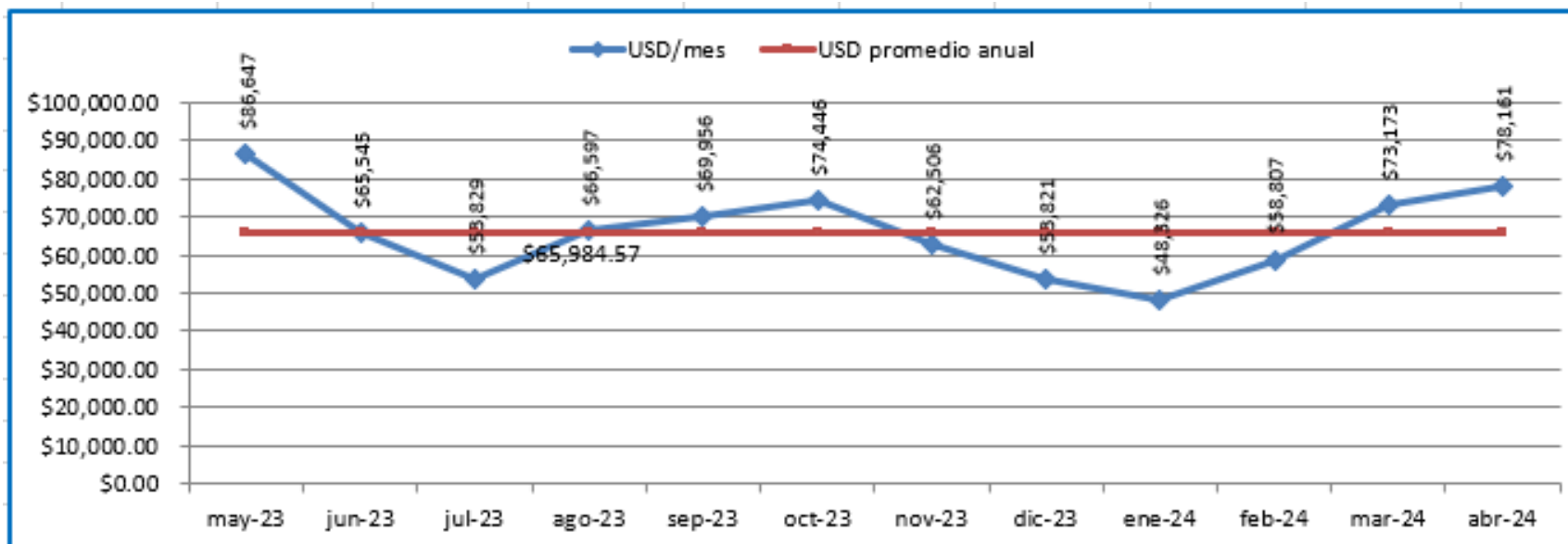


GRÁFICO 28 PROMEDIO MENSUAL Y ANUAL DE FACTURACIÓN ELÉCTRICA

Fuente: Elaboración Propia



**INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ENERGÍA
ENTE REGULADOR**

TARIFAS ACTUALIZADAS A ENTRAR EN VIGENCIA EL 1 DE MAYO DE 2024

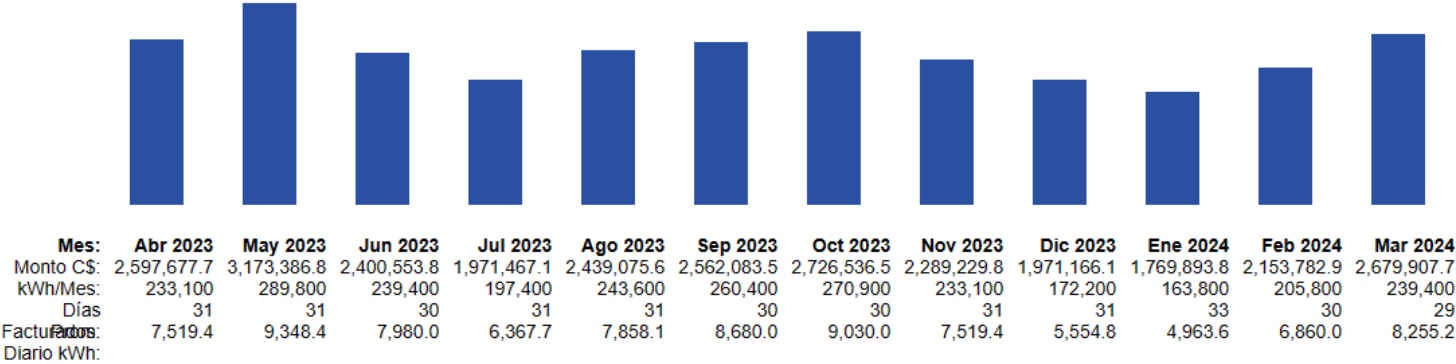
AUTORIZADAS PARA LAS DISTRIBUIDORAS DISNORTE Y DISSUR

MEDIA TENSION (VOLTAJE PRIMARIO EN 13.8 Y 24.9 kV)					
TIPO DE TARIFA	APLICACIÓN	TARIFA		CARGO POR	
		CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENERGÍA (C\$/kWh)	POTENCIA (C\$/kW-mes)
GENERAL MAYOR	Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas Centro de Salud, Hospitales, etc)	T-2D	TARIFA BINOMIA SIN MEDICIÓN HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh	6.3886	
			kW de Demanda Máxima		938.6339
		T-2E	TARIFA BINOMIA CON MEDICIÓN HORARIA ESTACIONAL		
			Verano Punta	10.3991	
			Invierno Punta	10.0677	
			Verano Fuera de Punta	7.1861	
			Invierno Fuera de Punta	6.9450	
			Verano Punta		1,045.1413
			Invierno Punta		652.7073
			Verano Fuera de Punta		0.0000
			Invierno Fuera de Punta		0.0000

TABLA 14 TARIFAS ENERGÉTICAS UNI

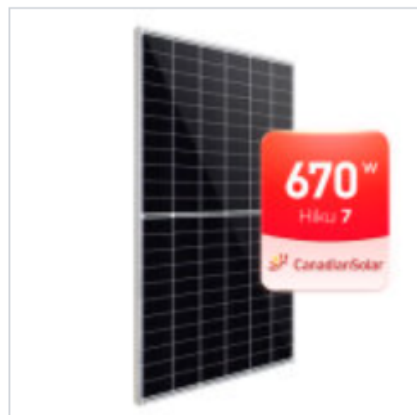
Razón Social: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Dirección: Porton UCA 50 Vrs N M/I
Municipio: Managua
Tarifa: T-2E

[Ver histórico detallado](#)



Fuente de información: Distribuidora de Energía Eléctrica DISNORTE/DISSUR.

GRÁFICO 29 HISTORIAL DE CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL UNI



Paneles solares canadienses de nivel 1 650 vatios mono de medio corte 650 vatios 660 vatios 670 vatios 700 vatios

Cantidad	Unidad	Precio de la muestra	Total
— 1 +	Pieza(s)	US\$ 180	US \$180

FIGURA 19 COSTO POR UNIDAD PANEL FOTOVOLTAICO 670W



Venta directa de sistema de alma

Precio FOB de Referencia

US\$ 140,00

Tipo:

Uso:

Voltaje Nominal:

Descarga Rate:

Forma:

FIGURA 20 COSTO POR UNIDAD BATERÍA 12V/200AH

Sistema de montaje solar ajustable para techo, sistema de red on y off

No hay reseñas aún · 2 compradores

Compartir

Xiamen Corigy New Energy Technology Co., Ltd. · 7 yrs · CN

20 - 49 Kilovatios

\$9.39

50 - 999 Kilovatios

\$9.38

>= 1000 Kilovatios

\$9.36

Variaciones

Opciones totales: 2 Tipo de Mon... [Seleccionar ahora](#)

Tipo de Montaje

De montaje en el suelo

Techo de montaje

Ángulo de inclinación

Within75 degrees

Material

Aluminium Alloy

Enviar solicitud de pedido

Contactar

Mensajero

¿Sigues decidiendo? ¡Consigue muestras primero!

[Pedir muestra](#)

FIGURA 21 COSTO POR UNIDAD ESTRUCTURA DE MONTAJE FOTOVOLTAICA

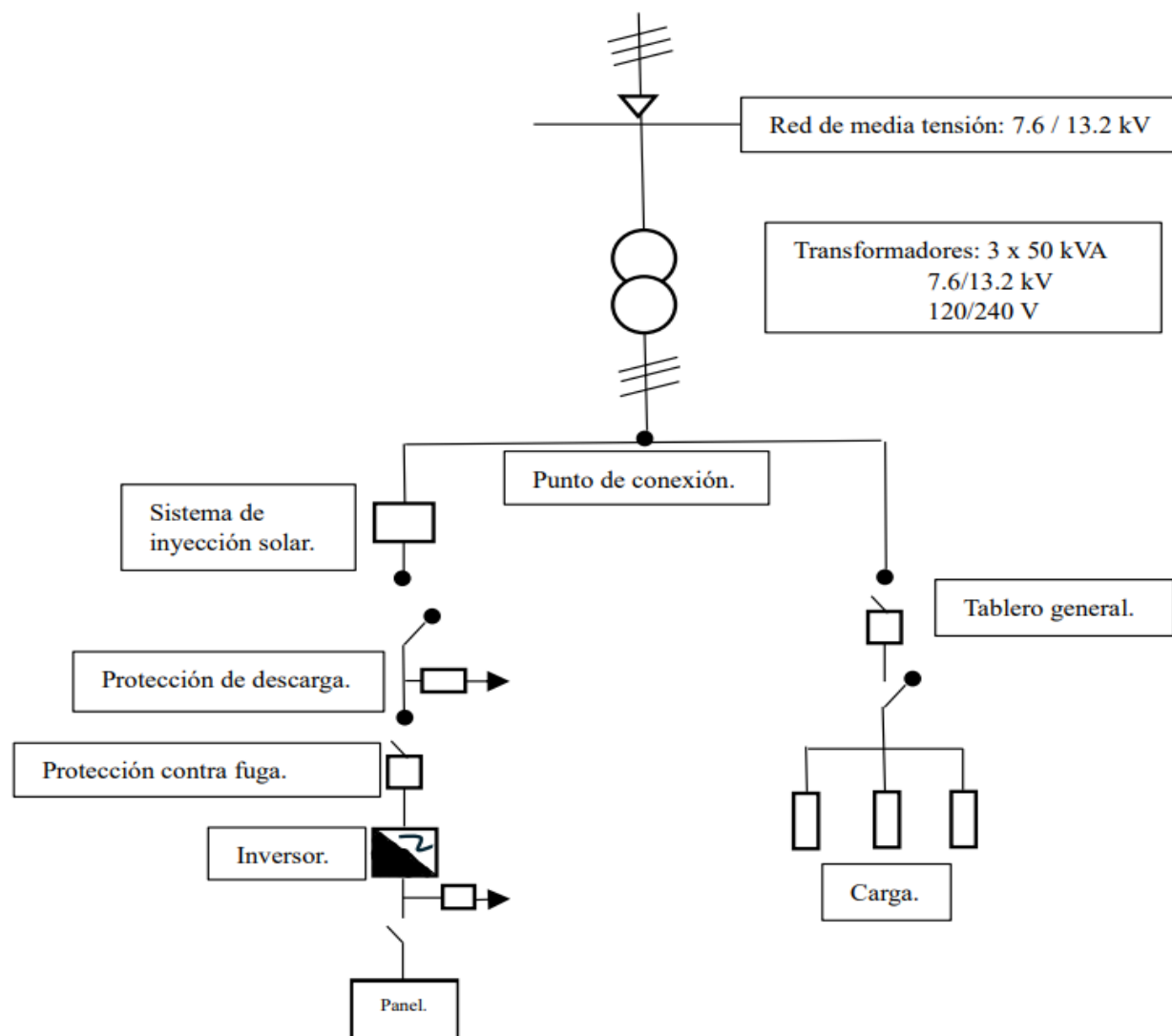


FIGURA 22. DIAGRAMA UNIFILAR.

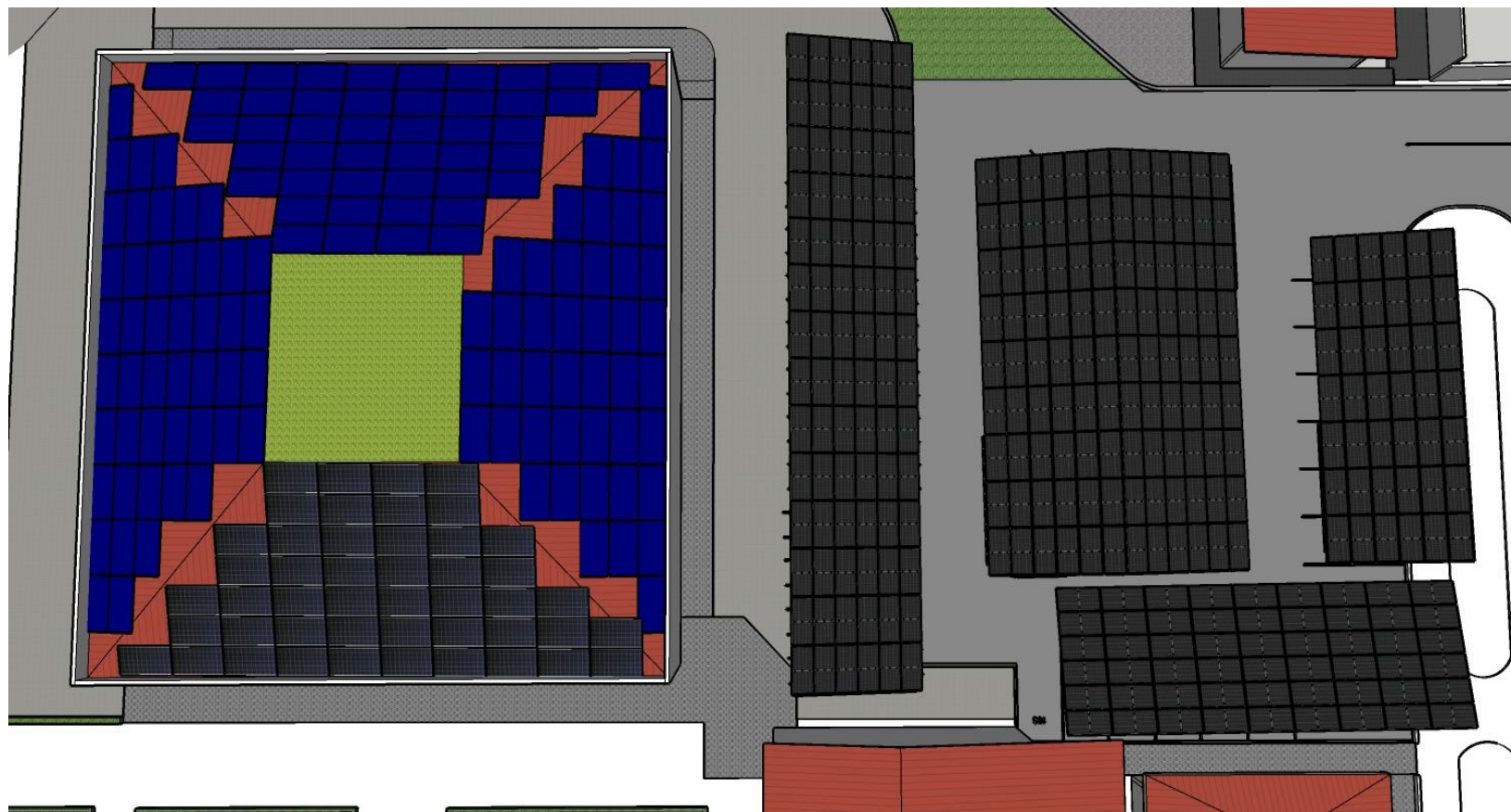


FIGURA 23. PERSPECTIVA VISUAL DE INSTALACION DE PANELES SOLARES.

Diagrama Unifilar Sistema Híbrido- Solar Fotovoltaico

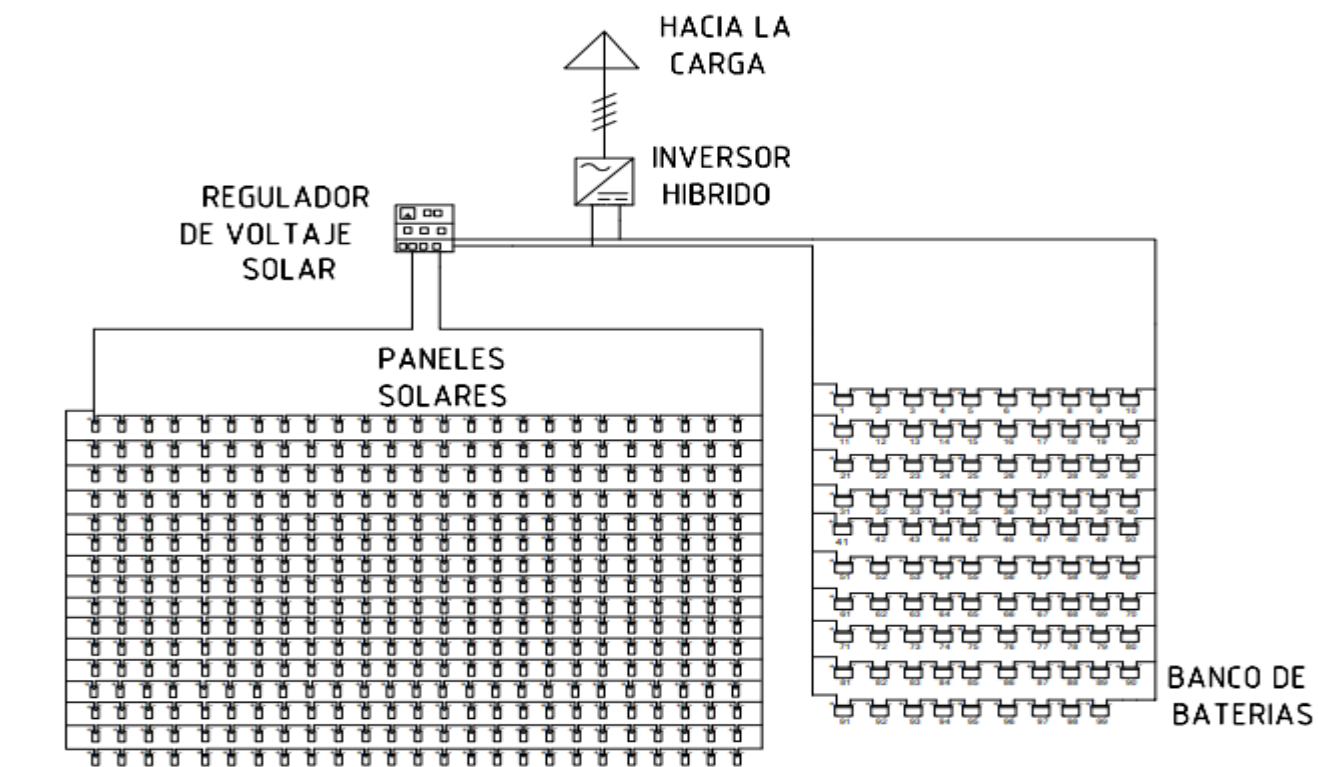


FIGURA 24 DIAGRAMA UNIFILAR HIBRIDO.