



Diseño de un Sistema Fotovoltaico para la Empresa Almacén y Taller York's Motos
Seminario

Jhon Erick Robles Gómez
CC 1.065.620.200
James Alvarado Méndez
CC 1.096.239.642

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA
PROGRAMA TECNOLOGÍA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO
BARRANCABERMEJA, SANTANDER 31/10/2021**



Diseño de un Sistema Fotovoltaico para la Empresa Almacén y Taller York's Motos
Seminario

Jhon Erick Robles Gómez
CC 1.065.620.200
James Alvarado Méndez
CC 1.096.239.642

**Trabajo de Grado para optar al título de
TECNÓLOGO EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO**

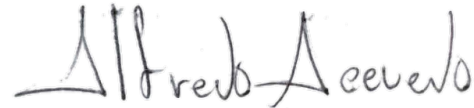
DIRECTOR

Lizeth Dayane Cortés Hernández

Grupo de Investigación en Energía – GIE

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA
PROGRAMA TECNOLOGÍA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO
BARRANCABERMEJA, SANTANDER 31/10/2021**

Nota de Aceptación



Firma del Evaluador



Firma del Director

DEDICATORIA

Dedico este proyecto y título a mis padres Jorge Eliecer Robles Flórez y Patricia Elena Gómez Oquendo, a mi esposa Celina Russo Siderol por todo el apoyo durante esta etapa la cual inicié con mucho anhelo y que gracias a ellos y a su motivación logré sacar adelante.

Jhon Erick Robles Gómez

Dedico este proyecto a mis padres y mujer José Alvarado, Yaneris Méndez y Ruth Rodríguez, porque siempre me apoyaron incondicionalmente y me aconsejaron en todo este proceso para hacer las cosas de la mejor manera y así poder sacar adelante esta tecnología mil gracias a ellos por ser esa motivación y darme esos consejos que lo animan a uno como persona y estudiante salir adelante.

James Alvarado Méndez

AGRADECIMIENTOS

Agradecido primeramente con Dios por brindarme salud, vida y entendimiento, a mi familia por el apoyo incondicional, por su paciencia y sus consejos.

A la familia York's Motos por abrirnos las puertas de su empresa y contar con nosotros como parte de una solución y a todas las personas, compañeros y amigos que me brindaron su conocimiento.

Jhon Erick Robles Gómez

Mis agradecimiento se los dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados que es mi carrera universitaria, también a mis seres queridos por su apoyo en todo este proceso y transcurso de mi carrera, y a mis compañeros que juntos nos apoyamos y trabajamos de la mano para poder sacar esta carrera con éxito, también quiero agradecer a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

James Alvarado Méndez

TABLA DE CONTENIDO

<u>RESUMEN EJECUTIVO</u>	<u>10</u>
<u>INTRODUCCIÓN</u>	<u>11</u>
<u>1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....</u>	<u>12</u>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	14
1.3. OBJETIVOS	15
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	15
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.4. ESTADO DEL ARTE	16
<u>2. MARCO REFERENCIAL</u>	<u>18</u>
2.1. PANELES SOLARES	18
2.2. INSTALACIÓN Y UBICACIÓN DE LOS PANELES	19
2.2.1. INSTALACIÓN	19
2.2.2. INCLINACIÓN.....	19
2.2.3. INVERSOR	19
2.2.4. PROTECCIÓN CORRIENTE DIRECTA (DC) Y PROTECCIÓN CORRIENTE ALTERNA (AC) ..	20
2.2.5. PROTECCIÓN DE SOBRETENSIÓN.....	20
<u>3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....</u>	<u>21</u>
4.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE ELEMENTOS Y HERRAMIENTAS DE LA EMPRESA ALMACÉN Y TALLER YORK’S MOTOS.	22
4.2. TARIFAS Y CARGOS DE LA FACTURACIÓN.....	32
4.3. DISEÑO FOTOVOLTAICO EMPRESA ALMACÉN Y TALLER YORK’S MOTOS.....	37
<u>5. RESULTADOS.....</u>	<u>43</u>
<u>6. CONCLUSIONES.....</u>	<u>44</u>
<u>7. RECOMENDACIONES</u>	<u>45</u>
<u>8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</u>	<u>46</u>

9. ANEXOS **49**

LISTA DE FIGURAS

Imagen 1. Empresa Almacen y Taller Yor'k Motos	22
imagen 2. Pistola de Calor	23
imagen 3. Taladro	23
imagen 4. Esmeril.....	24
imagen 5. Luminaria parte interna	25
imagen 6. Luminaria parta externa	25
imagen 7. ventilador kdk	26
imagen 8. Televisor Simply	27
imagen 9. Computador Portátil Asus	27
imagen 10. Cabina de sonido	28
imagen 11. Aire acondicionado Samsung.....	29
imagen 12. Histórico de Consumo Empresa Almacen y taller York's Motos	32
imagen 13. factura de energía empresa almacén y taller York's Motos mes de septiembre	33
imagen 14. factura de energía empresa almacén y taller York's Motos mes de octubre...	35
imagen 15. Conexión de paneles monocristalino en serie a un inversor	39
imagen 16. Conexión del inversor.....	40
imagen 17. Conexión de magneto térmico	41
imagen 18. Conexión de protección de sobretensión	41
imagen 19. Conexion de un sistema fotovoltaico a la red.....	43
imagen 20. Características del panel monocristlino.....	49
imagen 21. Característica del inversor.....	50

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Elementos y herramientas en la empresa almacén y taller York's Motos.....	29
Tabla 2. Potencia total de elementos y herramientas.....	30
Tabla 3. Consumo de cargas total de la empresa almacén y taller York's Motos.....	31
Tabla 4. Herramientas de alta potencia y sistema de climatización.....	37
Tabla 5. Costo del sistema fotovoltaico.....	42

Resumen ejecutivo

Por medio de este proyecto se presenta a la empresa Almacén y Taller York's Motos, un diseño de un sistema fotovoltaico conectado a la red para disminuir la facturación de energía mensual, se realiza un estudio para determinar el espacio y lugar para establecer la mejor ubicación en la parte superior de la empresa.

Para poder realizar este proyecto se estudian y se tienen en cuenta varios procesos resultando con éxito a nivel global y local, también se hace un estudio de cargas AC para así poder implementar una metodología que permita la identificación de datos de consumo de cada una de sus herramientas y sistemas de climatización, para poder hacer la conexión al sistema fotovoltaico.

Teniendo como resultado una reducción mensual de consumo de energía eléctrica, así como la disminución del pago de facturación de la misma.

Palabras clave. Sistema fotovoltaico, inversor, energía solar, paneles solares, radiación.

Introducción

En Barrancabermeja, Santander se vive día a día temperaturas y radiaciones solares intensas, la cual hace que el gasto de energía que ofrece el actual proveedor en Santander sea alto, por la necesidad de tener sistema de climatización (aire acondicionado y ventiladores) encendidos por largas horas.

Asumiendo que, en la ciudad de Barrancabermeja, Santander hay una fuente principal de contaminación, la Empresa Colombiana de Petróleo (Ecopetrol) el cual tiene una fuente de emisión de gases contaminantes a gran escala; se decide hacer investigaciones sobre energía renovables en la ciudad para así contribuir con el medio ambiente.

Por tal motivo y aprovechando las altas radiaciones de la ciudad de Barrancabermeja, Santander, el actual proyecto muestra el diseño de un sistema fotovoltaico que permite transformar por medio de unas celdas la radiación del sol a energía eléctrica, para así alimentar equipos y herramientas del Almacén y Taller York's Motos.

Por lo tanto, este proyecto pretende como objetivo primordial energizar las principales herramientas de alto consumo y sistema de climatización con el diseño de energía fotovoltaica, y brindar una solución al alto costo de energía que se está comprando.

1. Descripción del trabajo de investigación

1.1. Planteamiento del problema

Con la investigación realizada se da a notar que la implementación de sistemas fotovoltaicos es un elemento viable, que requiere de una alta inversión monetaria debido a que muchos de sus usuarios ya sean hogares o empresas utilizan herramientas, sistemas de climatización y demás electrodomésticos que producen un gran consumo energético.

La energía solar fotovoltaica poco a poco va tomando fuerza y se conoce que la ejecución de sistemas conectado a la red eléctrica para la generación de electricidad es una práctica muy común a nivel mundial, nacional y local.

En América se realizó una tesis relacionada con sistemas de energía solar fotovoltaica conectada a la red en Perú, la cual se evidencia que los costos de operación y mantenimiento son muy bajos, además dicha tesis estudia el dimensionamiento, diseño, instalación y mantenimiento de un sistema fotovoltaico conectado a la red convencional (Cornejo Lalupu, 2013) que ayuda para el desarrollo de este proyecto.

Se encuentra que la empresa proveedora de energía Electrificadora de Santander (ESSA), implemento el 23 de febrero de 2018 un proyecto de energía fotovoltaica en la ejecución de paneles solares para generar energía en las oficinas de la empresa,(revista el crisol, 2017).

También encontramos que en el Magdalena Medio se agrupa el desarrollo de 8 proyectos a gran escala ya que su capacidad instalada será por encima de los 100 megavatios Mw cada uno, el cual Cimitarra y Barrancabermeja, Santander están incluidas. (portafolio, 2019).

Barrancabermeja, Santander tiene una gran ventaja en cuanto a la radiación solar, en los últimos 15 días del año en curso se generó 76934 w/m² que corresponde a la suma de todas las horas de las que se dispone información, cabe resaltar que para realizar el pronóstico de radiación solar se tiene en cuenta el ángulo de incidencia de radiación solar que depende entre otras la declinación, latitud, inclinación y ángulo horario. (radiacion solar, 2021).

Este proyecto nace con el fin de brindar una solución a la empresa Almacén y Taller York's Motos, que presta servicio como instalación de calcomanías,

repuesto, lujos y accesorios para motocicletas; se encuentra ubicado en la carrera 28 # 48-81 barrio el Recreo en Barrancabermeja, Santander.

Esta empresa en sus labores diarias de instalación de lujos y accesorios utilizan herramientas eléctricas que representan un consumo alto de energía (taladro, esmeril, pistola de calor), y otros como el sistema de climatización locativo (aire acondicionado, ventiladores), donde la empresa se ve afectada financieramente por el alto costo de la energía convencional \$600 kilovatio hora (kwh), que distribuye la electrificadora de Santander (ESSA).

¿Qué efecto produce en la empresa almacen y taller York's Motos el alto costo de la energía y cuál es la condición en la que se trabaja?

1.2. Justificación

La ejecución de paneles solares involucra un gran progreso para la sociedad y el mundo, es dejar atrás la generación de gases de invernadero que ponen en peligro directamente a la atmosfera e indirectamente a todos los seres vivos del planeta (Manolo, 2015).

Por medio de este proyecto se quiere demostrar el comportamiento de un sistema solar fotovoltaico con conexión a la red eléctrica, indicando el comportamiento energético, los rendimientos actuales y los parámetros de funcionamiento de la instalación para el ahorro en la factura de energía de la empresa almacén y taller York's Motos.

Cabe resaltar que la implementación de este sistema genera costos muy alto que son estudiados y evaluados mediante un análisis de impacto ambiental, financiero, social etc, el cual ayuda a comprender la inversión que se va hacer, la viabilidad que se va tener y demás motivos que sean requeridos para la construcción del sistema fotovoltaico para la Empresa Almacén y Taller York's Motos.

Se tiene como ventaja para esta investigación, la realización de varios proyectos resultando con éxito a nivel mundial, nacional, departamental y local, los cuales se tienen en cuenta para la investigación y realización de la conexión del sistema solar fotovoltaico para la empresa.

Por tal motivo la empresa York's Motos pretende implementar un sistema de energía alternativa, diseñando un método de energía fotovoltaica, para minimizar los gastos de consumo aprovechando las altas radiaciones de la ciudad de Barrancabermeja, Santander y así poder trabajar sin pensar tanto en el consumo hora de cada una de sus herramientas (taladro, esmeril, pistola de calor) y sistema de climatización.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar la viabilidad de instalación del Sistema Fotovoltaico para empresa York's Motos para contribuir con la eficiencia energética y reducir los costos de facturación en el consumo eléctrico.

1.3.2. Objetivos específicos

- Describir el sistema eléctrico teniendo en cuenta el diagrama unifilar y el cuadro de cargas con el fin de determinar la demanda instalada en la empresa.
- Analizar el consumo de energía eléctrica mediante la revisión de la facturación con el fin de identificar tarifas, consumos y cargos fijos.
- Diseñar el sistema fotovoltaico teniendo en cuenta la demanda eléctrica y los componentes necesarios para mejorar la eficiencia energética de la empresa.

1.4. Estado del arte

Con la investigación que se realizó para este proyecto encontramos muchos casos de éxito, cabe resaltar que a una escala mucho mayor que la necesidad de la empresa almacén y taller York's Motos.

Se encuentra una publicación de un proyecto de una instalación solar fotovoltaica para un bloque de vivienda en el país de España en Valencia, el cual nos proporciona argumentos para ejecutar este proyecto. (Pons Tabascar, 2016).

También encontramos un proyecto en el país de Chile en Valdivia, el cual nos muestra otra manera de implementar la energía solar fotovoltaica, el cual realiza un sistema fotovoltaico para alimentar una vivienda, la cual será iluminada por ampollitas led. (Perez Garrido, 2009) y cabe resalta que es otro caso de éxito con energía solar fotovoltaica.

Encontramos un proyecto acá en Colombia en Bogotá de una carga muy inferior a la que se va a manejar la empresa almacén y taller York's Motos la cual nos aporta información muy importante, se trata de un diseño e implementación de un sistema fotovoltaico de bajo costo para alimentar un circuito cerrado de televisión. Siendo este un éxito a una escala mucho menor. (Abril Olaya & Buitrago Quintero, 2016).

En esta tesis se analiza el consumo de varias viviendas en Bogotá, cabe resaltar que no es el caso de nuestra empresa almacén y taller York's Motos, pero nos aporta y proporciona metodología para la ejecución de este proyecto. (Lozano Celis & Guzman Espitia, 2016).

Encontramos un proyecto que se realizó con éxito acá en la ciudad de Barrancabermeja, Santander el cual nos proporciona gran información con respecto a las radiación y horas de sol en el en municipio, el cual es de una carga menor a el proyecto de la empresa almacén y taller York's Motos, este proyecto se trata del análisis de factibilidad del diseño de un sistema solar fotovoltaico en la escuela campo 45 del corregimiento el Centro de la ciudad de Barrancabermeja, Santander. (Montañez et al., 2020).

Con la investigación que se realizó para este proyecto se encontraron muchas de las necesidades y preocupaciones que está viviendo cada uno de los hogares y la mayoría de las pequeñas empresas en Barrancabermeja, Santander, por el alto

costo de la energía eléctrica, que por las altas temperaturas se hace necesario tener sistema de climatización (aire acondicionado).

Por tal razón se opta por fabricar un diseño fotovoltaico conectado a la red eléctrica para la empresa almacén y taller York's Motos para abastecer herramientas (taladro, esmeril, pistola de calor), y el sistema de climatización (aire acondicionado y ventiladores), para así poder brindar tranquilidad a la hora del uso de los mismo, ya que por cuestiones de ahorro de energía se dejaron de utilizar las herramientas y el sistema de climatización por horas, siendo así la manera más fácil de ahorrar viéndose afectados a la hora de laboral con dichas herramientas.

2. Marco referencial

La energía renovable, si nos damos cuenta es una de las opciones que ayuda a reducir la contaminación del medio ambiente ya que la energía solar se origina por medio de radiaciones que emite el sol la cual viaja a través del espacio en forma de fotones convirtiéndose así en energía eléctrica por medio de dispositivos. (IDEAM, 2021).

Para que esta energía la cual emite el sol funcione, se debe implementar celdas solares la cual es la encargada de transformar esta energía en energía eléctrica. (Illuminet, 2016).

Las celdas están formadas por 2 tipos de semiconductores uno de carga positiva (p) y otro de carga negativa (n), que cuando recibe luz solar la parte negativa permite que un fotón de luz desprenda un electrón, donde el electrón libre deja un espacio que será llenado por un electrón que fue desprendido de su propio átomo.

Para que la energía solar continua que produce un panel solar, se convierta en energía alterna, la cual funciona en los hogares y empresas se debe utilizar un inversor fotovoltaico el cual se encarga de esta transformación; y de esta manera poder generar y consumir su propia electricidad. (Selectra, 2021).

2.1. Paneles solares

En el mercado de Colombia se manejan principalmente 2 tipos de paneles solares (modelo monocristalino y modelo policristalino), donde cada uno tiene sus ventajas en cuanto a la eficiencia.

Estos paneles tienen diferentes comportamientos, se ha investigado y algunos diseñadores recomiendan paneles policristalinos para clima cálido como el de Barrancabermeja, Santander, pero se debe tener en cuenta que los paneles monocristalinos (son más eficientes), esto quiere decir que las pérdidas por temperatura la salva con su mayor producción nominal.

Para este proyecto se utilizara **Znshine solar monocristalino PERC 530 W**, teniendo en cuenta varios aspectos; (ZNSHINESOLAR, 2021).

- Calidad.

- Economía.
- Eficiencia
- Dimensionamiento.
- Comercialización
- Garantías.

2.2. Instalación y ubicación de los paneles

2.2.1. Instalación

En la empresa almacén y taller York's Motos se cuenta con área de 130 m² para ubicación de los paneles solares monocristalinos, el cual 9 paneles ocuparan 23 m².

Los paneles solares van instalados en la parte superior de la empresa a 50 cm del techo de la misma, ancladas con estructuras metálicas cuidadosamente sujetadas, y con una inclinación rígida, para captar la mejor radiación posible y tener un sistema óptimo. (Google Earth, 2021).

2.2.2. Inclinación

Teniendo en cuenta la latitud de Barrancabermeja, Santander los paneles quedaran ubicados con una inclinación de 7° hacia el sur.

2.2.3. Inversor

Es el dispositivo encargado de convertir la corriente continua emitida para los paneles en corriente alterna para ser utilizado por los equipos y herramientas:

Existen dos tipos de inversores:

- **Inversor de aislada:** diseñados para trabajar en lugares sin suministro eléctrico y su fuente de energía es proporcionada por el sistema fotovoltaico y necesitan baterías para funcionar, también llamadas (OFF GRID).
- **Inversor de red:** instalado en locaciones con suministro eléctrico, donde este inversor toma como prioridad la energía de los paneles para abastecer los consumos y los consumos que no puede abastecer, se alimenta de la red eléctrica, funcionando sincronizadamente llamada (ON GRID).

Para este proyecto se utilizará un inversor GROWATT MIN TL-X de 600 w on grid.

Teniendo en cuenta el consumo que se desea abastecer, la calidad y la garantía que ofrece el fabricante se selecciona este inversor.

2.2.4. Protección corriente directa (dc) y protección corriente alterna (ac)

son dispositivos utilizados para evitar que el sistema fotovoltaico presente averías cuando haya sobre carga de energía u sobre tensión.

2.2.5. Protección de sobretensión

Este protector de sobre tensión DC es un dispositivo diseñado para proteger el sistema eléctrico de algún pico de tensión; este dispositivo regula el voltaje aplicado y bloqueando los voltajes superiores y enviándolos a tierra.

3. Diseño de la investigación

Para la realización de este proyecto se emplea una investigación descriptiva, ya que detalla cada uno de los pasos a seguir para el diseño de este sistema fotovoltaico conectado a la red de energía, esta metodología se implementa de los hechos, es decir de proyectos, investigaciones y estudios realizados por otros investigadores los cuales sirven de guía para abarcar estrategias necesarias para la realización de este proyecto.

Esta investigación tiene un enfoque mixto, el cual se divide así; por un lado, enfoque cualitativo, que establece una descripción precisa del proyecto, la cual genera datos fundamentales, que son obtenidos y deben tenerse en cuenta para la generación de opiniones y datos que requiera el estudio de sistemas fotovoltaicos.

Por otro lado, se realiza una metodología cuantitativa que permite calificar, estudiar y establecer los detalles del proyecto, a través de las investigaciones recolectada, este enfoque cuantitativo busca como objetivo determinar el funcionamiento de un sistema fotovoltaico conectado a la red de energía eléctrica mediante sistema de inversor.

En pocas palabras la función de este proyecto es descubrir las bases y conseguir información, permitiendo el resultado de estudio y la formulación de dicha hipótesis, como punto final se desarrolla un análisis financiero que determine los costos aproximados.

4. Desarrollo del trabajo de grado

4.1. Descripción del sistema eléctrico de elementos y herramientas de la empresa almacén y taller York's Motos.

Se realizó una revisión en la empresa almacén y taller York's Motos de todos los elementos y herramientas con el fin de cuantificar e identificar la demanda eléctrica requerida para dichos elementos.

En la imagen 1 se puede observar la empresa almacén y taller York's Motos.

Imagen 1. Empresa Almacén y Taller York's Motos



Fuente: autor

En la imagen 2 se puede evidenciar la pistola de calor herramienta que se utiliza en la empresa York's Motos por aproximadamente 3 horas al día, para la instalación de calcomanía y adhesivos con una potencia de consumo de 1800 W.

imagen 2. Pistola de Calor



Fuente: autor

En la imagen 3 se puede evidenciar el taladro el cual se utiliza por un tiempo de 1 hora diaria, para la instalación de cortavientos, porta placas, comandos, su consumo es 250 W.

imagen 3. Taladro



Fuente: Autor

en la imagen 4 se puede observar el esmeril herramienta que se utiliza en cortes, desbastes y pulido de materiales como tornillos, porta placas, el cual se utiliza 1 hora diaria con un consumo energético de 1500 W.

imagen 4. Esmeril



Fuente: autor

La empresa almacén y taller York's Motos tiene 9 luminarias en led de las cuales 8 duran 15 horas diarias encendidas, el consumo de cada una es de 36 W, la luminaria de la parte exterior se utiliza 3 horas diarias la cual también consume 36 W.

En la imagen 5 e imagen 6 se puede observar el tipo de luminaria utilizada en la empresa en la parte interna y externa.

imagen 5. Luminaria parte interna



Fuente: autor

imagen 6. Luminaria parta externa



Fuente: autor

En la imagen 7 se puede evidenciar el ventilador de techo que utiliza la empresa marca kdk el cual dura encendido 15 horas diarias, con un consumo energético de 120 W.

imagen 7. ventilador kdk



Fuente: autor

También se cuenta en la empresa con un televisor marca simply de 21 pulgadas y un computador portátil marca Asus los cuales se utilizan por 2 horas diarias, el consumo del televisor es de 60 W y el del computador portátil 100 W.

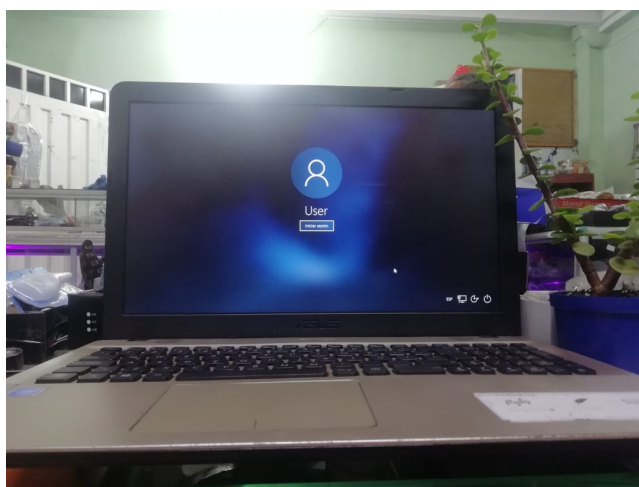
En la imagen 8 e imagen 9 se muestra el televisor y computador portátil que utiliza la empresa almacén y taller York's Motos.

imagen 8. Televisor Simply



Fuente: autor

imagen 9. Computador Portátil Asus



Fuente: autor

En la empresa almacén y taller York's Motos se cuenta con cabina de sonido conectada a la red eléctrica por 9 horas al día, la cual tiene un consumo energético de 400 W.

La imagen 10 muestra la cabina de sonido que utiliza la empresa.

imagen 10. Cabina de sonido



Fuente: autor

En la imagen 11 se puede evidenciar el aire acondicionado de 9000 btu marca Samsung y uno de los elementos que más potencia necesita, el cual dura encendido 5 horas diarias y tiene un consumo energético de 2640 W.

imagen 11. Aire acondicionado Samsung



Fuente: autor

En la tabla 1 se puede evidenciar la cantidad de electrodomésticos y herramientas que se encuentran en la empresa almacén y taller York's Motos.

Tabla 1. Elementos y herramientas en la empresa almacén y taller York's Motos.

CANT	ELECTRODOMESTICOS Y HERRAMIENTAS	W
8	LUMINARIAS LED INTERNA	36
1	LUMINARIA LED EXTERNA	36
1	VENTILADOR DE TECHO	120
1	TELEVISOR LCD DE 21"	60
1	COMPUTADOR PORTATIL	100
1	TALADRO DE 1/4	250
1	ESMERIL	1500
1	PISTOLA DE CALOR	1800
1	CABINA DE SONIDO	400
1	AIRE ACONDICIONADO 9000 BTU	2640

Fuente: autor

Teniendo en cuenta la potencia total 7194 W, representado en la tabla 2 con la selección de elementos y herramientas que se encuentran en la empresa con el fin de establecer el valor que será generado por los paneles solares instalados.

Tabla 2. Potencia total de elementos y herramientas.

CANT	ELECTRODOMESTICOS Y HERRAMIENTAS	W	POTENCIA W o VA
			P
8	LUMINARIAS LED INTERNA	36	288
1	LUMINARIA LED EXTERNA	36	36
1	VENTILADOR DE TECHO	120	120
1	TELEVISOR LCD DE 21"	60	60
1	COMPUTADOR PORTATIL	100	100
1	TALADRO DE 1/4	250	250
1	ESMERIL	1500	1500
1	PISTOLA DE CALOR	1800	1800
1	CABINA DE SONIDO	400	400
1	AIRE ACONDICIONADO 9000 BTU	2640	2640
	total	6942	7194

Fuente: autor

Se realiza la tabla 3 teniendo en cuenta la potencia total de elementos y herramientas, para así determinar la demanda de energía que consume la empresa almacén y taller York's Motos.

De la siguiente manera;

- Se inicia por identificar la cantidad, tipos de herramienta y electrodomésticos utilizados en la empresa.
- Se identifica el consumo en vatios (W) de cada una de las herramientas y electrodomésticos.
- Luego se multiplica la potencia por la cantidad de herramientas y electrodomésticos utilizados para obtener la potencia total;

$$W(\text{potencia}) * Cherramientas$$

- Después de tener la potencia total, se convierte a kilovatios (Kv), dividiendo potencia entre 1000;

$$P/1000$$

- Se identifica el Tiempo (t) de uso de cada una de las herramientas y electrodomésticos utilizados.
- Luego se identifica el consumo de kilovatio hora consumida (Kwh) de esta manera;

$$P * t$$

- Se multiplica el kilovatio hora por los 30 días del mes de esta forma;

$$Kwh * 30$$

- Para calcular el consumo mes se multiplica el precio actual del kilovatio.
- (Kw) el cual es \$600 kilovatio hora (Kwh) así;

$$600 * Kwh$$

- Y para finalizar se realiza la sumatoria de cada consumo utilizado en las herramientas y electrodomésticos de la empresa almacén y taller York's Motos el cual da el consumo total mensual del recibo de energía.

Tal como lo muestra la tabla.

Tabla 3. Consumo de cargas total de la empresa almacén y taller York's Motos.

CANT	ELECTRODOMESTICOS Y HERRAMIENTAS	W	POTENCIA W o VA	POTENCIA EN KW	HORAS DIARIAS DE USO	Kwh	Kwh/mes	COSTO MENSUAL
			P	P/1000	t	P.t	*30	\$600*KWH
8	LUMINARIAS LED INTERNA	36	288	0,288	15	4,3	129,6	77.760
1	LUMINARIA LED EXTERNA	36	36	0,036	3	0,1	3,24	1.944
1	VENTILADOR DE TECHO	120	120	0,12	15	1,8	54	32.400
1	TELEVISOR LCD DE 21"	60	60	0,06	2	0,1	3,6	2.160
1	COMPUTADOR PORTATIL	100	100	0,1	2	0,2	6	3.600
1	TALADRO DE 1/4	250	250	0,25	1	0,3	7,5	4.500
1	ESMERIL	1500	1500	1,5	1	1,5	45	27.000
1	PISTOLA DE CALOR	1800	1800	1,8	3	5,4	162	97.200
1	CABINA DE SONIDO	400	400	0,4	9	3,6	108	64.800
1	AIRE ACONDICIONADO 9000 BTU	2640	2640	2,64	5	13,2	396	237.600
	total	6942	7194	7,194	56	30,5	914,94	548.964

Fuente: autor

con la ejecución de las anteriores tablas se pudo observar que la demanda de consumo de la empresa almacén y taller York's Motos es de 914.94 kwh/mes.

4.2. Tarifas y cargos de la facturación

imagen 12. Histórico de Consumo Empresa Almacén y taller York's Motos



Fuente: autor

En la siguiente grafica se puede evidenciar el histórico de consumo de los últimos 6 meses de la empresa almacén y taller York's Motos, en el cual se observa el cambio brusco del consumo de energía ya que toman la opción de no encender el sistema de climatización (aire acondicionado) y disminuir el uso de las herramientas de alto consumo energético, siendo esto producto de un ambiente de trabajo difícil tanto para los trabajadores de la empresa como para los clientes que llegan a ella, ya que Barrancabermeja, Santander tiene un clima bastante caluroso el cual hace necesario el uso del sistema de climatización por largas horas.

Cabe resaltar que los consumos reflejados en la factura de energía con respecto a la tabla de carga son irregulares ya que la empresa tomó la decisión de racionar el uso de las herramientas de alto consumo y apagado total del sistema de climatización, siendo este uno de los elementos de más alto consumo.

En la imagen 13 factura del mes de septiembre y en la imagen 14 factura del mes de octubre de la empresa almacén y taller York's Motos se puede evidenciar el cambio brusco del consumo de energía mensual por el apagado total del sistema de climatización y por el poco uso de las herramientas de alto consumo.

imagen 13. factura de energía empresa almacén y taller York's Motos mes de septiembre

ESSA Grupo epm
NIT: 890.201.230-1
Carrera 19 No. 24-56
Bucaramanga, Santander Colombia
Comunicador 57 (7) 633 9767

Número de cuenta: **400432**
Con este número puedes hacer trámites y pagos

www.essa.com.co
ESSA Grupo EPM @ESSAGrupEPM
essa.epm essagrupem

Datos del Medidor
Número: 14358460468
%consumo kWh/mes AC: 0
Marca: HXG
Factor: 1
Cifras: 5-2
Tipo: A3

Datos Técnicos y Calidad del Servicio
Grupo de calidad: 13 Transformación: 0201021
Duración del servicio: 0 Código del Cliente: 22 Prop. EMPRESA
Net 1-2
Voltaje Compensado: 90 Carga adicional:
Ciclo: 261 LIBE BARRANCA Cuotas Años Comunes:
Ruta: 261 02-08-033-1047 Consumo mensual promedio:
Clase de usuario: 2 Comercial Consumo: 140
Estrato Nivel: 0/1 DUE pag. 25
Tipo de Generación: FUG pag. 25
Subestación: 18 BIENOSAIRES DUE - DUE pag. 1409
Cuenta: 082222 BIENOSAIRES Y FUG - FUG pag. 6
Consumo Mensual Promedio Trimestre (kWh):

Componentes de Costo (CU)
Generación (G): 217.80 \$/kWh
Transmisión (T): 41.57 \$/MWh
Distribución (D): 231.73 \$/MWh
Restricciones (R): 27.39 \$/MWh
Pérdidas (PR): 50.27 \$/MWh
Comercialización (C): 61.02 \$/MWh
G+T+D+Cv+PR+R=CUV \$/kWh: 629.80
CU Opción Tarifada \$/kWh: 611.37

31 Días de consumo
3790 Lectura Actual
2510 Lectura Anterior
240 Diferencia
240 kWh Consumo
1 Factor multiplicación

Histórico de consumo (kWh)
126 (MAY), 289 (JUN), 308 (JUL), 291 (AGO), 311 (SEPT), 321 (OCT), 268 (NOV), 271 (DICI)
- Consumo cobrado por Lectura Tomada

Liquidación Bienes, Servicios, Conexos y Otros
Concepto Valor Mes Saldo
Consumo Activa \$ 146,731 0
Contribución Activa \$ 29,346 0
Aporte Voluntario Dec. 517 \$ 8,000 0
MME

Total servicio \$ 184,077

La presente factura presta mérito ejecutivo de conformidad al Art.130 ley 142/94

Pago total + aporte voluntario \$219,570
Llévate este código si quieres pagar con el aporte voluntario sugerido.

Pago sin alumbrado público \$196,897
Este es el valor que pagas sin impuesto de alumbrado público.

Pago total sin aporte voluntario \$211,570
Este es el valor que pagas con servicio de energía, impuesto de alumbrado público, otros conceptos.

Mayor información Línea gratuita **018000 971 903**
Reporta daños y emergencias en nuestro portal web, nuestra app o en la **115** Línea

Alumbrado Público

Valor a pagar por impuesto de AP (acuerdo Mpal No Acuerdo 022 de 2005 Actualizado 017 de 31 DIC 2014). Si tienes inquietudes o sugerencias comunícale con la alcaldía de tu municipio. 6229081. CCU, cláusula 29.

Base gravable	\$	146,731
Tarifa impuesto alumbrado público (AP)		10%
Impuesto municipal alumbrado público	\$	14,673
Saldo anterior	\$	0

Total impuestos AP \$ 14,673

La mora en el pago de impuesto de AP, acarrea cobro de intereses, conforme al artículo 635 del Estatuto Tributario Nacional, y el proceso de cobro coactivo, los cuales será el Municipio quien efectuará la liquidación y el cobro correspondiente y no se verán reflejados en la presente bitácora. Contra la liquidación procede el recurso de reconsideración M.720 ET.N



Valórala la identidad de nuestros trabajadores y personal contratista marcando **01 8000 971 903**, ingresando a **www.essa.com.co** o desde la **aplicación móvil de ESSA.**

Liquidación Empresa de Aseo

Empresa: VEQUA ASEO-BARRANCABERMEJA Resolución: 2
Categoría: A/a/a: .063
Estrato: 0 Subsidio: -1.5%

Últimos Cobros aseo (\$)

Mes-1:	21,020	Mes-3:	20,000	Mes-5:	19,742
Mes-2:	19,972	Mes-4:	19,948	Mes-6:	19,672

	ACTUAL	HIST 1	HIST 2
VGA	158444.000000	158444.000000	162288.000000
TRBL	0.00272	0.00272	0.00267
TRLL	0.00000	0.00000	0.00000
TRPA	0.00000	0.00000	0.00000
TRIA	0.00857	0.00851	0.01124
TAFI	0.00000	0.00000	0.00000
TAFNA	0.00000	0.00000	0.00000
TRINA	0.06300	0.06300	0.06540

	Valor	Saldo	
Aseo disposición final	\$	-205	0
Tasa de banco	\$	8238	0
Disposición final	\$	3030	0
Resolución de aseo	\$	6813	0
Subsidio aseo	\$	-374	0
Fedatario y sueldo	\$	2559	0
Tarifa de limpieza	\$	46	0
Tarifa de recolección	\$	138	0
Tarifa de recolección	\$	1517	0
Asociación comunal	\$	785	0
Impuesto	\$	975	0
Ajuste de intereses	\$	-205	0

Total servicio de aseo \$ 20,820

ESSA Grupo epry

AUTORRETRIMEDORES RESOLUCIÓN 0547 DE 25-01-2002 GRANDES CONTRIBUYENTES RESOLUCIÓN 9061 DE DIC. 10 DE 2020

Felicitaciones:
Estás al día en tu pago

Valor total a pagar:
\$211,570

Pago oportuno hasta:
17/SEP/2021

Periodo facturado
De: 31/JUL/2021 a: 30/AGO/2021
Fecha último pago: 23/AGO/2021
Valor del último pago: 274,916
Suspensión desde: 18/SEP/2021
Expedición: 06/SEP/2021
Factura de venta: 185485790

Número para pago electrónico
400432

RECORDE LA DESERCIÓN DE LA FECHA DE PAGO OPORTUNO, EL GOBIERNO AVANZA EL PROCESO DE MOROSIDAD 10476. 88



Rostros que transforman vidas. Mejorar la calidad del servicio siempre será mi misión

Puntos y Medios de Pago

ID Identificanos

- Aplicación móvil
- Débito automático: Bancolombia o Colpatria
- Pago electrónico: ATH, Redeban, PSE
- Apuestas la perla
- VIA Baloto
- Comercial Card
- Almacenes Exito
- Entidades Bancarias

Cooperativas: Cooperensa, Coessa, COMULTRASAN y Finecoop

Los pagos realizados mediante consignación o transferencia deben ser reportados al correo recaudos@essa.com.co adjuntando el comprobante de consignación y el número de cuenta

Consulta la oficina más cercana en www.essa.com.co

QR para pago por PSE >



ESSA Grupo epry

Mónica Manjón-Suárez
Gerente

Queremos estar conectados contigo

Conoce nuestros canales de atención en www.essa.com.co
Chat / Aplicación móvil
Línea de atención **01 8000 971 903**
Redes sociales / WhatsApp empresarial
318 833 9121
Oficinas de atención



Fuente: autor

imagen 14. factura de energía empresa almacén y taller York's Motos mes de octubre.



Alumbrado Público

Valor a pagar por impuesto de AP (acuerdo Mpal No Acuerdo 022 de 2005 Actualizado 017 de 31 DIC 2014). Si tienes inquietudes o sugerencias comunícalas con la alcaldía de tu municipio. 6229091. CCUJ, cláusula 29.

Base gravable	\$	74,421
Tarifa impuesto alumbrado público (IAP)		10%
Impuesto municipal alumbrado público	\$	7,442
Saldo anterior	\$	0
Total impuestos AP	\$	7,442

La mora en el pago de impuesto de AP, acarrea cobro de intereses, conforme al artículo 635 del Estatuto Tributario Nacional, y el proceso de cobro coactivo, los cuales será el Municipio quien efectuará la liquidación y el cobro correspondiente y no se verán reflejados en la presente factura. Contra la liquidación, procede el recurso de reposición AM.720 ET.N.

Valida la identidad de nuestros trabajadores y personal contratista marcando

01 8000 971 903,
Ingresando a
www.essa.com.co o desde la aplicación móvil de ESSA.

Verifica siempre la identidad de nuestro personal

Escanea este código QR en tu celular ¡Combataremos y denunciaremos a los suplantadores!

Liquidación Empresa de Aseo

Empresa: VEOUA ASEO-BARRANCABERMEJA Recolección: 2
Categoría: Nro: .063
Estado: 0 Subsidio: -1.5%

Últimos Cobros aseo (\$)

Mes-1:	20,820	Mes-3:	19,972	Mes-5:	19,948
Mes-2:	21,020	Mes-4:	20,000	Mes-6:	19,742

	ACTUAL	HIST 1	HIST 2
VGA	15844.400000	15844.400000	15844.400000
TRBL	0.00272	0.00272	0.00272
TRLU	0.00000	0.00000	0.00000
TRPA	0.00000	0.00000	0.00000
TRA	0.00957	0.00957	0.00951
TAPA	0.00000	0.00000	0.00000
TAPNA	0.00000	0.00000	0.00000
TRNA	0.06300	0.06300	0.06300

	Valor	Saldo
Tarifa aseo	\$ 8298	0
Disposición	\$ 3910	0
Recolección aseo	\$ 7294	0
Sueldo aseo	\$ -3739	0
Fedatario y sueldo	\$ 2551	0
Tarifa de limpieza	\$ 49	0
Tarifa limpieza urbana	\$ 120	0
Tarifa recolección	\$ 1517	0
Acopio comercialización	\$ 785	0
Id	\$ 478	0
Aplicación de subsidio	\$ -205	0

Total servicio de aseo \$ 20,968

Puntos y Medios de Pago ID Identificanos

- Aplicación móvil
- Débito automático: Bancolombia o Colpatría
- Pago electrónico: ATH, Redeban, PSE
- Apuestas La perla
- Vía Baloto
- Comercial Card
- Almacenes Exito
- Entidades Bancarias

Cooperativas: Coopenessa, Coessa, COMULTRASAN y Finecoop

Los pagos realizados mediante consignación o transferencia deben ser reportados al correo recaudos@essa.com.co adjuntando el comprobante de consignación y el número de cuenta

Consulta la oficina más cercana en www.essa.com.co

QR para pago por PSE >

ESSA Grupo-epm

AUTORRETEENEDORES RESOLUCIÓN 0547 DE 25-01-2002. GRANDES CONTRIBUYENTES RESOLUCIÓN 9061 DE DIC. 10 DE 2002.

Felicitaciones: Estás al día en tu pago

Valor total a pagar: \$118,055

Pago oportuno hasta: **19/OCT/2021**

Periodo facturado
De: 31/AGO/2021 a: 29/SEP/2021
Fecha último pago: 20/SEP/2021
Valor del último pago: 211,570
Suspensión desde: 20/OCT/2021
Expedición: 05/OCT/2021
Factura de venta: 186527690

Número para pago electrónico
400432

BOGOTÁ, DISTRITO DE LA FEDECO, DEPARTAMENTO DE BOGOTÁ, COLOMBIA

¡Hola!

Soy Luisa, la Luz que ilumina a Santander

Tu asistente virtual para orientarte en tus requerimientos. Disponible las 24 horas del día, 7 días a la semana.

Guárdame como **Luisa - ESSA** para estar siempre conectados con la buena energía.

Escríbeme al **318 833 91 21**

ESSA 20 años de luz

Fuente: autor

4.3. Diseño fotovoltaico empresa almacén y taller York's Motos

Por medio de un análisis de carga realizado en la empresa almacén y taller York's Motos se detectó un consumo energético total de 914.94 kWh/mes, el cual para este diseño se requiere reducir en un 80% el consumo de la energía eléctrica convencional, con el fin de energizar las herramientas de alto consumo y el sistema de climatización (aire acondicionado) con energía fotovoltaica, tal como lo muestra la tabla 4.

Tabla 4. Herramientas de alta potencia y sistema de climatización

CANT	ELECTRODOMESTICOS Y HERRAMIENTAS	W	POTENCIA W o VA
			P
1	AIRE ACONDICIONADO 9000 BTU	2640	2640
1	PISTOLA DE CALOR	1800	1800
1	ESMERIL	1500	1500
		total	5940

Fuente: autor

Inmediatamente después de decidir las herramientas y electrodomésticos se procede a realizar el cálculo de cuantos paneles solares se necesitan para poder alcanzar los 5940 W.

Para poder tener el número exacto de paneles a utilizar, se realiza la siguiente ecuación;

$$\frac{E \times 1.3}{Hsp \times wp} = NPanel$$

Donde;

- E: es el consumo diario de las herramientas y sistema de climatización anterior mente mencionados.
- 1.3: factor de sobredimensionamiento, es recomendable entre (10%/30%) para aliviar perdidas (temperatura, nubosidad, consumo de inversor, etc.), para este caso incrementaremos 30%.
- Hsp: son las horas donde la radiación del día supera los 1000 W/m², por información del IDEAM las Hsp en Barrancabermeja, Santander es de 5.5 W/m².

- Wp: son los watts de cada panel utilizado para este proyecto, en este caso 530 W.

Siendo esta la ecuación resuelta:

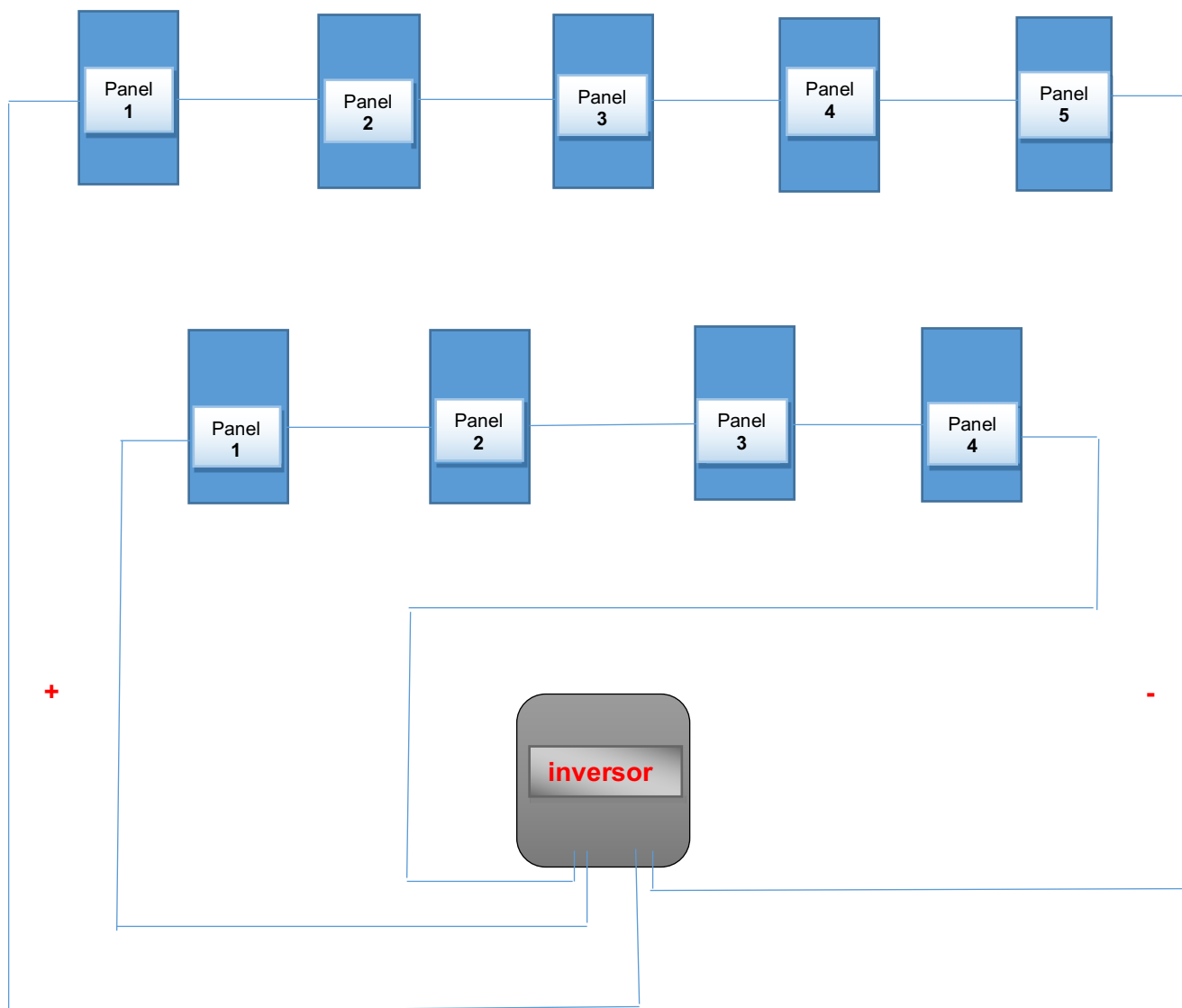
$$\frac{20100 \times 1.3}{5.5 \times 530} = 8.9 = 9$$

Como resultado para poder obtener los 5940 W, se necesitarán 9 paneles solares fotovoltaicos de 530 W y un inversor de 6000 W el cual pueda suplir la energía requerida.

Se decide instalar 9 paneles solares Monocristalino con inclinación hacia el sur, aprovechando las horas pico sol en Barrancabermeja, Santander, la cual se determina por medio de la página salida y puesta del sol en Barrancabermeja. (BARRANCABERMEJA, 2021).

Se diseña una conexión que cumpla con las características del inversor que se desea instalar, con 2 string (uno de 4 paneles en serie y otro de 5 paneles en serie). Como lo muestra la imagen 15.

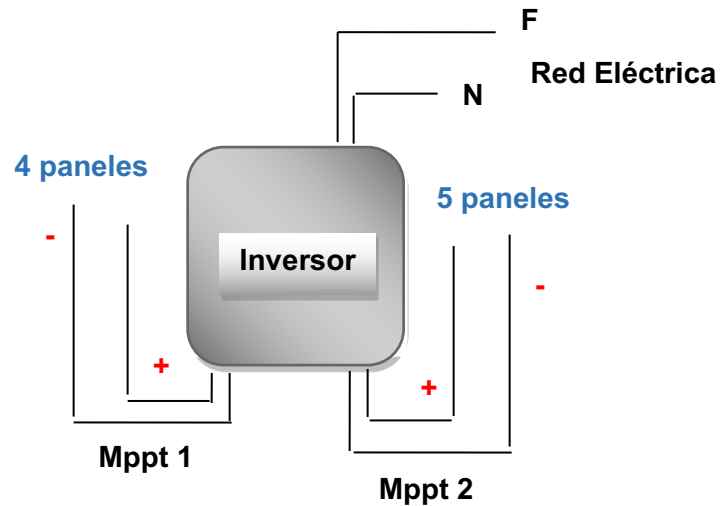
imagen 15. Conexión de paneles monocristalino en serie a un inversor



Fuente: autor

Aprovechando una de las características del inversor se conecta el string de 4 paneles al mppt (1) y el string de 5 paneles al mppt (2), como se muestra en la imagen 16 y la salida en AC se conecta a la red eléctrica (caja de distribución).

imagen 16. Conexión del inversor



Fuente: autor

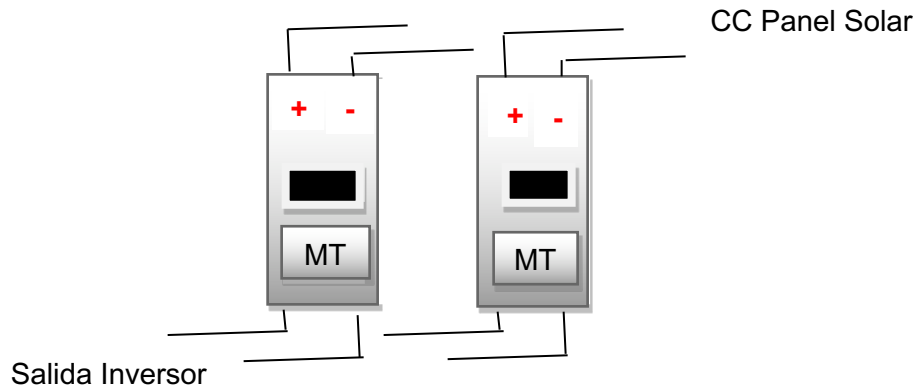
Cabe resaltar que la ubicación del inversor debe ser en un lugar seco, fresco y ventilado, sin polvo y lejos del alcance de los niños o animales; en este caso se instalaría junto a la caja de distribución de la empresa.

Para la protección se contaría con protección DC y protección AC tales como Magneto térmico DC y protector sobre tensión DC.

- **MAGNETO TERMICO DC**

Para este proyecto se utilizará dos magnetos térmicos **Schneider CC, C60H, 500V, 2P, 15A**, una para cada string, conectados como lo muestra la imagen 17.

imagen 17. Conexión de magneto térmico

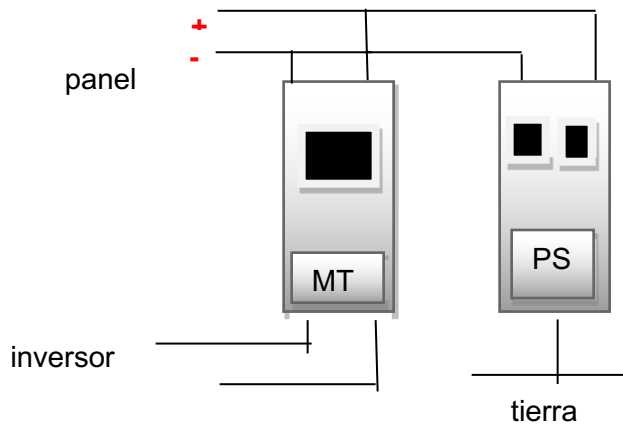


Fuente: autor

- **PROTECTOR DE SOBRETENSION**

Para este sistema se utilizarán 2 protectores de sobretensión DC uno por cada string con el fin de proteger los paneles solares. Como lo muestra la imagen 18.

imagen 18. Conexión de protección de sobretensión



Fuente: autor

Para el string de 4 paneles se utilizará un protector de 200 v ya que se tiene 4 paneles en serie de 49.3 v cada uno; para el string de 5 paneles se utilizará un protector de 250 v ya que se tiene 5 paneles en serie de 49.3 v cada uno.

Las protecciones AC para este sistema se utilizará un magneto térmico y un protector de sobretensión con el fin de proteger el inversor.

El magneto térmico de 120 v que es el rango de salida del inversor para los equipos y herramientas, estos elementos serán ubicados en la caja de protección, entre las líneas del inversor y la caja de distribución de la red.

- **Análisis de costos**

En la tabla 5 se puede evidenciar el costo para la instalación de este sistema solar fotovoltaico en la cual se puede observar los diferentes costos respecto a mano de obra, accesorios y equipos de potencia requeridos para la realización de este sistema.

Tabla 5. Costo del sistema fotovoltaico

ELEMENTOS	PRECIO
PANELES	7110000
INVERSOR	3750000
PROTECCIONES DC	250000
PROTECCIONES AC	250000
CABLES	100000
MANO DE OBRA	800000
	12260000

Fuente: autor

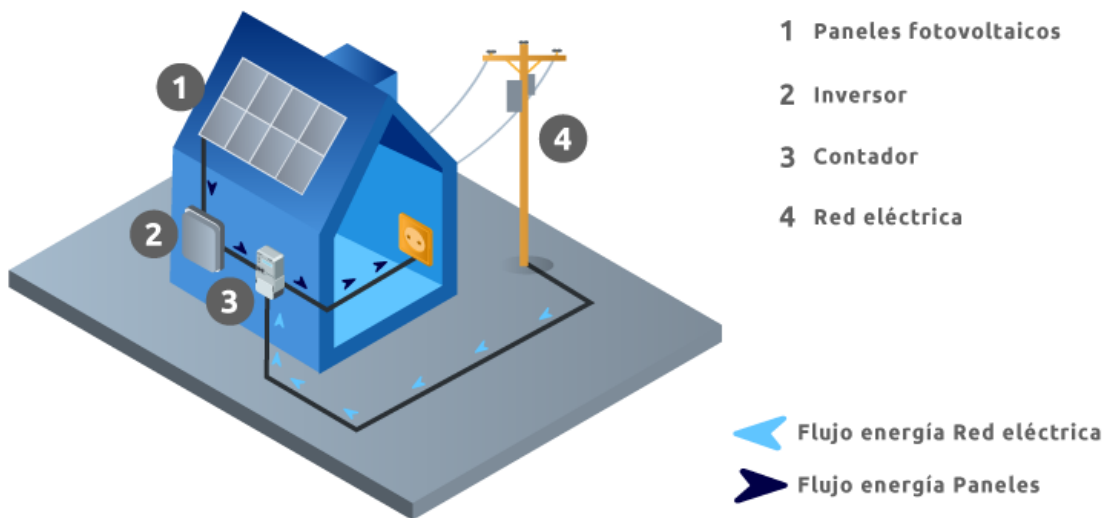
5. Resultados

En la investigación para este proyecto se realizó un estudio detallado de cargas, se elaboró también un estudio completo de irradiación solar fotovoltaica de Barrancabermeja, Santander de las cuales una de ella fue la hora pico sol, la cual nos pudo indicar y definir la compatibilidad de la interconexión entre el sistema solar fotovoltaico y la red de suministro de energía convencional.

Para poder tener en cuenta el número de paneles a utilizar se calculó por medio de una ecuación matemática para generar la potencia requerida, y así determinar el tipo de panel adecuado para la carga.

Para identificar el funcionamiento del sistema fotovoltaico, se implementó un sistema de generación fotovoltaico mediante paneles solares, inversor y contador el cual está conectado a la red de suministro de energía convencional. Tal como lo muestra la imagen 19.

imagen 19. Conexión de un sistema fotovoltaico a la red.



Fuente: autor

6. Conclusiones

Por medio de muchas fuentes de información se logró identificar los componentes eléctricos que requiere un diseño de sistema solar fotovoltaico, donde se determinó la potencia, modo de operación, tiempo, vatios consumidos; el cual hace que se generen nuevas ideas en cuanto a optar por nuevas propuestas sobre energías limpias.

Se evidencia que con el sistema solar fotovoltaico hay muchas ventajas con respecto a los beneficios garantizados en el uso de energías limpias, ya que unas de las ventajas principales es la disminución de contaminación al medio ambiente, también ofrece resultados de innovación, bienestar a la hora de trabajar en la empresa.

Se puede concluir que, en la ciudad de Barrancabermeja, Santander se permite llevar a cabo con seguridad el desarrollo de este tipo de proyectos ya que la gran parte del año se encuentra en verano, son muy pocos los meses de lluvia lo cual hace que la radiación solar sea siempre constante.

También se puede concluir que la inversión que se va hacer para el montaje de paneles solares es factible, por que al momento de ahorrar energía lo que decide la empresa es dejar de utilizar las herramientas y el sistema de climatización, siendo esto un problema a la hora de trabajar y recibir a los clientes por la temperatura tan fuerte de Barrancabermeja, Santander.

Al momento de tomar la decisión de ahorrar energía (apagado total del sistema de climatización y poco uso de las herramientas de mayor consumo) se ve reflejado en la factura de energía teniendo un cambio brusco en el histórico de consumo.

Se concluye que para la empresa almacen y taller York's Motos la instalación de un sistema solar fotovoltaico es una inversión necesaria ya que la empresa brindara un mejor servicio a los clientes y mejorando el ambiente para sus trabajadores.

7. Recomendaciones

- Se recomienda hacer limpieza a los paneles solares 3 o 4 veces al año para evitar acumulación de suciedad y pueda fluir sin problema el rendimiento.
- Hacer más estudios por medio de este proyecto para poder implementar el sistema solar fotovoltaico a toda la empresa a un futuro, para así tener un ambiente de trabajo 100% tranquilo a la hora de usar todas las herramientas y el sistema de climatización.
- Se recomienda motivar a la población de la ciudad de Barrancabermeja, Santander que tomen como ejemplo la creación del sistema solar fotovoltaico que se desea implementar en la empresa almacén y taller York's Motos, para contribuir con el medio ambiente.

8. Referencias bibliográficas

- Abril Olaya, F., & Buitrago Quintero, G. (2016). *DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE BAJO COSTO PARA ALIMENTAR UN CIRCUITO CERRADO DE TELEVISION.* 147, 1–60.
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15001/1/Trabajo de Grado ROMPIENDO CADENAS.pdf>
- BARRANCABERMEJA. (2021). *HORA DE SALIDA Y PUESTA DEL SOL EN BARRANCABERMEJA, SANTANDER.*
<https://salidaypuestadelsol.com/sun/barrancabermeja>
- Cornejo Lalupu, H. (2013). SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO DE CONEXION A UNA RED EN EL CENTRO MATERNO INFANTIL DE LA UNIVERSIDAD DE PIURA. *UNIVERSIDAD DE PIURA, PERU,* 1–124.
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1762/IME_172.pdf
- El periodico de la energia. (2020). *LAS 20 MAYORES PLANTAS FOTOVOLTAICAS DEL MUNDO.* <https://elperiodicodelaenergia.com/las-10-mayores-plantas-fotovoltaicas-del-mundo/>
- Google Earth. (2021). *Ubicacion Barrancabermeja.*
<https://earth.google.com/web/search/Barrancabermeja,+Santander/@7.05948503,-73.85162236,85.06574334a,195.54963757d,35y,67.17086759h,0t,0r/data=Ci giJgokCd2rt1>
- IDEAM. (2021). *Radiacion solar.* <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar-ultravioleta>
- Iluminet. (2016). *¿Como funcionan las celdas fotovoltaicas?*
<https://www.iluminet.com/funcionamiento-paneles-fotovoltaicos-energia-solar/>
- Lozano Celis, J., & Guzman Espitia, W. (2016). *EVALUACION DE DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA SEGUN HABITOS DE CONSUMO ACTUALES DE LA*

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO,
MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

CIUDAD DE BOGOTA. 147, 1–116.

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/4445/LozanoCelisJennyPaola2016.pdf?sequence=1>

Manolo, C. (2015). *Implementacion de Paneles Solares*.
<https://proyectoenergiasolar.wordpress.com/2015/12/08/justificacion/>

Montañez, J., Vargas, J., & Trujillo, E. (2020). *ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL DISEÑO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO EN LA ESCUELA CAMPO 45 DEL CORREGIMIENTO CENTRO DE LA CIUDAD DE BARRANCABERMEJA*. 1–11. file:///C:/Users/User/Downloads/2785-Texto del artículo-9250-2-10-20201125 (6).pdf

Perez Garrido, D. (2009). *ANALISIS DE UN SISTEMA DE ILUMINACION, UTILIZANDO AMPOLLETAS DE BAJO CONSUMO Y ALIMENTADO POR PANELES FOTOVOLTAICOS*. 1–140.
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/bmfcip434a/doc/bmfcip434a.pdf>

Pons Tabascar, R. (2016). *PROYECTO DE INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA PARA BLOQUE DE VIVIENDAS*. 1–81.
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/75816/PONS - PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PARA BLOQUE DE VIVIENDAS.pdf?sequence=4>

portafolio. (2019). *Magdalena medio, el nuevo foco para las fuentes de energia solar*. <https://www.portafolio.co/economia/infraestructura/magdalena-medio-el-nuevo-foco-para-las-fuentes-de-energia-solar-531844>

radiacion solar. (2021). *Radiacion solar en Barrancabermeja, Santander*.
<https://www.tutiempo.net/radiacion-solar/barrancabermeja-yariguies.html>

revista el crisol. (2017). *Barrancabermeja tendra el parque solar mas grande de santander*. <https://revistaelcrisol.com/barrancabermeja-tendra-el-parque-solar-mas-grande-de-santander/>

Selectra. (2021). *¿Como funciona un inversor?*
<https://tarifasgasluz.com/autoconsumo/componentes/inversor-solar>

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO,
MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0


ZNSHINESOLAR. (2021). *ZXM7-SP144 SERIES ZNSHINESOLAR 10BB HALF-
CELL MONOCRYSTALLINE PERC PV MODULE.*

<https://es.znshinesolar.com/>

9. Anexos

imagen 20. Características del panel monocristalino.

ZXM7-SP144 Series | Zshinesolar 10BB HALF-CELL
Monocrystalline PERC PV Module



ELECTRICAL CHARACTERISTICS | STC*

	520	525	530	535	540
Nominal Power Watt Pmax(W)*	520	525	530	535	540
Power Output Tolerance Pmax(%)	0→+3	0→+3	0→+3	0→+3	0→+3
Maximum Power Voltage Vmp(V)	40.60	40.80	41.00	41.20	41.40
Maximum Power Current Imp(A)	12.82	12.88	12.94	13.00	13.05
Open Circuit Voltage Voc(V)	48.90	49.10	49.30	49.50	49.70
Short Circuit Current Isc(A)	13.54	13.60	13.66	13.72	13.78
Module Efficiency (%)	20.34	20.54	20.74	20.93	21.13

*STC (Standard Test Conditions): Irradiance 1000W/m², Module Temperature 25°C, AM 1.5
*Measuring tolerance: ±3%

ELECTRICAL CHARACTERISTICS | NMOT*

	388.60	392.60	396.30	400.00	403.50
Maximum Power Pmax(Wp)	388.60	392.60	396.30	400.00	403.50
Maximum Power Voltage Vmp(V)	37.80	38.00	38.20	38.30	38.50
Maximum Power Current Imp(A)	10.29	10.34	10.39	10.43	10.48
Open Circuit Voltage Voc(V)	45.70	45.90	46.10	46.20	46.40
Short Circuit Current Isc(A)	10.93	10.98	11.03	11.08	11.13

*NMOT (Nominal module operating temperature): Irradiance 800W/m², Ambient temperature 20°C, AM 1.5, Wind Speed 1m/s

MECHANICAL DATA

Solar cells	Mono PERC
Cells orientation	144 (6x24)
Module dimension	2256x1133x40 mm(With frame)
Weight	28.5 kg
Glass	3.2mm, High Transmission, AR Coated Tempered Glass
Junction box	IP 68, 3 (6cables)
Cables	4 mm ² ,350 mm
Connectors	MC4-compatible

TEMPERATURE RATINGS


NMOT	44°C ±2°C	Maximum system voltage	1500 V DC
Temperature coefficient of Pmax	-0.35%/°C	Operating temperature	-40°C→+85°C
Temperature coefficient of Voc	-0.29%/°C	Maximum series fuse	25 A
Temperature coefficient of Isc	0.05%/°C	Maximum load (snow/wind)	5400 Pa / 2400 Pa

*Do not connect Pole in Circuits Box with two or more strings in parallel connection
*Maximum allowed cable in this cabinet do not refer to a right module size they are not part of the offer they only serve for comparison among different module types.


PACKAGING CONFIGURATION

Piece/Box	27
Piece/Container(20pin)	540
Piece/Container(2pin outdoor connection)	/


DIMENSIONS(MM)



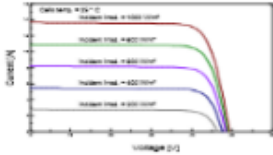
Front View



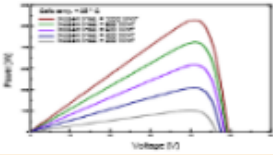
Back View



I-V CURVES OF PV MODULE(530W)



P-V CURVES OF PV MODULE(530W)



Address: 14, Zhiai Industrial Zone, Jintangjiansu 213251, P.R. China

Tel: +86 519 6822 0233

E-mail: info@zshinesolar.com

Note: please read safety and installation instructions before using this product | Subject to change without prior notice © ZNSHINE SOLAR 2020 | Version: ZXM7-SP144 2012.E

Fuente: autor

imagen 21. Característica del inversor

Datasheet	MIN 2500TL-X	MIN 3000TL-X	MIN 3600TL-X	MIN 4200TL-X	MIN 4800TL-X	MIN 5000TL-X	MIN 6000TL-X
Input Data (DC)							
Max. recommended PV power (for module DC)	3000W	4200W	5040W	5880W	6480W	7000W	8100W
Max. DC voltage	600V	600V	600V	600V	600V	600V	600V
Start voltage	100V						
Nominal voltage	360V						
MPP voltage range	80V-620V	80V-620V	80V-620V	80V-620V	80V-620V	80V-620V	80V-620V
No. of MPP trackers	2						
No. of PV strings per MPP tracker	1						
Max. input current per MPP tracker	12.5A						
Max. short-circuit current per MPP tracker	16A						
Output data (AC)							
AC nominal power	2500W	3000W	400W	4200W	4800W	5000W	6000W
Max. AC apparent power	2600VA	3000VA	3600VA	4200VA	4800VA	5000VA	6000VA
Nominal AC voltage (range*)	230V (180-260V)						
AC grid frequency (range*)	50/60Hz (49.5-60.5Hz)						
Max. output current	11.2A	13.6A	9A	19A	20.8A	22.5A	27.2A
Adjustable power factor	0.8 leading - 0.8 lagging						
THD	< 3%						
AC grid connection type	Single phase						
Efficiency							
Max. efficiency	98.2%	98.2%	98.2%	98.2%	98.2%	98.2%	98.2%
European efficiency	97.1%	97.1%	97.2%	97.2%	97.2%	97.2%	97.2%
MPP efficiency	99.8%						
Protection Devices							
DC reverse polarity protection	Yes						
DC safety	Yes						
AC/DC surge protection	Type I / Type II						
Insulation resistance monitoring	Yes						
AC short-circuit protection	Yes						
Ground fault monitoring	Yes						
Grid monitoring	Yes						
Anti-islanding protection	Yes						
Breaker-current monitoring unit	Yes						
AFCI protection	Optional						
General Data							
Dimensions (W x H x D)	375x280x 60mm						
Weight	1.0kg						
Operating temperature range	-25°C ... +40°C						
Noise emission (typical)	<33 dB(A)						
Nighttime power consumption	< 1W						
Topology	Semi-converter						
Cooling	Natural convection						
Protection degree	IP65						
Breaker type(s)	D-100%						
Altitude	4000m						
DC connection	H4MC4(Optional)						
AC connection	Cable tie						
Display	LCD + LED MPPT						
Interfaces: RS485 / CAN / N-PI / GPRS / 4G/LTE	Yes/No/Optional/Optional/Optional/Optional						
Warranty: 3 years / 10 years	Yes /Optional						

* The AC voltage and frequency range may vary depending on specific country grid standard.
All specifications are subject to change without notice.

Fuente: autor