



Estudio de implementación de energía solar para el “Centro de Diagnóstico Automotor Motos de la Cuesta”, Piedecuesta, Santander

Modalidad: Investigación

Carlos Francisco Cepeda Ramírez
1.116.806.639
Lizeth Vanessa Mateus Peña
1.095.831.750

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías
Tecnología en producción industrial
Bucaramanga, Marzo 22 de 2022



Estudio de implementación de energía solar para el “Centro de Diagnóstico Automotor Motos de la Cuesta”, Piedecuesta, Santander

Modalidad: Investigación

Carlos Francisco Cepeda Ramírez

1.116.806.639

Lizeth Vanessa Mateus Peña

1.095.831.750

**Trabajo de Grado para optar al título de
Tecnólogo en Producción Industrial**

DIRECTOR

Brayan Eduardo Tarazona Romero

Grupo de investigación – GISEAC

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías
Tecnología en producción industrial
Bucaramanga, Marzo 22 de 2022**

F-DC-125

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

VERSIÓN: 1.0

Nota de Aceptación

_____Aprobado_____



Firma del Evaluador



Firma del Director

DEDICATORIA

A Dios por la vida, por todo su amor y bondad día a día en cada etapa de la vida. A mis padres por su apoyo incondicional, a mi padre Darío Mateus por enseñarme el valor de la perseverancia en esta etapa de mi vida, a mi madre María Aleyda Peña por su apoyo y dedicación a lo largo de mi vida, enseñándome que las cosas se obtienen con esfuerzo y motivándome para seguir adelante y verme triunfar. A mis educadores, por su paciencia, apoyo, guía y compromiso en sus asesorías.
Lizeth Vanessa Mateus Peña

A Dios por iluminarnos y fortalecer nuestro espíritu para emprender este camino hacia el éxito; a nuestras familias por todo el apoyo brindado durante la formación profesional; a nuestros padres fuente de motivación y alegría, a nuestros esposos por ser de gran apoyo en todos los momentos de la vida personal y profesional, y a nuestros hijos por ser el motor que nos lleva a superar todos los retos que se presentan en el camino.
Carlos Francisco Cepeda Ramírez

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresas sus agradecimientos

A las **UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**, su cuerpo administrativo y docente especializado, por brindarnos los conocimientos necesarios, para el desarrollo intelectual y moral como parte fundamental de la formación académica.

A **BRAYAN EDUARDO TARAZONA ROMERO**, docente tutor de las **UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**, por su dinamismo e interés en la formación de la nueva generación de futuros profesionales del nivel tecnológico.

Al **CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR MOTOS DE LA CUESTA**”, **PIEDRECUESTA, SANTANDER**, su personal administrativo, recurso humano, y clientes por la colaboración prestada en el desarrollo de la presente investigación.

A **TODAS AQUELLAS PERSONAS** que brindaron su asesoría académica durante el transcurso de la formación profesional y la realización del proyecto de grado para optar el título de **TECNÓLOGOS EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL**.

TABLA DE CONTENIDO

<u>RESUMEN EJECUTIVO</u>	<u>11</u>
<u>INTRODUCCIÓN</u>	<u>13</u>
<u>1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN</u>	<u>15</u>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2. JUSTIFICACIÓN	16
1.3. OBJETIVOS	18
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	18
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
1.4. ESTADO DEL ARTE	19
1.4.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	19
1.4.2. ANTECEDENTES NACIONALES	21
1.4.3. ANTECEDENTES REGIONALES	24
<u>2. MARCO REFERENCIAL.....</u>	<u>28</u>
2.1. MARCO TEÓRICO	28
2.1.1. LA INDUSTRIA ENERGÉTICA EN COLOMBIA	28
2.1.2. LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	31
2.1.3. LA HUELLA DE CARBONO.....	32
2.3.1 LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y LAS ENERGÍAS LIMPIAS	36
<u>3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....</u>	<u>46</u>
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	46
3.2 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	46
3.3 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	47

3.4 TÉCNICA.....	47
3.5 PROCEDIMIENTO	48
<u>4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO.....</u>	<u>49</u>
<u>5. RESULTADOS.....</u>	<u>52</u>
5.1 PATRONES DE CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL DE LOS EQUIPOS DEL CDA DE LA CUESTA.....	52
5.2 ESTIMACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO A IMPLEMENTAR EN EL CDA DE LA CUESTA.....	56
5.2.1 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	59
5.2.2 DIMENSIONAMIENTO DEL INVERSOR	62
5.2.3 CÁLCULO DE SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE PANELES	64
5.3 CONTRIBUCIÓN AL MEJORAMIENTO AMBIENTAL DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO EN EL CDA DE LA CUESTA, A TRAVÉS DE ESTUDIO DE HUELLA DE CARBONO	73
5.3.1 VIABILIDAD DEL PROYECTO.....	89
<u>6. CONCLUSIONES.....</u>	<u>95</u>
<u>7. RECOMENDACIONES</u>	<u>98</u>
<u>8. REFERENCIAS.....</u>	<u>99</u>
<u>9. ANEXOS</u>	<u>109</u>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 . Componentes del sistema energético para la prestación del servicio ...	54
Figura 2 . Consumo energía eléctrica mes a mes año 2021	55
Figura 3 . Mapa nacional de irradiación solar.....	57
Figura 4. Promedio mensual de radiación solar Area Metropolitana de Bucaramanga	58
Figura 5 . Dimensionamiento del sistema fotovoltaico	60
Figura 6 . Inversores SUNNY BOY 3000TL / 4000TL / 5000TL	63
Figura 7 . Panel Policristalino Modelo 315 P.....	65
Figura 8 . Cálculo Panel Policristalino	65
Figura 9 . Calculo de energía anual	66
Figura 10 . Potencia del sistema generada vs hora de la posicion del sol	66
Figura 11 . Relación calor hora día vs meses del año.....	67
Figura 12 . Causas de pérdida de energía en el Sistema de generación de energía en un año	68
Figura 13 . Cálculo de panales.....	68
Figura 14 . Consumo de anual con el sistema	69
Figura 15 . Potencia del sistema generada vs hora de la posicion del sol	70
Figura 16 . Mapa de calor hora del día vs meses del año.....	71
Figura 17. Secuencia para calculo de huella de carbono.....	73
Figura 18 . Planta Física CDA de la Cuesta	74
Figura 19 . Consumo de combustible motocilñeta para domicilios.....	74
Figura 20 . Consumo planta eléctrica (combustible diesel)	75
Figura 21 . Consumo planta eléctrica en funcionamiento.....	75
Figura 22 . Analizador de gases ciclo Otto (gas o gasolina)	76
Figura 23 . Equipo para realizar pruebas a vehículos Opacímetro (115V AC/50 HZ 330 W combustible diesesl).....	76

Figura 24 . Bombilla para iluminación del foso de pruebas de seoría de vehículo	77
Figura 25 . Bombillas iluminación pista de livianos (8 w /unidad)	77
Figura 26. Reflectores led para iluminación de instalaciones (12 w/unid)	78
Figura 27. Frenómetro para realización pruebas de frenos a vehículos livianos (5 kW/por motor).....	78
Figura 28 . Alineador de luces (intensidad e inclinación) (batería 12 V)	79
Figura 29 . Placas electrohidráulicas (2.2 kw)	79
Figura 30. Dispensador de agua	80
Figura 31 . Televisor 55" para entretenimineto de clientes.....	80
Figura 32 . Cafetera	81
Figura 33 . Ventilación sala de clientes	81
Figura 34. Computadores Lenovo X5 (caja registradora, /ingeniero/contbilidad/comercial)	82
Figura 35 . Aire acondicionado.....	82
Figura 36 . Impresora	83
Figura 37 . Tablet Samsung X5 para funcionamiento de CDA de la Cuesta (Inspectores)	83
Figura 38 . Retorno de la inversión	93

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores de consumo de energía eléctrica durante el año 2021	55
Tabla 2 . Tipos de placas o paneles fotovoltaicos	61
Tabla 3. sistema de simulación anuales con diferentes variables para el Modelo Monocristalino 315 M	72
Tabla 4 Cálculo de consumo área administrativa.....	84
Tabla 5 . Cálculo de consumo área productiva	84
Tabla 6. Calculo consumo huella de carbono área Administrativa	85
Tabla 7 . Calculo consumo huella de carbono área productiva	86
Tabla 8 . Calculo huella de carbono relacionada con consumo por equipo mejora área administrativa	87
Tabla 9 . Calculo huella de carbono relacionada con consumo por equipo mejora área producción.....	88

RESUMEN EJECUTIVO

Estudio de implementación de energía solar para el “Centro de Diagnóstico Automotor Motos de la Cuesta”, Piedecuesta, Santander, desarrolla una metodología de tipo descriptiva, con enfoque cualitativo y método inductivo que aborda el problema de la contaminación ambiental y el desarrollo de ciudades, así como el desarrollo de empresas sostenibles con la implementación de sistemas de energía renovables.

Para tal efecto propone como objetivos establecer los patrones de consumo energético anual de los equipos del CDA de la cuesta, estimar el sistema fotovoltaico a implementar, y determinar la contribución al mejoramiento ambiental, a través de un estudio de Huella de carbono de la instalación. Para el desarrollo de los objetivos se recurrió a la base de datos de la empresa para determinar indicadores de radiación solar en Colombia, el consumo de energía de su proyecto productivo durante un año (2021) y el software de simulación SAM/PVGIS para medir indicadores de consumo en la empresa, así como el análisis de consumo tanto en el área administrativa como de producción con el sistema actual de suministro energético, con la implementación del nuevo sistema, estableciendo indicadores de huella de carbono en los dos sistemas.

Los resultados del trabajo desarrollado evidencian que el potencial uniforme de radiación solar con que cuenta Colombia, propuestas como la actual tiene viabilidad a mediano y largo plazo generando de costos en operación, así como su contribución ambiental. En resumen, las energías limpias son una opción real, asequible, segura e innovadora para viabilizar el desarrollo de ciudades sostenibles comprometidas con los objetivos de desarrollo sostenible.

PALABRAS CLAVE.

Celdas fotovoltaicas, energía solar fotovoltaica, energías renovables, panel solar fotovoltaico, radiación solar, huella de carbono

INTRODUCCIÓN

La preocupación por la calidad del medio ambiente data de la primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio humano (Conferencia de Estocolmo, 1972) cuando se empezó a llamar la atención de los líderes mundiales en temas ambientales, porque hasta entonces el planeta tierra era considerado como un escenario inmodificable, desconociendo el deterioro del medio ambiente, sus causas y consecuencias.

A partir de allí, la escena se ha repetido en Tbilisi (antigua URSS, 1977), Viena (1985), Montreal y Helsinki (1987), Londres (1990), Coopenhague y Rio de Janeiro (1992), Kyoto (1997) entre otras, sin que se haya logrado incorporar una legislación que verdaderamente obligue a los Estados Parte a asumir el compromiso de luchar por la protección del medio ambiente.

Parte de esa obligación surge de los incentivos que el gobierno nacional desarrolle para impulsar proyectos con energías limpias o renovables como la energía solar que en el último lustro se ha empezado a desarrollar muy tibiamente pese al enorme potencial de Colombia gracias a su privilegiada posición geográfica en la zona tórrida y que le permite con indicadores de irradiación solar constantes con los cuales se puede diversificar sistemas productivos que autogeneren su consumo energético con sistemas fotovoltaicos en un proceso de transición hacia energías limpias.

“La adopción de medidas urgentes para detener y revertir esa situación y proteger así la salud humana y ambiental y mantener la integridad actual y futura de los ecosistemas mundiales” que reclama la ONU (2020, p.7) como parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible “ODS” a través de los Informes Perspectivas del Medio Ambiente Mundial, al pretender ser ignorados por los líderes mundiales,

generan una nueva conciencia ambiental entre la sociedad civil que ve impávida como se sucumbe ante el poder de los grandes capitales para hacer uso irracional de los recursos energéticos no renovables, sin importar las consecuencias que para el medio ambiente dicha actividad genera.

Los objetivos del desarrollo sostenible (Organización de las naciones Unidas, 2016), parten de la percepción de la tierra como futuro común de la humanidad para establecer medidas de precaución con el objetivo de conservar la vida ante el exceso de imperativos tecnológicos-económicos, promoviendo la responsabilidad colectiva-equidad social-justicia ambiental y calidad de vida de generaciones presentes-futuras para que la humanidad pueda responder y pagar por lo que recibe día a día (aire-agua-luz-alimentos-vida), responsabilidad colectiva que debe ser consecuente con las metas del milenio.

Parte de esa responsabilidad social recae en quienes como emprendedores o empresarios ofertan bienes y/o servicios en diferentes segmentos y nichos de mercado con el fin de satisfacer las necesidades del consumidor. En este punto, el Centro de Diagnóstico Automotriz a través de la revisión técnico-mecánica, certifican que el parque automotor cumpla con los requisitos mínimos de emisión de gases efecto invernadero, para seguir circulando por calles, avenidas y carreteras de la geográfica nacional. No obstante, puede ampliar el objeto de su responsabilidad social, migrando hacia la implementación de su sistema de generación de energía fotovoltaica que le permita disminuir los indicadores de huella de carbono en ejercicio de la actividad productiva.

La implementación de energías alternativas como los paneles solares, abren paso a la eficiencia en la conservación y protección de los recursos naturales, más aún en un renglón de la economía que precisamente vela por el cumplimiento de la legislación vehicular y la emisión de gases efecto invernadero.

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El uso racional de la energía, la inclusión de energías renovables y no contaminantes, son contribuciones de la humanidad a los graves problemas ambientales que se ocasionan con el calentamiento global, desencadenando afectaciones al ciclo del agua (lluvias y acides de la misma), cambios en el sistema del suelo (ordenamiento del territorio) sobrepasando los límites del planeta. Eventualmente, esta problemática amenaza directamente la sostenibilidad del medio ambiente y la economía mundial (VII Congreso Internacional del Medio Ambiente, 2014) que asociados a los servicios ecosistémicos (Vilardy & Rueda, 2020), como fuente de satisfacción de necesidades fundamentales afectan la salud, la seguridad alimentaria, la supervivencia, la calidad del agua, la biodiversidad de los ecosistemas, además de la vida social, cultural y comercial.

Si bien existe una política pública de energías renovables (Organización de las Naciones Unidas, 2016) en Colombia (Ministerio del Medio Ambiente y Salud Pública., 2018), esta no es lo suficientemente consistente para generar continuidad en los planes de desarrollo de pequeñas localidades, por lo que da la opción a entidades públicas y privadas, como el caso específico de la empresa privada llamada: “Centro de Diagnóstico Automotriz de la Cuesta”, desarrollar propuestas innovadoras de mejoramiento energético y producción de energías limpias a futuro, a través de la implementación de sistemas fotovoltaicos, contribuyendo directamente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, impulsando la estrategia de ciudades inteligentes.

1.1.1 Formulación del Problema

¿De qué manera el “Centro de Diagnóstico Automotor Motos de la Cuesta” puede implementar algún sistema de energía renovable no convencional, como la energía solar en el municipio de Piedecuesta, Santander?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Los impactos generados por la contaminación ambiental se ven reflejados en los ODS (Organización de las Naciones Unidas, 2019) integrando las dimensiones ambientales, social, cultural, político y económica.

Colombia como Estado parte de la Organización de las Naciones Unidas se ha comprometido a desarrollar acciones para propender por el respeto a los límites planetarios y servicios ecosistémicos, impulsado proyectos productivos para la generación de energías limpias con el fin de contribuir al cuidado del medio ambiente y al desarrollo de nuevas tecnologías, en un ámbito tan importante para el país como el de los centros de diagnóstico automotriz garantizando el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos (ODS 7.1), propósito al que se ha adherido la empresa privada, particularmente el “Centro de Diagnóstico Automotriz de la Cuesta” Piedecuesta, Santander

La importancia de actuar frente al cambio climático, lleva a diseñar propuestas para construir infraestructuras resilientes priorizando la investigación de proyectos de energías limpias para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos (ODS 9.1,9.4,9.5 (Organización de las Naciones Unidas, 2016)

Eventualmente, el desarrollo de un estudio de implementación de energía solar para la optimización de servicios, procesos de reciclaje, y redistribución de espacios

en el Centro de Diagnóstico Automotor de la Cuesta (2022) (CDA de la cuesta) Piedecuesta, Santander de permitirá a los estudiantes poner en práctica diferentes enseñanzas transversales y técnicas amigables con el medio ambiente que las UTS inculcan a través de sus distintos programas académicos, llevando a la práctica los aprendizajes recibidos en campos de acción como la tecnología, la innovación, el diseño e implementación de proyectos productivos y el medio ambiente.

Finalmente, el desarrollo del trabajo alienta la línea de investigación del grupo GISEAC: “Gestión de la eficiencia energética y aplicación de energías renovables”, contribuyendo directamente en el sector industrial en la región. . Lo mismo sucede con el grupo de investigación del programa de Tecnología en producción industrial, para la generación de proyectos productivos con énfasis en sostenimiento ambiental.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Desarrollar una propuesta de tecnología Verde enfocada en sistemas fotovoltaicos para el “Centro de Diagnóstico Automotor Motos de la Cuesta” ubicado en Piedecuesta, Santander.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Establecer los patrones de consumo energético anual de los equipos del CDA de la cuesta, a partir de especificaciones técnicas de los equipos y zonas de trabajo
- Desarrollar la estimación del sistema fotovoltaico a implementar en el CDA de la cuesta a través de la aplicación de software especializado con el fin de aprovechar las oportunidades de mejoras del sistema actual de suministro eléctrico
- Determinar la contribución al mejoramiento ambiental que desarrollaría la implementación del sistema fotovoltaico en el CDA de la cuesta, a través de un estudio de Huella de carbono de la instalación.

1.4. ESTADO DEL ARTE

1.4.1. *Antecedentes Internacionales*

Danton-Hernández (2019). Propuesta de un producto turístico basado en un circuito temático de energías renovables en El Parque Quebrada Verde. La investigación nace de la necesidad de desarrollar proyectos ecoturísticos en la República de Chile para convertirse en atractivo turístico basado en el modelo de circuito temático con énfasis en energías renovables. En este orden de ideas plantea como objetivo elaborar una propuesta ecoturística basada en energías renovables en el PQV, en base a una metodología complementaria entre los conceptos del ecoturismo y las energías renovables, con la finalidad de contribuir a su sostenibilidad, para lo que tiene en cuenta el potencial de uso de energías renovables para un circuito bajo, diagnóstico de la demanda de energía y la evaluación económica del proyecto como estrategia de negocio para el producto turístico (Danton-Hernández, 2019).

Recalca que a nivel de Chile se desea innovar en proyectos de energías renovables y la eficiencia energética del sector ecoturístico para atraer a los segmentos de los países desarrollados en donde los espacios agrestes son poco comunes, como aporte las metas dentro del cuarto pilar de la Política Energética del país austral derivado de los altos precios de la energía, seguido por la falta de acceso y la falta de educación sobre energía. En tal sentido toma como referencia los planteamientos de Boullón (2003) y la Organización Mundial del Turismo (2008), respecto de la importancia de los productos turísticos relacionados con restaurantes, cafeterías, discotecas, parques temáticos, alojamiento -hoteles, albergues, camping, etc.- que tienen relación con los servicios básicos de agua potable y electricidad.

Da especial relevancia al concepto de ecoturismo como “aquella modalidad turística ambientalmente responsable consistente en viajar o visitar áreas naturales relativamente sin disturbar con el fin de disfrutar, apreciar y estudiar los atractivos naturales (paisaje, flora y fauna silvestres) de dichas áreas, así como cualquier manifestación cultural (del presente y del pasado) que puedan encontrarse ahí, a través de un proceso que promueve la conservación, tiene bajo impacto ambiental y cultural y propicia un involucramiento activo” UICN, citado en Rhodes (2018), de acuerdo a los procedimientos y mecanismos necesarios que representen dichos enunciados de la OMT.

En cuanto a las energías renovables destaca la energía solar, la energía eólica, la biomasa, la energía mareomotriz, la energía geotérmica y la energía hidráulica (a pequeña y mediana escala), respecto del uso de los energéticos convencionales genera un impacto negativo sobre el medio ambiente debido a las emisiones de CO₂ que se producen en los procesos de extracción y transformación de estos recursos (principalmente hidrocarburos) para frenar la rapidez con la que se está desarrollando el cambio climático, a causa del calentamiento global tal como lo plantea el Instituto Costarricense de Electricidad (2015).

Los resultados del trabajo desarrollado por Danton Hernández reflejan que el producto ecoturístico lleva implícito la restauración ecológica de la región y para la promoción del uso de las energías renovables en el país, orientada a aumentar los niveles de ingreso de turistas al circuito de ER durante el año, proponiendo algunas posibles tácticas para crear valor agregado en el producto turístico.

El estudio aporta al presente proyecto las implicaciones sociales, ambientales, políticas y jurídicas y económicas de proyectos de su tipo adaptadas al objeto social del Centro de Diagnóstico Automotor Motos de la Cuesta como estrategia de

posicionamiento comercial en la región derivado de su compromiso con el uso de energías renovables.

1.4.2. Antecedentes Nacionales

Barrera, J.J. (2021). Propuesta de un plan de eficiencia energética en el hotel Chrisban Hotel Boutique. Guadalajara de Buga, Valle del Cauca. La investigación da cuenta del interés por disminuir el consumo eléctrico con un impacto positivo en lo ambiental, económico y de salud pública basada en la gestión de la eficiencia energética.

Desde este punto de vista plantea como objetivo proponer un plan de reducción del consumo eléctrico actual en el hotel Chrisban Hotel Boutique según la norma ISO 50001, realizando la caracterización energética de la empresa, determinar los criterios y requerimientos del hotel, y a partir de ellos elaborar el plan de mejoramiento a corto, mediano y largo plazo con sus implicaciones técnicas y económicas (Barrera, 2021).

Soporta su investigación en los planteamientos de Gutiérrez (2014) y Bravo (2017) respecto de la eficiencia energética (índices de consumo, eficiencia y económico-energéticos) considerados de beneficio ambiental inmediato derivado de la reducción de uso de recursos naturales y emisión de contaminantes (CO₂).

Para tal efecto tiene en cuenta las implicaciones de la norma ISO 20001(uso eficiente de procesos y recursos) en cuanto a responsabilidad de la dirección, política, planificación energética, implementación y operación, verificación, y revisión de la dirección, así como el estándar ISO 7730 de 2005), y la energía solar fotovoltaica (Iberdrola, sfp) como fuente de energía limpia y renovable.

Los resultados del trabajo desarrollado se derivan del diagrama del SGE (PHAV) en cuanto a roles y responsabilidad, recomendaciones generales, plan de mejora y correcciones, así como formato de desempeño energético e indicadores de desempeño, aspectos que le permiten al hotel aumentar su competitividad dado que la tecnología de energía solar le permite disminuir los costos del consumo eléctrico, generando nuevas oportunidades de mejora que aplican para tener en cuenta en un sistema de gestión de la energía.

Los resultados de la investigación desarrollada por Barrera, aportan a la presente propuesta una serie de parámetros técnicos de análisis aplicables al Centro de Diagnóstico Automotor Motos de la Cuesta que permiten impulsar el desarrollo de propuestas de tecnología Verde enfocada en sistemas fotovoltaicos amigables con el medio ambiente.

Montaña-Rodríguez (2020). Diseño de estaciones de carga eléctrica sostenible para vehículos eléctricos en Bogotá. Con el auge de los vehículos eléctricos, por lo que la implementación de estaciones de carga eléctrica (electrolineras) se han convertido en una alternativa de negocio viables para los nuevos desarrollos ecosostenibles y amigable con el medio ambiente. Desde esta perspectiva, la investigación plantea como objetivo diseñar un sistema de estación de carga eléctrica sustentable por medio de piezoelectricidad y ventilador holográfico que incentive la cultura de uso y carga de vehículos eléctricos de Bogotá desde el área de diseño industrial como fuente de desarrollo de una sociedad ambientalista (Montaña-Rodríguez, 2020).

La investigación trae a colación que los problemas ambientales causados por la contaminación, las emisiones y explotación de los recursos para abastecer energía y combustibles de vehículos en Bogotá, por cuya por su malla vial circulan 2.4 millones de vehículos de los cuales el 50% son automóviles, 23% motocicletas, 14%

camionetas -5% transporte público colectivo y 2% taxis amarillos- (Bogotá Cómovamos., 2018), que como fuentes móviles son responsables del 90% de emisiones de gases contaminantes (CO, CO₂ y NO), aspecto al que se suma la contaminación generada por fuentes fijas (industria) generadores de emisiones de NO_x, PM -PM₁₀, PM_{2.5} -y SO₂ (combustión de gas natural y carbón) (Fundación Gas Natural Fenosa., 2018), aspectos que la llevan a ocupar en el escalafón mundial como la cuarta ciudad latinoamericana y cuadragésima cuarta en el mundo con mayor contaminación del aire (concentraciones de 13.9 PM_{2.5} µg/m³), derivado principalmente de las fuentes fijas (industrias) y fuentes móviles (vehículos) por combustión de combustibles fósiles (IDEAM, 2017) causando problemas en la salud en el medio ambiente en la cultura y el ecosistema.

La falta de infraestructura de estaciones de carga sustentable para vehículos eléctricos, afecta el incentivo e incremento de los usuarios en adquirir estos autos por la demanda de carga eléctrica para su funcionamiento, del cual no solo se genera beneficios en término de costos sino también en disminución de emisiones y efectos ambientales en la captación de energía.

Considera la autora en la investigación que no contar con una cantidad adecuada de estaciones de carga eléctrica desincentiva su comercialización como medio de transporte de carga y pasajeros, el uso de energías sostenibles para promover el desarrollo del cuidado del medio ambiente, el aire, el bienestar de las personas y el ecosistema, aumentando los consumos de combustibles fósiles del parque automotor tradicional, incrementando los niveles de CO₂ el más común de los gases de efecto invernadero (portafolio.com., 2018).

Relaciona en la investigación que la piezoelectricidad brinda una capacidad de energía por medio de la energía potencial ejercida en este caso por el peso de los vehículos en las vías principales cada eje tiene un peso diferencial que aporta a la

generación de electricidad, contribuyendo al cuidado y preservación del medio ambiente, ya que se compone de sensores que al ser sometidos a tensiones mecánicas, en su masa adquiere una polarización eléctrica y aparece una diferencia de potencial y cargas eléctricas en su superficie (Asociación Nacional Andemos, 2018).

Para la investigación que se adelanta esta alternativa de energías limpias genera una nueva oportunidad de negocio para el CDA Motos la Cuesta que se puede implementar a partir de sistemas fotovoltaicos, optimizando aún más los rendimientos financieros del proyecto.

1.4.3. Antecedentes Regionales

Torres-Rodríguez & Castro-Serrano (2018). Factibilidad de un plan de Gestión Ambiental que contribuya a hacer de la UNAB sede El Jardín, una Universidad ambientalmente sostenible. El plan de gestión propuesto busca a través de su cuidado y mejoramiento continuo, contribuir a la optimización del resultado económico, con base en paneles solares, reutilización de aguas lluvias y techos verdes a través de un programa transversal de cultura ambiental, toda vez que el consumismo (modelo no controlado de producción), está poniendo en peligro la base de los recursos naturales que soportan las actividades presentes y futuras además de incrementar los costos operacionales de una organización o proyecto (Torres-Rodríguez & Castro-Serrano, 2018).

El estudio de factibilidad implica realizar el diagnóstico de la gestión ambiental de la UNAB sede El Jardín, viabilidad ambiental económica y administrativa del proyecto, así como de implementación de un programa de cultura ambiental. Desde estas consideraciones, toma como referencia los postulados de Ziout, Azab, Altarazi, & ElMaraghy (2013) respecto de la necesidad de mantener el equilibrio de

recursos naturales como consumo de energía, disposición de residuos, así como de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en busca de ciudades sostenibles en los ámbitos social, económico y ambiental, y Baumann (2006), que establece la relación que existe entre economía y ecología como red de causas-efectos derivados del consumo del agua, energía y aprovechamiento adecuado del suelo.

A ellas se suman la Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible, en el entendido que la protección del ambiente es una tarea común, que según Murcia (2009), Alshuwaikhat (2008), Akadiri, Chinyio, y Olomolaiye (2012) y Ruegemer (2010)), según los cuales proyectos de esta envergadura deben incluir ahorro de energía, uso mejorado de materiales, minimización de residuos materiales y de contaminación y control de emisiones, entre otros aspectos.

Los resultados del trabajo desarrollado por las autoras da cuenta de que la cantidad de energía eléctrica consumida en la UNAB- Sede El Jardín que consta de 13 instalaciones ubicadas en una montaña de forma descendente y áreas comunes fue de 1.594.151,4 kW para el año 2016 y para el año 2017 de 1.499.579 kW (reducción debida al cambio de bombilla convencional por luminarias Led), con promedio de en 170449, y 1143 kW (máximo consumo se registra en el mes de agosto y mínimo en junio - coincidente con las vacaciones estudiantiles de mitad de año), representando un costo de \$780.838.878 para el año 2016 y de \$707.663.716 para el 2017.

Los beneficios que se obtendrán con el desarrollo del proyecto de paneles solares a nivel ambiental asociados al recurso de energía refieren a la conservación saludable del medio ambiente, puesto que este tipo de energía, renovable, no genera sustancias nocivas para la supervivencia de los seres vivos que habitan en el planeta, siendo este de un 10,11%. Si se llegara a suplir toda la demanda energética por iluminación se ahorraría un 13% del consumo promedio mensual,

pero la oferta energética que proporciona los paneles solo cubre el 78% de ese 13% por tal motivo el promedio en ahorro es del 10,11% (Torres-Rodríguez & Castro-Serrano, 2018).

Los datos que arroja el estudio son de especial importancia para la presente investigación, por cuanto da cuenta de la viabilidad del desarrollo de tecnologías de este tipo en el área metropolitana de Bucaramanga, con ahorros significativos en consumo y costo promedio anual y beneficios para la salud del planeta desde los factores sociales y ambientales.

Avila-Rueda & Aranda-Romero (2019). Evaluación para la Autogeneración Fotovoltaica en el CDA Revisión Técnico-Mecánica y de Gases La 27 y Puerta del Sol en Bucaramanga- Santander. Reducir la emisión de dióxido de carbono producto de una ineficiente combustión, mediante la revisión técnico-mecánica autor es el propósito de la presente investigación promoviendo la autogeneración fotovoltaica en las áreas disponibles en la organización para reducir la emisión de CO₂, para la reducción tanto de costes como de impactos ambientales negativos. Para tal efecto se propuso como objetivo general realizar el estudio técnico y análisis financiero para la implementación de un sistema de autogeneración fotovoltaico en la empresa CDA la 27 y CDA Puerta del Sol, teniendo en cuenta la normativa vigente aplicable, identificando en primera instancia el comportamiento del consumo eléctrico para el análisis energético inicial en las instalaciones, identificación de áreas disponibles para el diseño e implementación del sistema fotovoltaico así como el potencial de capacidad a instalar a partir de la capacidad de autogeneración de energía (Suntech., 2011).

Para tal efecto se toma como referencia la norma ISO 50001 -2018, partiendo de la identificación de los servicios públicos con los que cuenta la empresa y áreas de consumo energético a fin de dimensionar el sistema solar fotovoltaico, ya que según

datos estadísticos de la Unidad de Planeación Minero Energético “UPME” (2012), las energías renovables cubren actualmente cerca del 20% del consumo mundial de electricidad, y Colombia cuenta con un gran potencial para su desarrollo y aplicación, con beneficios directos como la disminución del impacto al medio ambiente debido al menor grado de afectación y contaminación (Avila-Rueda & Aranda-Romero, 2019) .

Los resultados del trabajo realizado dan cuenta que los CDA tiene como fuente principal y único la energía eléctrica, con un consumo energético mensual (4.022 [kWh] en la Puerta del Sol y 3.335[kWh] en CDA la 27) encontrando un comportamiento similar para los días entre semana y sábados, a diferencia de los domingos, cuyo comportamiento es similar al nocturno.

El dimensionamiento del sistema está directamente relacionado con el inventario de dispositivos suplidos por energía eléctrica en cuando potencia nominal, potencia total, horas de uso día y consumo diario y que de acuerdo al consumo relacionado anteriormente la implementación del proyecto generaría una reducción de gases de efecto invernadero, donde existiría una disminución aproximada de 186,642 toneladas de CO₂ (Avila-Rueda & Aranda-Romero, 2019)

Estos aportes son de significativa importancia para el desarrollo del proyecto por cuanto los servicios ofrecidos por el son muy parecidos a los que aborda el estudio de los CDA Puerta del Sol y Cra 27, permitiendo dimensionar las características del sistema a implementar de acuerdo a los requerimientos de consumo con una importante reducción de gases de efecto invernadero.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco Teórico

2.1.1. La industria energética en Colombia

La industria energética en Colombia depende en un 75% de la energía hidráulica, el 19% de combustibles fósiles y tan solo el 6% de energías no convencionales pero resulta paradójico que a pesar de los beneficios sociales de las represas como suministro de agua potable y generación de energía, la implementación de obras hidráulicas viene acompañada de graves efectos sociales, económicos y ecológicos por cambio en el uso del suelo, migración y desplazamiento a comunidades campesinas que se caracterizan socialmente por tener formas propias de organización, dinámicas de relacionamiento entre sí y hacia el exterior, y patrones culturales que las diferencian de los campesinos de otras regiones del país, calidad del paisaje, pérdida de cobertura vegetal especies nativas, alteración en fauna y flora, procesos erosivos por inundación de la presa, alteración del ciclo del agua por desviación, canalización, captar caudales para poder construir las obras atravesando otras cuencas a través de su infraestructura de conducción hasta llegar al embalse, flujo de sedimentos y pérdida de conectividad original en la red (Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica "Acolgen", 2013).

En lo social porque se rompe con el tejido social debido al desplazamiento o reubicación de las poblaciones afectadas con implicaciones en las riquezas culturales y naturales de la nación, teniendo presente que la cultura hace parte de la identidad de un pueblo, dado que como grupo social va elaborando unos rasgos distintivos, tanto espirituales como materiales, intelectuales, afectivos, modos de vida, sistemas de valores, tradiciones y creencias, fines y metas comunes dentro de

unos parámetros de comportamiento que van caracterizando a una sociedad o grupo social los cuales tienen diferentes formas de exteriorizarse y de transmitirse, que interactúa en una diversidad de códigos y valores para afrontar las transformaciones culturales que se presentan a lo largo de su vida, sin olvidar que estas transformaciones influyen no sólo en la persona misma sino también en la sociedad en la cual se desarrolla (A Fair Globalization., 2004).

En lo jurídico (constitucional) por que el Estado debe proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica como el Parque Natural Chingaza al permitir la realización de este tipo de proyectos en áreas protegidas, en el entendido que por precepto constitucional todos los ciudadanos colombianos tienen derecho de disfrutar de un ambiente sano, diverso e íntegro, pero también el deber de velar por el buen cuidado del ambiente, delimitando áreas que sean tenidas como reservas de recursos para las generaciones futuras (Asamblea Nacional Constituyente., 1991)

Y respecto de los ODS, porque la nación como estado parte de la Organización de las Naciones Unidas, estaría entrando en contradicción con la incorporación del marco de los ODS en los planes de política pública en cuanto a la reducción de las desigualdades y la construcción de la paz (reubicación de pobladores en la zona de influencia, especialmente con el consumo responsable, la protección del medio ambiente terrestre, la acción contra el cambio climático, la erradicación del hambre y el acceso a agua (Colciencias, 2019)

Debido a ello, la industria energética está experimentando grandes cambios en la actualidad, y dentro de ellos la energía solar juega un papel protagónico, teniendo un crecimiento exponencial en todo el mundo y logrando ser una de las tecnologías renovables más económicas (Energetiva, 2019). Aumentar la eficiencia energética con la generación y utilización de nuevas tecnologías hace parte de los objetivos de

desarrollo sostenible para mitigar la contaminación ambiental, dado que según el Ministerio de Minas y Energías el sector terciario dentro del cual se ubican los Centros de Diagnóstico Automotor representando el 8% del consumo energético nacional (Unidad de Planeación Minero Energético, 2012).

Parte de esos cambios surgen del Plan Energético Nacional 2020-2050 (Ministerio de Minas y Energía, Unidad de planeación Minero Energético., 2019) encaminados a la satisfacción de los requerimientos energéticos del país, con énfasis en la sensibilidad ambiental, ante el incremento de la demanda derivado del crecimiento económico, el desarrollo tecnológico y la extensión de cobertura a comunidades apartadas por la irrupción de nuevas demandas provenientes de mayores niveles de crecimiento económico, por el desarrollo tecnológico y por los compromisos de mitigar los impactos del cambio climático.

La transformación energética y la incorporación de nuevas tecnologías en la provisión de servicios cada vez más complejos, más confiables y más continuos a 2050, viene precedida de una oferta de energía primaria de combustibles fósiles (carbón y petróleo) cercana al 77% e hidroelectricidad, gas natural y fuentes no convencionales de energía renovable (bagazo, biocombustibles y leña) del 23% , dado que la demanda de energía en de los últimos 45 años (1975-2020) se incrementó un 78%, (735 PJ a 1.308 PJ) derivado del crecimiento de la industria manufacturera y transporte (Ministerio de Minas y Energía, Unidad de planeación Minero Energético, 2019, p. 10-15).

El ambicioso plan de transformación energética contempla entre otros aspectos la seguridad en el suministro de energía con diversificación de la matriz con base en energías no convencionales, energía como eje de desarrollo económico potenciando su competitividad, productividad, eficiencia a partir de la diversificación con energías no convencionales, gestión ambiental para disminuir su incidencia

negativa fomentando la resiliencia al clima para bajar las emisiones de gases efecto invernadero, ampliación de la cobertura de servicios y productos energéticos que faciliten el crecimiento económico, eficiencia energética a partir de nuevas tecnologías, integración energética regional como modelo de desarrollo con los países vecinos, e implementación del plan energético nacional tanto en lo social, ambiental y económico para enfrentar los riesgos del cambio climático (Ministerio de Minas y Energía, Unidad de planeación Minero Energético, 2019, p. 16-19).

2.1.2. Los sistemas fotovoltaicos

La energía fotovoltaica está irrumpiendo como alternativa de transformación energética, y Colombia fija sus expectativas de expansión en el potencial de radiación solar (recurso solar - radiación) derivado de su posición geográfica en el centro del trópico como fuente inagotable, de fácil instalación, bajo mantenimiento y larga vida útil.

Su crecimiento en el mundo indica que de 177 GW que se producían en el 2014 se pasó a 227 GW en el 2015 (incremento del 25%), con el desarrollo de proyectos de generación en China, Alemania, Japón, Estados Unidos, Italia, Reino Unido, Francia, España, India y Australia.

En Colombia el potencial positivo de energía solar es alto frente al resto del mundo por el promedio de radiación especialmente en las regiones de la Costa Caribe, Pacífica, Orinoquía y Central (Rodríguez & González, 1992), (UPME; IDEAM; MME., 2005)

Estos avances han servido para que la energía solar fotovoltaica sea la segunda energía renovable más utilizada en el mundo después de la energía eólica, dada su

versatilidad para ser utilizada en el sector de los servicios (Atersa, 2015), industrial y de telecomunicaciones (Berrío & Zuluaga, 2014), agropecuarios (ganadería y agricultura) (Rogério-Mossande, Mujica-Cervantes, Mata-Rodriguez, & Osorio-León, sfp), transporte (Gonzáles-Pinzón, Ponce Corral, Valenzuela-Nájera, & Atayde-Campos,, 2013), residenciales y electrificación en sectores aislados (Cardona-Ospina, Rivera Achury, Martínez, & Ramírez, 2016).

En la actualidad en Colombia se han desarrollado proyectos de energía fotovoltaica en los llanos orientales, Chocó, La Guajira, Bogotá, Nariño, Amazonas y Putumayo, que en conjunto alcanza las 12 GW, aprovechando sus ventajas de la radiación solar gratuita, que reduce las externalidades sobre el medio ambiente con menores de emisiones de dióxido de carbono (CO₂), efecto invernadero, lluvia ácida y óxidos de azufre, puede generar energía eléctrica con sistemas FV, aumentando la independencia energética, reducción de pérdidas de energía debido al transporte (pérdidas parásitas), capacidad de distribución y generación, confiabilidad y calidad del sistema, además de los beneficios tributarios (Gramas, 2012), (Acolgen, 2013), (Congreso de la República de Colombia, 1994).

2.1.3. La huella de carbono

Es la medida de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) las cuales son consideradas contaminantes del medio atmosférico, compuesto especialmente por dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), responsables de crear el tan conocido fenómeno del cambio climático, y que se encuentran muy ligados a las actividades comunes del ser humano (National Center For Environmental Information "NOAA, 2019).

La huella de carbono como indicador resultante de la suma de las emisiones de GEI el desempeño de un producto a nivel ambiental, que incluye el ciclo de producción calculado en términos de equivalentes de CO₂ (J., T., & S., 2010), valor que se utiliza como base para el diseño de productos o la mejora de actividades con un bajo contenido de carbono (He, Wang, Huang, & Wang, 2016).

Varias metodologías se han propuesto para hallar el indicador de huella de carbono; entre ellas está la de Jeswiet (Jeswiet & Kara, 2008) basado en el consumo de energía durante el procesamiento del producto; Qi Lu (Lu, Zhou, & Xiao, 2016) que postuló un método de cálculo basado en la temperatura identificando los factores clave que contribuyen en alta medida a la generación de contaminación; Antonio Scipioni (Scipioni, Manzardo, Mazzi, & Mastrobuono, 2012), establece un método de monitoreo y gestión de emisiones de GEI en el ciclo de vida del producto, modelo basado en las normas ISO14040 e ISO14064.

Las implicaciones de la huella de carbono repercuten a nivel global producto de una serie de intercambios entre las grandes reservas como la atmósfera, océanos, lagos y ríos del mundo, el dióxido de carbono atmosférico transfundido al agua a través de la interfaz aire-agua incrementando así la concentración de carbono en los océanos incrementando su concentración y poder contaminante que está generando una serie de cambios en los ecosistemas marinos que sobreviven mediante una relación simbiótica de la que participan el 25% de las especies oceánicas conocidas desarrollando mecanismos de defensa en un contexto discrepante, y que en solo 50 años ha ocasionado la destrucción del 50% de los corales en el mundo, porque los océanos están absorbiendo más calor del que propician las emisiones de carbono a la atmósfera provocando el blanqueamiento de las barreras coralinas y con ello su extinción, afectando la distribución, reproducción y abundancia de muchas especies marinas con efectos impredecibles en las redes alimentarias, generando un ciclo demoledor de degradación que llevará

a que los océanos ya no puedan brindar los cuantiosos beneficios que guarda en sus profundidades, ocasionado por los cambios del hábitat natural, alteración de la química marina por acidificación y disminución del pH reduciendo la abundancia de fitoplancton, afectación de las praderas submarinas, disminución en la calcificación de animales marinos (corales, moluscos y crustáceos), debilitando sus esqueletos y con ello su crecimiento, pérdida de nutrientes disponibles para los animales que se encuentran por encima en la cadena alimentaria, migración de los organismos marinos en función de su tolerancia a la temperatura (replegándose o extinguiéndose), sedimentación y contaminación del lecho marino, entre otros (Netflix., 2017).

Colombia ha contribuido a ese factor de destrucción según datos del GEI 258 Millones de toneladas de CO₂ equivalente en el 2012 presentado crecimiento de más de 15% (35 millones de toneladas de CO₂ equivalentes) en un periodo de 20 años, pasando de 245 Millones de ton/año en los años 90 a 281.5 Mton/año en el 2010, siendo los sectores más aportantes agricultura, y silvicultura (43%) y la generación de energía (44%) (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, 2016).

2.2 MARCO CONCEPTUAL

- **Celdas fotovoltaicas**

Dispositivos formados por silicio puro con adición de impurezas de ciertos elementos químicos (metales sensibles a la luz) que producen electrones por la incidencia de los rayos solares generando cada una de 2-4 amperios a un voltaje de 0.46-0.48 voltios (Arrastía & Limia, 2011) .

Los paneles se colocan en serie para generar el voltaje requerido para satisfacer la demanda eléctrica requerida por una unidad familiar, residencial o empresarial.

La energía capturada se transforma directamente a energía eléctrica en forma de corriente continua para ser almacenada en acumuladores pudiendo ser utilizada en momentos distintos a las horas luz. Una ventaja de estas celdas fotovoltaicas recepta tanto la radiación directa como difusa, lo que permite generar energía eléctrica incluso en días nublados.

- **Energía solar fotovoltaica**

Es una fuente de energía renovable que se usa para generar electricidad mediante paneles solares fotovoltaicos (PSFV) los cuales permiten transformar la radiación solar en electricidad para diversos usos en hogares y empresas. El efecto fotovoltaico produce una fuerza electromotriz mediante un dispositivo semiconductor derivado de la absorción de la radiación electro magnética al ser conectado a un circuito eléctrico (Sarmiento-Sera, 2016).

- **Energías renovables**

Son aquellas que se producen de forma continua y son inagotables a escala humana. El sol está en el origen de todas ellas porque su calor provoca en la Tierra las diferencias de presión que dan origen a los vientos, fuente de la energía eólica. El sol ordena el ciclo del agua, causa la evaporación que provoca la formación de nubes y, por tanto, las lluvias.

También del sol procede la energía hidráulica. Las plantas se sirven del sol para realizar la fotosíntesis, vivir y crecer. Toda esa materia vegetal es la biomasa. Por último, el sol se aprovecha directamente en las energías solares, tanto la térmica como la fotovoltaica (Fog C., Efectos de hidroeléctricas: urge una visión integral., sfp).

- **Panel solar fotovoltaico**

Existen dos tipos de placas, monocristalinas y policristalinas, las primeras compuestas por silicio monocristalino puro con pequeñas partículas que evitan la presencia de defectos o impurezas (alta eficiencia -15%-) y las segundas con pequeños cristales de silicio solidificados (fundido) en un crisol y colado en forma de lingotes para ser cortados en obleas finas y ensambladas en células completas. Las placas monocristalinas tienen una mayor eficiencia, pero son más costosas (AutoSolar, 2021), (Kalogirou, 2009).

Cada una de las modalidades (policristalinos y monocristalinos) cuenta con tres variedades, paneles solares fotovoltaicos, paneles solares térmicos y paneles solares híbridos (fotovoltaico + térmico) (AutoSolar, 2021).

- **Radiación solar:**

Es la radiación electromagnética producida por el sol con una temperatura equivalente a 5777 K

2.3 MARCO AMBIENTAL

2.3.1 Los Objetivos de Desarrollo Sostenible y las energías limpias

Los proyectos de energía no convencionales aportan significativamente al mejoramiento de la calidad de vida por la reducción de gases de invernadero, que en el caso concreto de la presente propuesta se derivan de los impactos generados por la alta contaminación del aire reflejados en los ODS (Organización de las Naciones Unidas, 2016) (Lobo, Martín, & Purkey, 2019) integrando las dimensiones ambiental, social, cultural, político y económica, en aspectos tales como.

Objetivo 1.4,1.5 por las afectaciones a la salud que en el caso concreto de una ciudad cosmopolita como Bogotá le representan al distrito sobrecostos por \$4,2 billones (2,5% del PIB de la ciudad) en atención de enfermedades respiratorias agudas (Departamento Nacional de Planeación., 2015).

Objetivo 2.1,2.4,2.5, porque sus efectos se reflejan en las variaciones del clima (heladas- incendios forestales, patrones de lluvias, etc.), que atentan contra la seguridad alimentaria (sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción) por estrés térmico e hídrico, acortamiento de estación de crecimiento y mayor presencia de plagas y enfermedades (Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo Fonade; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales Ideam., 2013), (Espinosa & Franco, 2020)

Objetivo 3.1,3.2,3.8, porque el 10,5% (3.219) del total de las muertes que a manera de ejemplo en la capital colombiana, son atribuidas a la contaminación del aire urbano que derivan en problemas de los sistemas respiratorio y cardiovascular, cáncer e infecciones intestinales (Departamento Nacional de Planeación., 2015), (Espinosa & Franco, 2020).

Objetivo 7.1,7.2,7.3, porque se deben generar cambios en los biocombustibles de fuentes móviles en ruta dado que si bien muchos vehículos han hecho tránsito al gas como combustible estos vehículos fueron diseñados para el sistema de gasolina, por lo que su rendimiento no es totalmente eficiente generando porcentajes altos de contaminación, adicionado al parque automotor que supera los veinte años de circulación sin que se haya realizado acciones pertinentes para su chatarrización. Igual sucede con las chimeneas industriales que utilizan como

combustible gas natural (72%), carbón mineral (9%), fueloil (8%), carbón coque (4%), GLP (4%) y otros (4%) (Fundación Gas Natural Fenosa., 2018)

Objetivo 8.2,8.4, porque la contaminación atmosférica incide particularmente en diversificación, modernización tecnológica e innovación, así como producción y consumo eficiente de recursos y procurar desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente, empezando por la integración de sistemas de transporte para la reducción de emisiones de fuentes móviles y chatarrizar vehículos viejos, además de aumentar la capacidad para controlar las industrias que están violando el Plan de Ordenamiento Territorial poniendo en riesgo y desplazando a las poblaciones vecinas (Rojas, sfp).

Objetivo 9.1,9.2,9.4, porque se requiere invertir en programas de reducción de emisiones, tanto de las fuentes móviles (vehículos automotores) como fijas (industrias), además de aumentar la capacidad operativa, técnica y jurídica en el monitoreo y control de fuentes de contaminantes (Mejía, 2018).

Objetivo 11.2,11.4 con acciones para reducir el impacto ambiental negativo per cápita a partir de instrumentos de planificación en la ciudad, mediante articulación entre los diferentes actores locales y distritales (Alcaldía Local, Secretaría de Ambiente, Secretaría de Movilidad) para unificación de estrategias de reordenamiento urbano (Ospina A. & T., 2019).

Objetivo 12.1,12.6,12.7, alineando esfuerzos entre entidades nacionales y distritales de sectores de salud, ambiente y planeación, para garantizar la articulación en la toma de decisiones, como en el caso de la expedición de políticas y regulaciones, impulsando la estrategia de ciudades inteligentes en términos de conectividad intersectorial y sostenibilidad ambiental (Fedesarrollo; Probogota., 2019).

Objetivo 13.2,13.b, Promoviendo mecanismos de planificación urbana y gestión eficaces como Programa Distrital para la Gestión de las Emisiones del Transporte Urbano, reducción en la concentración de material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$ mediante la implementación del Plan de Gestión Integral de Calidad de Aire, restauración y recuperación de Estructura Ecológica Principal de una ciudad (Secretaría Distrital de Ambiente., 2020).

Objetivo 15.1,15.5, al incorporar nuevos agentes amigables que faciliten la expansión de su base productiva, con proximidad física a los procesos de interacción entre empresas-actores locales, todo ello en un nuevo paisaje urbano de restauración de zonas afectadas por procesos de urbanización, a través de su reemplazo y fragmentación de los paisajes (Helmsing, sfp).

Objetivo 16.6, con la Secretaria de Ambiente para el establecimiento de medidas, que incluyan principalmente la adopción de sistemas de control de emisiones a través tecnologías limpias que permitan la reducción de la contaminación del aire (Fedesarrollo; Probogota., 2019).

Objetivo 17.14, con coherencia de las políticas públicas para el desarrollo sostenible, de manera que se adopten estrategias de regulación de fuentes móviles en sus dos dimensiones, industria+comercio, y estaciones de servicio, responsables de emisiones de material particulado que afectan la calidad del aire para hacer una ciudad sostenible (Fedesarrollo; Probogota., 2019).

2.3.2 La evaluación no monetaria de los servicios ecosistémicos: perspectivas para la gestión sostenible del territorio

Cerda y Tironi (2017) refieren que los servicios ecosistémicos se relacionan con la contribución directa e indirecta de los ecosistemas al bienestar humano, importantes para la sostenibilidad de la gestión territorial a partir de variables ecológicas, económicas y socioculturales y su aporte a la identidad cultural y territorial.

Agregan que en las agendas políticas y científicas de los servicios ecosistémicos cobra especial importancia la relación sociedad y naturaleza para la conservación del hábitat, por su impacto en la supervivencia de los seres vivos, adicionando a lo ético y ecológico, lo financiero, social, económico, cultural, educativo, religioso y de salud pública para beneficio humano, razón por la cual su monetarización debe ser incluida bajo el paradigma de la relación costo-beneficio en la toma de decisiones (caso implementación de energía solar para el Centro de Diagnóstico Automotor Motos de la Cuesta) como aspecto clave para alcanzar la sostenibilidad ambiental.

En este propósito, un enfoque antropométrico es de gran utilidad para mejorar la calidad de vida de los seres vivos con base en los beneficios directos, indirectos y opcionales, bien sea por uso o no uso, con base en determinantes de bienestar humano como seguridad, salud, relaciones sociales, bienes materiales básicos, libertad de elección y acción con la disminución de la contaminación ambiental, al optar por la opción de energías verdes.

Así, la relación entre los servicios ecosistémicos – bienestar humano en el contexto de relación territorial (área metropolitana de Bucaramanga), implica tener en cuenta las razones o motivaciones para protegerlos por su relevancia social

(relevancia-conflicto) para ser considerados en la toma de decisiones sobre uso del territorio y su inclusión explícita de la dimensión humana.

En tal virtud, la evaluación de las razones o motivaciones de los servicios ecosistémicos parte de la biodiversidad y las funciones para la producción de bienes y servicios (revisión técnico-mecánica de vehículos livianos y motocicletas) que de él se obtienen, en función social de la demanda para generar bienestar humano cuantificado con base en la importancia de los servicios y su valor económico total sociocultural y monetario, a partir de lo cual se toman decisiones y se diseñan las políticas para la gestión territorial en la que intervienen los impulsores directos e indirectos cerrando el ciclo del dominio de valor (evaluación) biofísica, es decir, la capacidad de los sistemas naturales y biodiversos para generar servicios.

Un segundo aspecto a tener en cuenta se relaciona con las dimensiones intangibles de valor de los servicios ecosistémicos, toda vez que muchas veces estos no están conectados con la dimensión humana incidiendo en la toma de decisiones y en la elaboración de las políticas públicas (estrategias de conservación, planificación territorial) y privadas (actividades empresariales), asociado con la valoración económica o monetaria, ya que para gestionar adecuadamente la naturaleza hay que visibilizarla económicamente, dado que las dimensiones intangibles pueden importar más a las personas que aquellas relacionadas con beneficios materiales.

Estos beneficios pueden derivar de la causalidad múltiple (procesos operando simultáneamente), interdependencia (contribución de valor), distribución de beneficios y procesos de gestión (escenarios y enfoques), pluralismo de valores (forma de valoración), y finalmente valores inconmensurables (identidad cultural, valor de mercado).

En este proceso, las técnicas no monetarias para la evaluación de los servicios ecosistémicos devienen de la valoración sociocultural para comprender la forma en que se obtienen los beneficios de los ecosistemas (razones y motivaciones sociales) articulados mediante una pluralidad de valores (cualitativos-cuantitativos) no económicos para percibir los beneficios que se originan desde los sistemas naturales, bien sea mediante entrevistas, encuestas, grupos focales (eficiencia económica y equidad social), panel Delphi (consenso), así como representaciones espaciales participativas (demanda de servicios ecosistémicos) desde diferentes perspectivas, y técnicas deliberativas (valoraciones individuales y colectivas).

Al respecto la economía ecológica sugiere la aplicación de técnicas deliberativas para no incurrir en preferencias individuales sino en procesos de debate público transparente, que permitan plantear visiones más informadas y más imparciales de problemas que afectan a la sociedad, para lo que se requiere que cada actor participe planteando temas en la agenda de discusión sin presiones externas para llegar a un consenso, de manera que sus consideraciones no sean ignoradas en procesos de toma de decisiones territoriales, y que las mismas guarden estrecha relación entre conservación de la biodiversidad y bienestar humano minimizando consecuencias negativas que impidan que las metas propuestas sean alcanzadas.

Alentar el reconocimiento del bienestar humano como motor fundamental de gestión territorial conlleva a generar cambios en la práctica de investigación de servicios ecosistémicos, cuyo objetivo sea la protección de la biodiversidad, dando paso a la idea de sostenibilidad ambiental como paradigma de discusión sobre las dimensiones humanas, causales directas-indirectas del impacto sobre los beneficios del ecosistema y a partir de él, de la valoración territorial. Estas razones ponen de manifiesto la importancia de la evaluación no monetaria de los servicios ecosistémicos desde la perspectiva de gestión sostenible del territorio sobre la base de soporte, abastecimiento y provisión, constituyentes de bienestar (seguridad,

bienes básicos, relaciones sociales y libertad de opción-acción), fundamentales para evaluar su impacto sobre la naturaleza, así como los compromisos-conflictos que deben ser tenidos en cuenta en la valoración de uso de un territorio.

2.4 MARCO LEGAL

Las energías renovables no convencionales fueron integradas al servicio energético nacional a través de la Ley 1715 de 2014 emanada del Congreso de la República (Congreso de la República, 2014), a partir de la cual se generan una serie de decretos y resoluciones que garantizan la producción de energías limpias, los cuales se detallan a continuación:

- Decreto 2492 de 2014 “Por el cual se adoptan disposiciones en materia de implementación de mecanismos de respuesta de la demanda”.
- Decreto 2469 de 2014 “Por el cual se establecen los lineamientos de política energética en materia de entrega de excedentes de autogeneración”
- Resolución UPME 0281 de 2015 “Por la cual se define el límite máximo de potencia de la autogeneración a pequeña escala”
- Resolución CREG 024 de 2015 “Por la cual se regula la actividad de autogeneración a gran escala en el Sistema Interconectado Nacional (SIN)”.
- Decreto 1623 de 2015 “Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1073 de 2015, en lo que respecta al establecimiento de los lineamientos de política para la expansión de la cobertura del servicio de energía eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional y en las Zonas No Interconectadas”
- Resolución Ministerio de Ambiente 1312 de 11 agosto de 2016 “Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental

de proyectos de uso de fuentes de energía eólica continental y se toman otras determinaciones”.

- Resolución Ministerio de Ambiente 1283 de 8 agosto de 2016 “Por la cual se establece el procedimiento y requisitos para la expedición de la certificación de beneficio ambiental por nuevas inversiones en proyectos de fuentes no convencionales de energías renovables – FNCER y gestión eficiente de la energía, para obtener los beneficios tributarios de que tratan los artículos 11, 12, 13 y 14 de la Ley 1715 de 2014 y se adoptan otras determinaciones”
- Decreto 348 de 2017 “Por el cual se adiciona el Decreto 1073 de 2015, en lo que respecta al establecimiento de los lineamientos de política pública en materia de gestión eficiente de la energía y entrega de excedentes de autogeneración a pequeña escala”.
- Decreto 1543 de 2017_“Por el cual se reglamenta el Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía, Fenoge”
- Resolución CREG 167 de 2017 “Por la cual se define la metodología para determinar la energía firme de plantas eólicas”
- Resolución CREG 201 de 2017 “Por la cual se modifica la Resolución CREG 243 de 2016, que define la metodología para determinar la energía firme para el Cargo por Confiabilidad, ENFICC, de plantas solares fotovoltaicas”
- Decreto 570 de 2018 “Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, en lo relacionado con los lineamientos de política pública para la contratación a largo plazo de proyectos de generación de energía eléctrica y se dictan otras disposiciones”
- Resolución CREG 015 de 2018 “Por la cual se establece la metodología para la remuneración de la actividad de distribución de energía eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional”. *Ver capítulo 10 para metodología de cálculo del servicio de respaldo.*

- Resolución CREG 030 de 2018 “Por la cual se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional”
- Resolución CREG 038 de 2018 “Por la cual se regula la actividad de autogeneración en las zonas no interconectadas y se dictan algunas disposiciones sobre la generación distribuida en las zonas no interconectadas”
- Ley 1955 del 25 de mayo de 2019 “Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022. “Pacto por Colombia, pacto por equidad””. El artículo 174 modifica el artículo 11 de la Ley 1715 de 2014.
- Decreto 829 de 2020, “Por el cual se reglamentan los artículos 11, 12, 13 y 14 de la Ley 1715 de 2014, se modifica y adiciona el Decreto número 1625 de 2016, Único Reglamentario en Materia Tributaria y se derogan algunos artículos del Decreto número 1073, Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía”
- Resolución UPME 203 de 2020 “Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para acceder a los beneficios tributarios en inversiones en investigación, desarrollo o producción de energía a partir de Fuentes no Convencionales de Energía -FNCE”

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación descriptiva, caracterizada según Glass y Hopkins (1984) por la recopilación de datos que describen los acontecimientos esenciales del problema que se plantea, derivados en este caso particular por la implementación de energía solar para el “Centro de Diagnóstico Automotor Motos de la Cuesta”, Piedecuesta, Santander, a partir de sus interacciones e interrelaciones (contaminación ambiental – energías limpias) dentro de un contexto de la vida real (calentamiento global por emisión de gases), con la intención de indagar detallada y profundamente el ambiente social en que se encuentra inmerso (sistemas productivos amigables con el medio ambiente).

3.2 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Para abordar los objetivos planteados se recurre a la investigación cualitativa, la cual permite abordar las ecuanimidades de los sujetos - Centro de Diagnóstico Automotor Motos de la Cuesta- inmersos en actuar cotidiano (social, cultural, ambiental de los actores involucrados en los sistemas de transporte y la movilidad), porque suministra elementos de juicio descriptivos y conductas observables - emisión de gases de efecto invernadero-, buscando alternativas a los esclarecimientos del entorno (calentamiento global), ajustando su beneficio en las relaciones con sus semejantes en todos los contextos (Taylor & Bodgan, 2002), además de permitir comprender la realidad para intentar transformarla (sistemas productivos amigables con el medio ambiente), aplicando los tres principios rectores la contaminación ambiental (acciones para promover cambios en el consumo de

bienes y servicios para la preservación de los ecosistemas), aprovechamiento (energías limpias a la cadena productiva con viabilidad social-económica-técnica), y preservación del medio ambiente (revisión técnico-mecánica de los vehículos livianos y motocicletas) (Anguera, 2006).

3.3 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

El método inductivo permite percibir la realidad que vive la humanidad con el calentamiento global para identificar las fuentes de contaminación ambiental, y tipo de estrategias a implementar (implementación de sistemas de energías limpias), discutir la eficacia de las intervenciones medioambientales, e inspeccionar posibles mejoras que permitan disponer de sistemas de movilidad amigables con el medio ambiente, que para el caso corresponden a las estrategias que pretenden desarrollar con la implementación de un sistema de energía solar para el “Centro de Diagnóstico Automotor Motos de la Cuesta”, Piedecuesta, Santander” (Moncayo A., 2018).

3.4 TÉCNICA

La técnica corresponde al trabajo de campo, para la inspección de la sede del “Centro de Diagnóstico Automotor Motos de la Cuesta”, Piedecuesta, Santander, tomando nota de los componentes del sistema energético para la prestación del servicio de revisión técnico-mecánica, así como de los registros de consumo de energía durante el 2021, información necesaria para el cumplimiento de los objetivos planteados en la monografía (Hernández S., 2014).

3.5 PROCEDIMIENTO

El procedimiento desarrollado en la presente monografía se relaciona en profundidad en el siguiente capítulo, acorde a lo establecido en los objetivos considerados para la la implementación de energía solar para el “Centro de Diagnóstico Automotor Motos de la Cuesta”, Piedecuesta, Santander.

4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

El estudio de implementación de energía solar para el “Centro de Diagnóstico Automotor Motos de la Cuesta”, Piedecuesta, Santander, se estructura en torno a tres objetivos específicos, siendo el primero de ellos establecer los patrones de consumo energético anual de los equipos del CDA de la cuesta, el segundo, desarrollar la estimación del sistema fotovoltaico a implementar en el Centro de Diagnóstico, y el tercero, la contribución al mejoramiento ambiental que desarrollaría la implementación del sistema fotovoltaico, a través de un estudio de Huella de carbono de la instalación.

Los objetivos específicos anteriormente relacionados se presentan en el capítulo cinco como acápite de resultados, utilizando gráficas y tablas para visibilizar aspectos importantes a tener en cuenta en la implementación del sistema de energías limpias, procediendo como se relaciona a continuación:

El primer objetivo específico se relaciona con los patrones de consumo energético anual, por lo que se toma como referencia los servicios ofrecidos por la empresa, la estructuración del sistema energético para la prestación del servicio, y los recibos de facturación de la Electrificadora de Santander del año inmediatamente anterior para establecer indicadores de consumo, los cuales son debidamente graficados. Como nota aclaratoria de los consumos registrados durante 2021, vigencia anual que estuvo marcada por el distanciamiento voluntario y algunas restricciones para la movilización de las personas que se sintió en los distintos servicios que prestan empresas como el Centro de Diagnóstico Automotor en el área metropolitana de Bucaramanga.

Con el segundo objetivo específico, estimación del sistema fotovoltaico a implementar en el Centro de Diagnóstico, se procede a identificar los estándares de

irradiación solar en Colombia y a partir de ello los promedios para la capital santandereana y el área metropolitana, detallando que los meses de mejor rendimiento son los de enero, septiembre, octubre y agosto y los de menor rendimiento los meses de mayo, junio y julio, aspectos evidenciados gráficamente.

Con estos datos se procede a realizar el dimensionamiento del sistema fotovoltaico, procedimiento que lleva a la estimación de la demanda o carga, energía solar disponible en el área, capacidad del módulo fotovoltaico, y la capacidad del inversor. Con estos datos se procede a realizar las pruebas de simulación utilizando para ello la plataforma SAM/PVGIS.

Respecto de la contribución al mejoramiento ambiental del sistema fotovoltaico en el Centro de Diagnóstico Automotriz, parte de la estructuración de la secuencia para el cálculo de huella de carbono, con identificación de las fuentes de consumo tanto en el área como administrativa, y a partir de esos registros el cálculo del consumo para las dos áreas relacionados mediante tablas.

Realizado este procedimiento se procede al cálculo de la huella de Carbono en las dos áreas relacionadas anteriormente, para cerrar con el cálculo de huella de carbono siguiendo los parámetros relacionados anteriormente.

Realizado el procedimiento descrito en cada uno de los objetivos considerados en la investigación se llega a las conclusiones y recomendación del estudio, no sin antes recalcar que proyectos como el que quiere desarrollar el Centro de Diagnóstico Automotriz de la Cuesta se constituyen en alternativas de innovación empresarial centrado en la protección del medio ambiente como aporte de la industria privada a los Objetivos de Desarrollo Sostenible sobre la base de funcionamiento con energías limpias, aprovechando que Colombia por su posición geográfica encuentra en la energía solar, fundamental para impulsar la transición

energética bajo los postulados de la nueva economía posibilitando un impulso a la innovación y al desarrollo empresarial.

5. RESULTADOS

5.1 PATRONES DE CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL DE LOS EQUIPOS DEL CDA DE LA CUESTA

El Centro de Diagnóstico Automotriz de la Cuesta ubicado en la Cll 9 # 11 – 60 del municipio de Piedecuesta, nace como persona jurídica el 14 de noviembre de 2014, siendo habilitado por el Ministerio de Transporte mediante resolución 708 de 16-02-16, iniciando operaciones el 26-02-16 para prestar los servicios de revisión técnico-mecánica en motocicletas y posteriormente con la resolución 2989 del 02-08-17 en vehículos livianos.

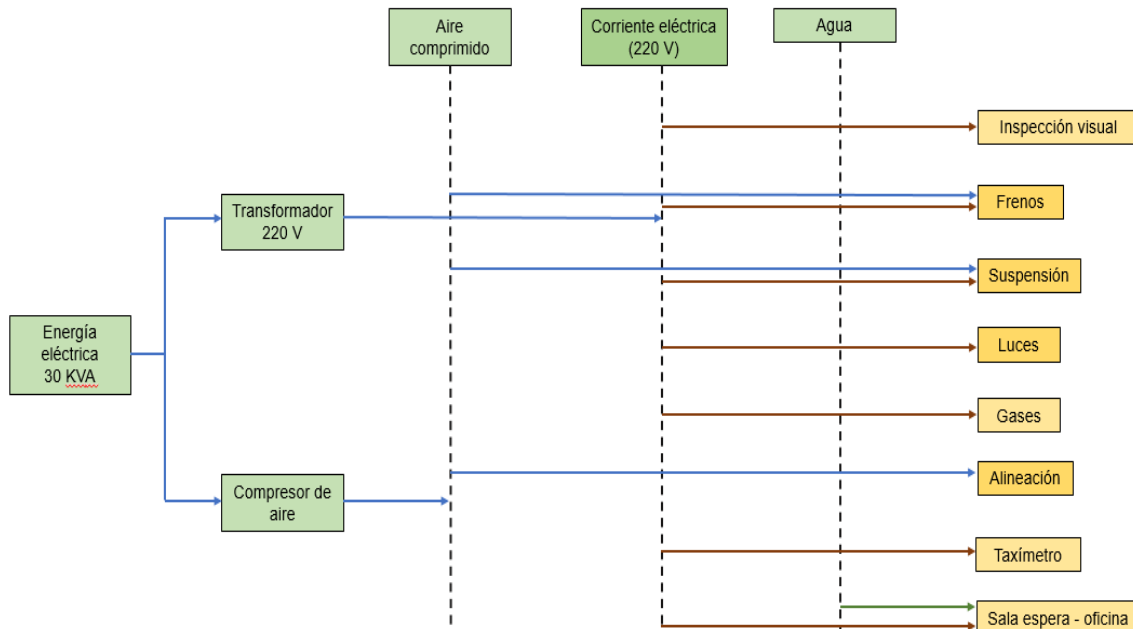
La prestación del servicio de revisión técnico-mecánica, consta de siete pasos o procesos a saber (Centro de Diagnóstico Automotor de la Cuesta, 2022):

- **Alineación:** proceso que tiene por objeto movimientos específicos hacia una dirección al soltar el volante, afectando el desgaste en las ruedas y el desplazamiento del vehículo.
- **Revisión de taxímetro:** utilizando el probador de taxímetros se revisa que tomen la señal a partir del giro de algún elemento del vehículo.
- **Luces:** Proceso que incluye la revisión mediante luxómetro para revisar el sistema de iluminación, comandos que activan y conmutan luces, intensidad lumínica.

- **Análisis de gases:** verificación de emisiones contaminantes, elementos generadores de ruido, dispositivos acústicos -pito, bocina-, estado del sistema de escape.
- **Suspensión:** Con la ayuda del detector de holguras se divisan desajustes de la suspensión en el chasis, así como marchas en los amortiguadores, y mal estado de los topes de suspensión.
- **Inspección visual:** la inspección visual se realiza siguiendo los lineamientos del numeral 11 de la Norma Técnica Colombiana NTC 5385, la cual incluye percepción sensorial de los elementos del vehículo con la ayuda de los equipos sin retirar o desarmar partes del vehículo, identificando probables ruidos, vibraciones anormales, holguras, fuentes de corrosión, soldaduras incorrectas, deficiencias de ensamble de conjuntos.
- **Frenos:** Inspección del sistema de frenos, desajuste del pedal, cables, guayas o varillas desajustadas sistema de frenos, válvulas de frenado, todo ello con el vehículo apagado.

La determinación de los patrones de consumo sirve de referente para determinar la capacidad del sistema solar fotovoltaico teniendo en cuenta el siguiente sistema:

Figura 1 . Componentes del sistema energético para la prestación del servicio



Fuente: CDA de la Cuesta, 2021, elaboración propia

Del esquema se deduce que en la prestación del servicio que ofrece el “Centro de Diagnóstico de la Cuesta” intervienen tres sistemas, aire comprimido, corriente eléctrica y agua, siendo el sistema eléctrico el de mayor demanda, dado que interviene en los procesos de inspección visual, frenos, suspensión, luces, gases, alineación, taxímetro y sala de espera-oficina, seguido por el aire comprimido que interviene en los procesos de frenos, suspensión y alineación, y finalmente el de agua que solo aparece en el sistema de sala de espera-oficina.

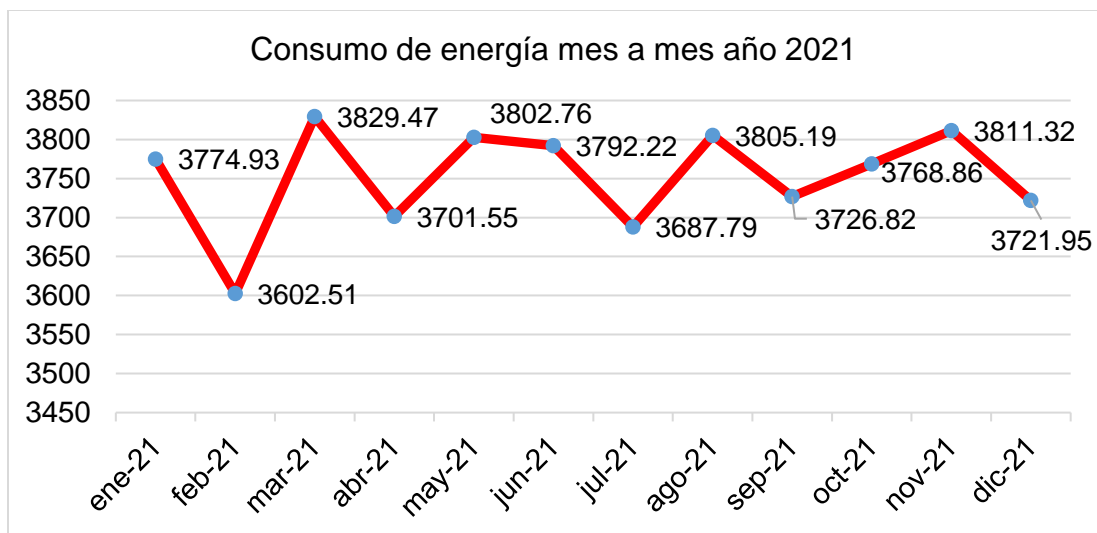
En el Centro de Diagnóstico de la Cuesta el consumo de energía eléctrica se deriva de los sistemas de iluminación, sistemas de computación, medición y calibración, que en el año inmediatamente anterior registraron los siguientes indicadores

Tabla 1. Indicadores de consumo de energía eléctrica durante el año 2021

Consumo de energía 2021	Kw
Enero 2021	3774,93
Febrero 2021	3602,51
Marzo 2021	3829,47
Abril 2021	3701,55
Mayo 2021	3802,76
Junio 2021	3792,22
Julio 2021	3687,79
Agosto 2021	3805,19
Septiembre 2021	3726,82
Octubre 2021	3768,86
Noviembre 2021	3811,32
Diciembre 2021	3721,95
Total consumo año	45025,37
Promedio	3752,11

Fuente: Base de datos CDA de la Cuesta

Figura 2 . Consumo energía eléctrica mes a mes año 2021



Fuente: Base de datos CDA de la Cuesta

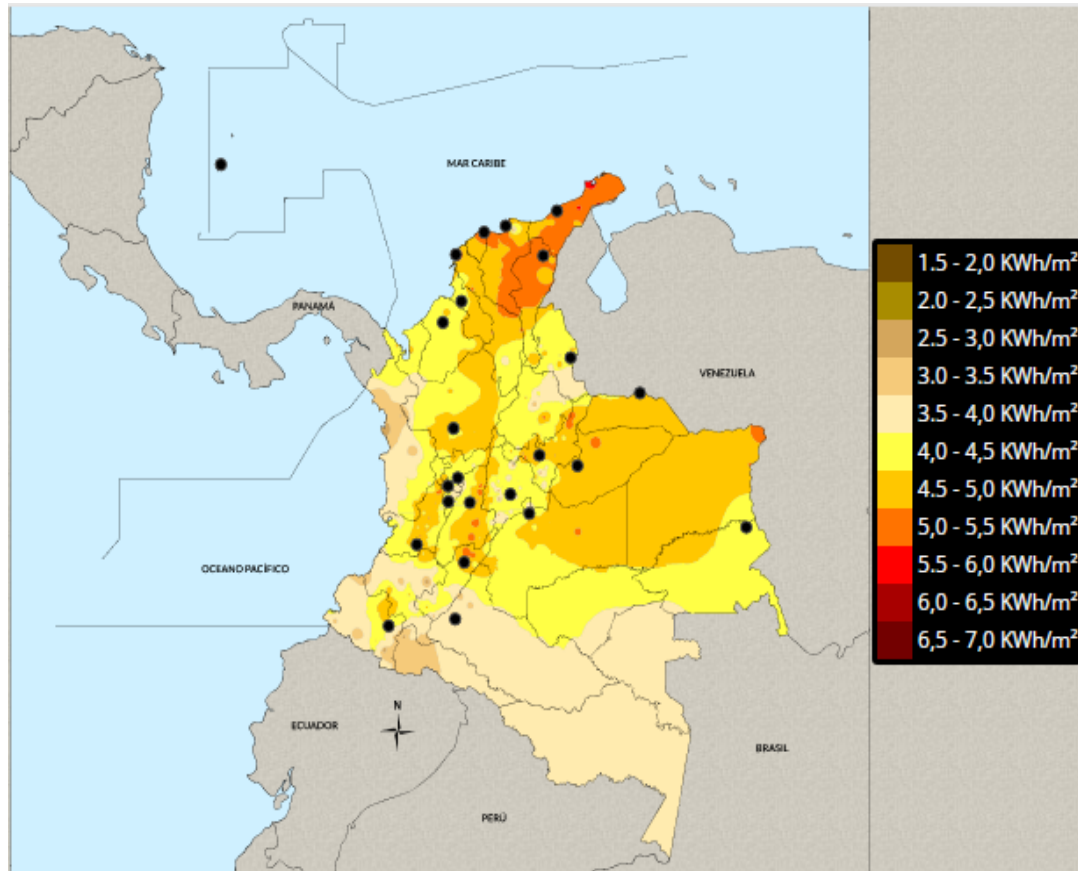
Los datos que se reflejan en la figura indican que durante el 2021 los meses de mayor consumo fueron marzo, mayo, agosto y noviembre con valores superiores a 3.800 Kwh, y el de menor consumo febrero con 3.600 Kwh. El promedio de consumo para el año 2021 fue de 3752,11 Kwh

5.2 ESTIMACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO A IMPLEMENTAR EN EL CDA DE LA CUESTA

Teniendo en cuenta los datos de consumo identificadas en el ítem anterior la fuente fotovoltaica para el Centro de Diagnóstico Automotriz de la Cuesta se requiere una potencia de 30 kva de manera que satisfaga las necesidades energéticas para la prestación del servicio de revisión técnico-mecánica en autos livianos y motocicletas, acorde a las especificaciones técnicas del Ministerio de Transporte.

La estimación del sistema fotovoltaico a implementar tiene en cuenta los indicadores de irradiación solar promedio mensual del área metropolitana de Bucaramanga (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales "Ideam", 2022).

Figura 3 . Mapa nacional de irradiación solar



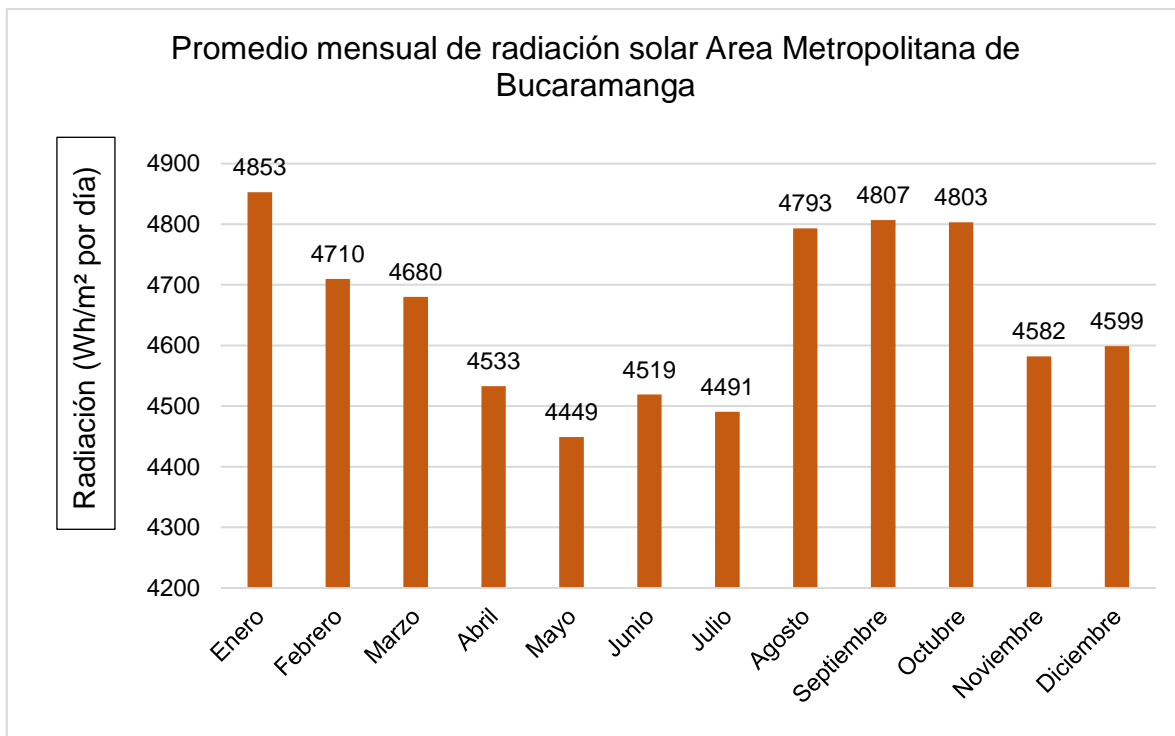
Fuente: Ideam

De acuerdo con los informes del Ideam, la región andina se caracteriza por presentar un comportamiento bimodal, es decir, dos períodos de alta y dos de baja irradiación global durante el año, correspondiendo los primeros a los meses de enero-febrero y agosto-octubre y los segundos a los meses de abril-mayo y noviembre-diciembre.

Es importante tener en cuenta que la energía solar posibilita su aprovechamiento como energía eléctrica a través del efecto fotovoltaico adaptando una serie de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos que hacen posible su

transformación (Méndez & Cuervo, 2011). El valor energético se determina por el valor agregado de los kWh que en promedio inciden durante el día sobre un metro cuadrado, expresado en kWh/m² por día.

Figura 4 . Promedio mensual de radiación solar Area Metropolitana de Bucaramanga



De acuerdo a los datos relacionados por el Ideam los meses de mayor radiación solar en el área metropolitana de Bucaramanga son enero, septiembre, octubre y agosto, y los de menor radiación son mayo, julio, junio y abril. El promedio mensual es de 4651,58333 y el total anual de 55819 Wh/m².

Estos datos confirman porqué Colombia cuenta con un gran potencial para la generación de energía dado que por su ubicación geográfica su promedio diario oscila entre 4.8 y 12 horas, que equivalen a una radiación promedio de 4.5 kWh/m² anual (58-84% de valor promedio anual máximo), superando el promedio mundial

que es de 3.4 kWh/m², escalafón que es encabezado por Arabia Saudita con 6.8 kWh/m² (Méndez & Cuervo, 2011).

Dado el compromiso de Colombia con los objetivos de desarrollo sostenible como estado parte de la Organización de las Naciones Unidas (2019), y la necesidad de optar por energías limpias (Fog C., Efectos de hidroeléctricas: urge una visión integral, sfp), los sistemas fotovoltaicos no generan residuos, emisiones ruidos o riesgos por acumulación de combustibles en su generación.

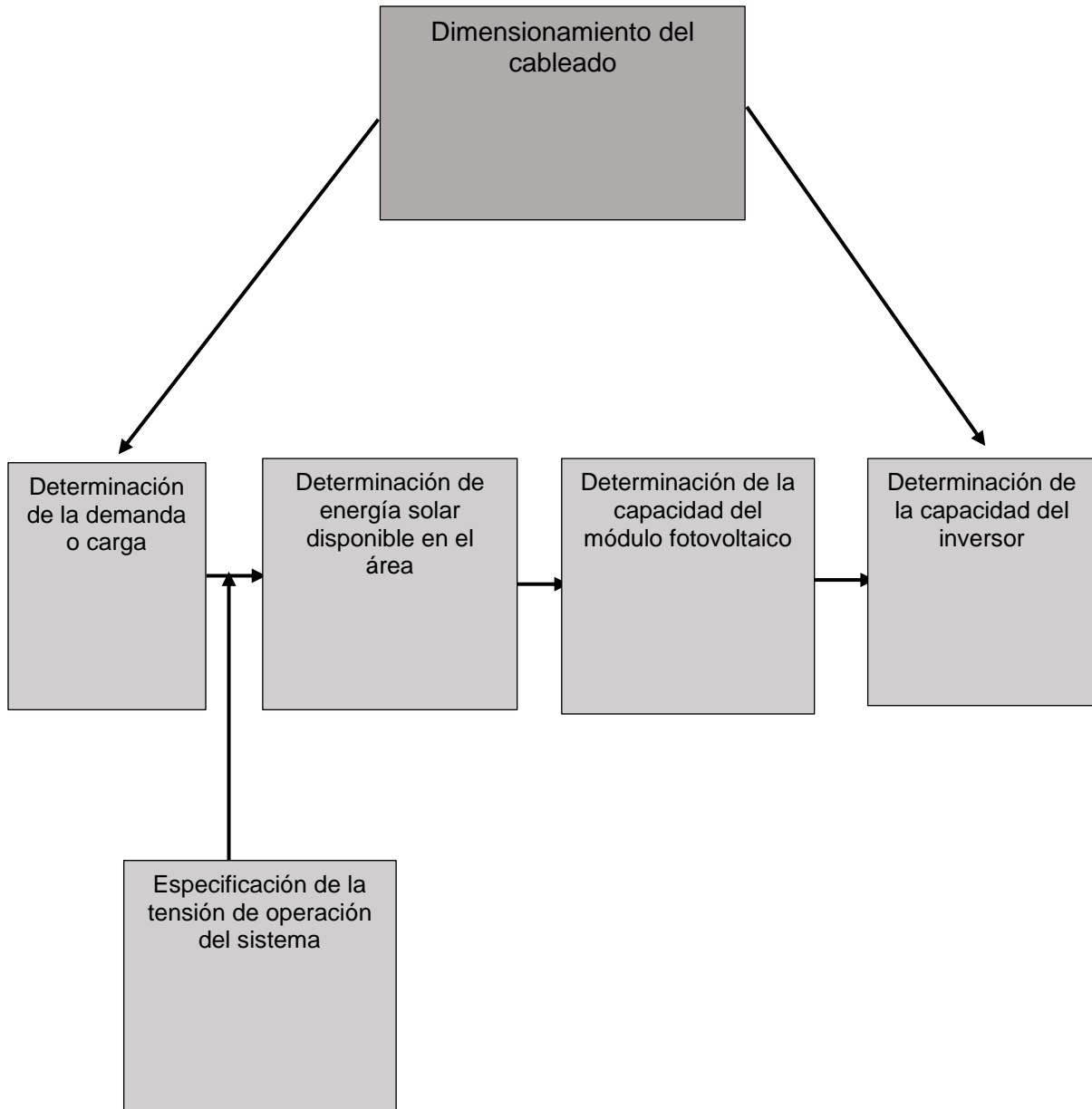
Adicionalmente se pueden manejar amplios rangos de potencia que van desde un vatio hasta cientos de megavatios, gracias a que estos sistemas son modulares pudiendo incrementar o disminuir fácilmente la potencia en razón a las necesidades de la empresa, además de requerir mínimo mantenimiento ya que se limita a la limpieza de paneles y mantenimiento de instalaciones acordes al sistema utilizado, prolongada vida útil (20-30 años) (Orbegozo & Arivilca, 2021) (Instituto de Ciencias Nucleares y Energías Alternativas INEA, 2016).

5.2.1 Dimensionamiento del sistema fotovoltaico

A partir de estos registros se procede al dimensionamiento del sistema fotovoltaico, teniendo presente que su valoración se efectúa con base en el mes más desfavorable de la relación carga/irradiación, que para el caso del área metropolitana de Bucaramanga corresponde al mes de mayo (4449 kWh/m² por día).

Adicionalmente se tienen en cuenta, aspectos esenciales del balance de energía para el dimensionamiento del sistema, en torno a (Twenergy, 2017):

Figura 5 . Dimensionamiento del sistema fotovoltaico



Fuente: Twenergy, 2017

La determinación de la demanda o carga resulta del consumo mensual registrado dividido por 30 días para estimar la energía eléctrica diaria requerida en la unidad receptora, datos que se toman de la base de datos de la empresa.

Para la determinación de la energía solar se tienen en cuenta los registros del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales "Ideam" (2022) en la que se indica que la irradiación solar en el área metropolitana de Bucaramanga promedio anual es de 4449 kWh/m² por día.

La ubicación de los paneles solares incide en la cantidad de energía colectada, por lo que su ubicación depende de la orientación del sol, con un ángulo mínimo de inclinación de 15 grados respecto de la superficie horizontal, para el drenaje de las aguas lluvias levantando la suciedad que se adhiere a los paneles con el paso del tiempo (Orbegozo & Arivilca, 2021).

El dimensionamiento del generador fotovoltaico permite establecer el número de paneles o placas que se requieren para satisfacer las necesidades de energía en función de las condiciones de irradiación promedio del año, que para el caso concreto del área metropolitana de Bucaramanga es de 4651,58333 Wh/m². Adicionalmente se debe tener en cuenta la potencia de los módulos a instalar el cual depende de las características técnicas del modelo y fabricante.

Existen dos tipos de placas, monocristalinas y policristalinas, las primeras compuestas por silicio monocristalino puro con pequeñas partículas que evitan la presencia de defectos o impurezas (alta eficiencia -15%-) y las segundas con pequeños cristales de silicio solidificados (fundido) en un crisol y colado en forma de lingotes para ser cortados en obleas finas y ensambladas en células completas. Las placas monocristalinas tienen una mayor eficiencia, pero son más costosas (AutoSolar, 2021), (Kalogirou, 2009).

Tabla 2 . Tipos de placas o paneles fotovoltaicos

Policristalinos	UP-M290P	UP-M295P	UP-M300P	UP-M305P	UP-M310P	UP-M315P
Monocristalinos	UP-M290M	UP-M300M	UP-M300M	UP-M305M	UP-M310M	UP-M315M

Fuente: AutoSolar, 2021

Cada una de las modalidades (policristalinos y monocristalinos) cuenta con tres variedades, paneles solares fotovoltaicos, paneles solares térmicos y paneles solares híbridos (fotovoltaico + térmico) (AutoSolar, 2021).

De acuerdo a los módulos disponibles en el mercado se busca adquirir el máximo de potencia con menor área de instalación, por lo que se recomienda para los paneles policristalinos el modelo UP-315P y para la versión monocristalino el modelo UP-315M (Anexo A).

5.2.2 Dimensionamiento del inversor

El inversor es el mecanismo que se encarga de transformarla energía recibida por las placas o paneles fotovoltaicos como corriente continua (DC) para ser transformada en corriente alterna (AC) de manera que pueda ser utilizada en las diferentes secciones del Centro de Diagnóstico Automotriz de la Cuesta, según las cargas requeridas por cada uno de los equipos de la revisión técnico-mecánica, así como para el sistema de aire acondicionado e iluminación de la planta física.

Una característica del inversor es que se debe graduar la tensión de entrada al generador para asegurar la potencia máxima que pueda producir haciendo más eficiente el sistema.

$$P_{\text{inversor}} = \sum P_{\text{panel}} * N^{\circ} \text{ paneles} \quad (1)$$

Figura 6 . Inversores SUNNY BOY 3000TL / 4000TL / 5000TL



<p>De gran rendimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rendimiento máximo del 97 % • Tecnología Multi-String* • Topología H5, sin transformador • Gestión de sombras mediante OptiTrac Global Peak 	<p>Seguro</p> <ul style="list-style-type: none"> • Seccionador de carga de CC ESS integrado 	<p>Sencillo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Área de conexión de fácil acceso • Conexión del cableado sin necesidad de herramientas • Sistema de conexión de CC SUNCLIX 	<p>Comunicativo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fácil configuración por países • Tecnología Bluetooth® de serie • Pantalla gráfica en varios idiomas • Relé multifunción de serie
--	---	---	---

SUNNY BOY 3000TL / 4000TL / 5000TL

Perfectos. Sencillos. La nueva generación de Sunny Boy sin transformador.

Fuente: (Tecnosum, 2022)

Desde estas consideraciones, para determinar el número de paneles a instalar se debe tener en cuenta que estos no sobrepasen los valores máximos permitidos de tensión máxima y de tensión del circuito abierto que soporta el inversor, utilizando la siguiente fórmula (Domínguez-González, 2012):

5.2.3 Cálculo de simulación del sistema de paneles

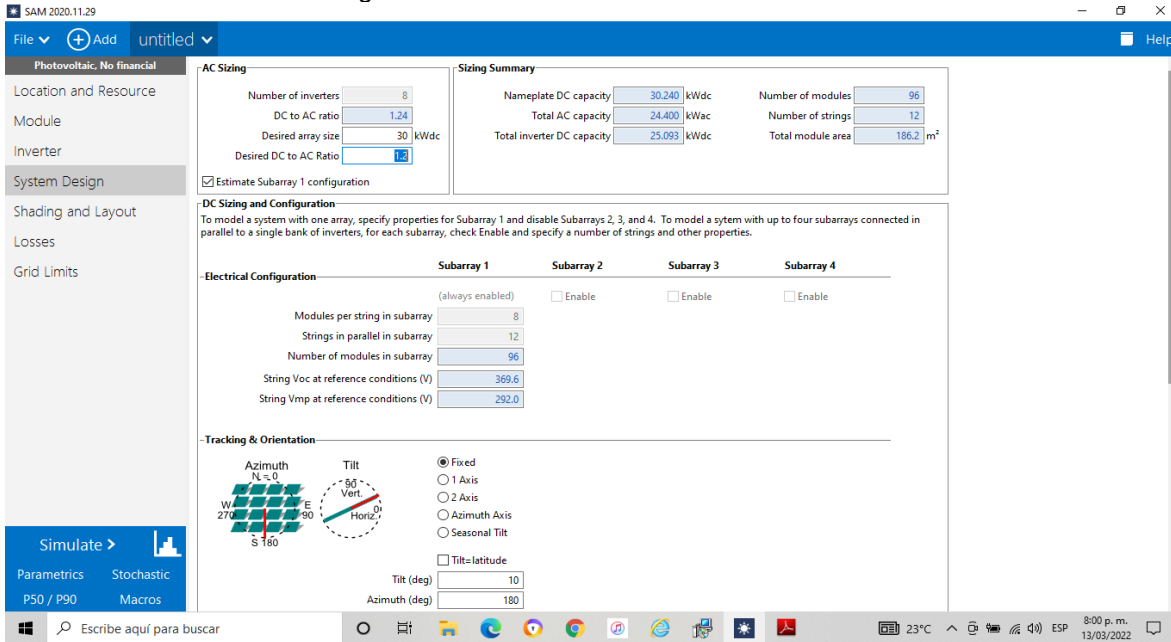
El System Advisor Model (SAM) software de simulación que facilita la toma de decisiones en la implementación de sistemas de energías renovables aplicables a “sistemas fotovoltaicos , almacenamiento de baterías de iones de Litio, sistemas de concentración de energía solar para la generación de energía eléctrica, calor de proceso industrial de sistemas cilindro parabólicos y lineales Fresnel, energía eólica desde turbinas individuales hasta grandes parques eólicos, sistemas de energía marina undimotriz y mareomotriz, calentamiento solar de agua, celdas de combustible, generación de energía geotérmica, combustión de biomasa para generación de energía, y sistemas fotovoltaicos de alta concentración” (Onrel, 2022)

El cálculo de simulación se realiza en torno los sistemas de panales recomendados (policristalinos y monocristalinos), resultados que se presentan a continuación:

- **Panel Policristalino Modelo 315 P**

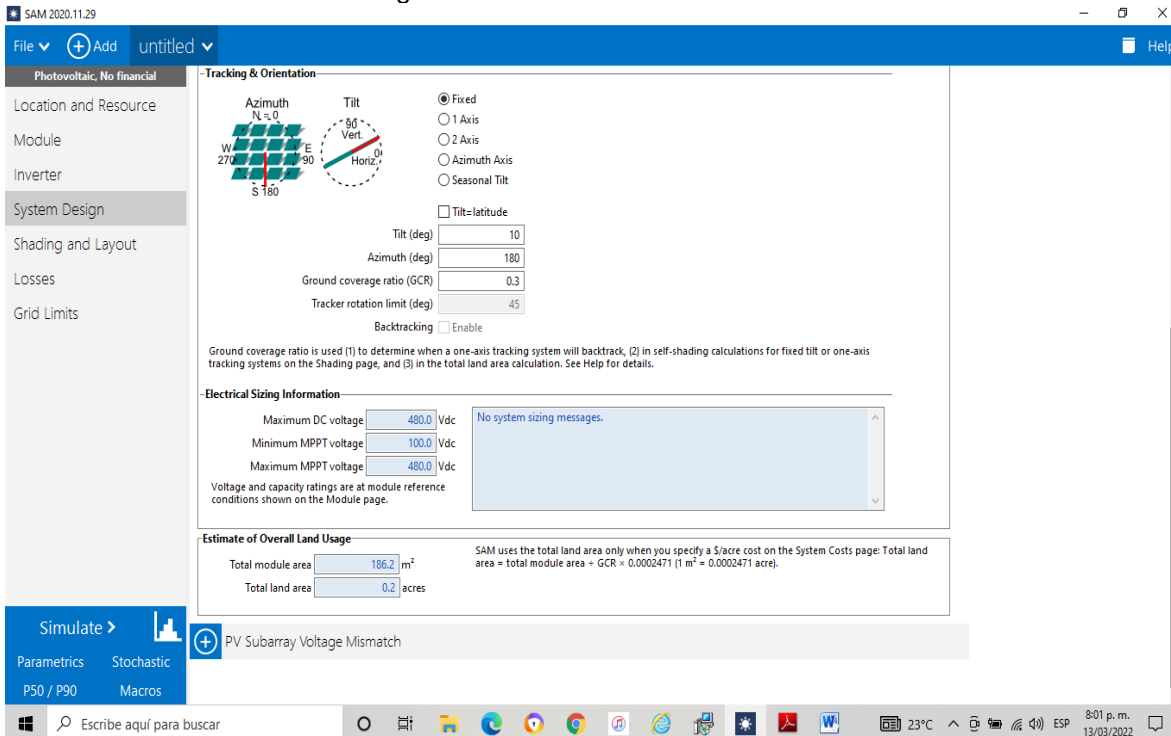
Para el sistema de panel solar 315p (policristalino) requiere la instalación de 96 módulos (paneles solares) y 8 inversores con una inclinación de 10° , los cuales se ubican en un área total equivalente a 186.2 m^2 , para satisfacer la demanda energética del CDA de la Cuesta.

Figura 7 . Panel Policristalino Modelo 315 P



Fuente: System Advisor Model (SAM)

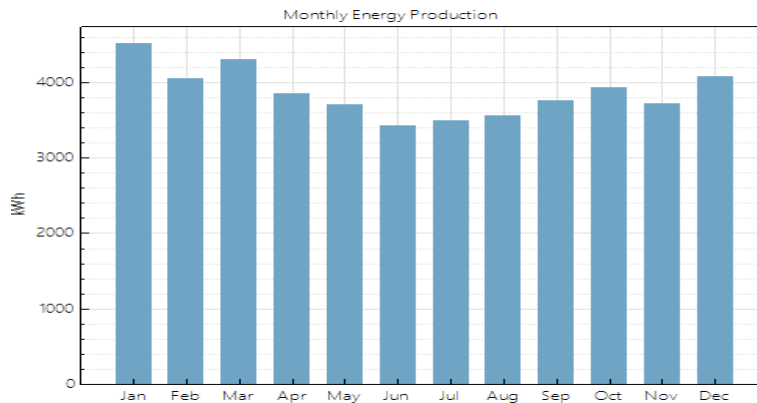
Figura 8 . Cálculo Panel Policristalino



Fuente: System Advisor Model (SAM)

Se toma como referencia una energía anual con el sistema 46.399 kWh, pero se debe hacer la precisión que CDA requiere un máximo anual de 45.025,37 kWh

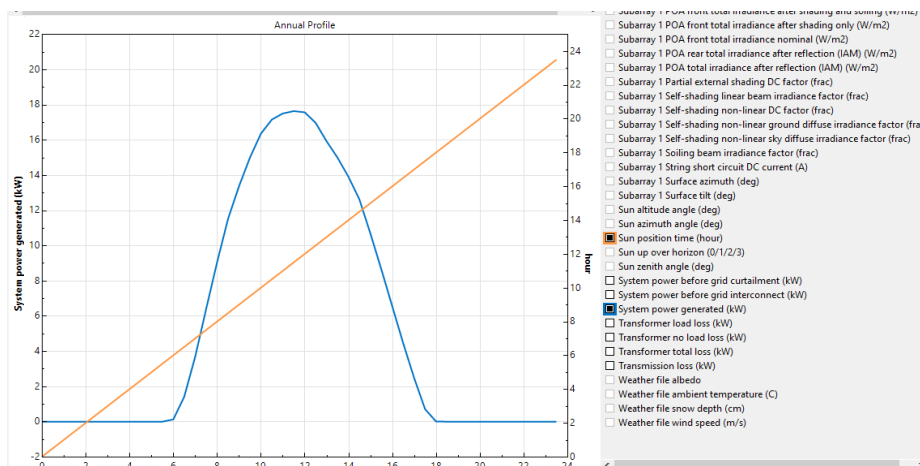
Figura 9 . Calculo de energía anual



Fuente: System Advisor Model (SAM)

Respecto de la posición del sol, la comparacion de las horas de radiación en que mas se recolecta potencia que va desde las 6 horas a las 18 horas (6pm), correspondiendo la hora de mayor radicación solar en el rango de las 11 a las 12 horas con una generación aproximada de 17.8 kw, para un acumulado en las 24 horas del dia generar/acumular un aproximado de 20.8 kw. (en un promedio de dia anual)

Figura 10 . Potencia del sistema generada vs hora de la posicion del sol

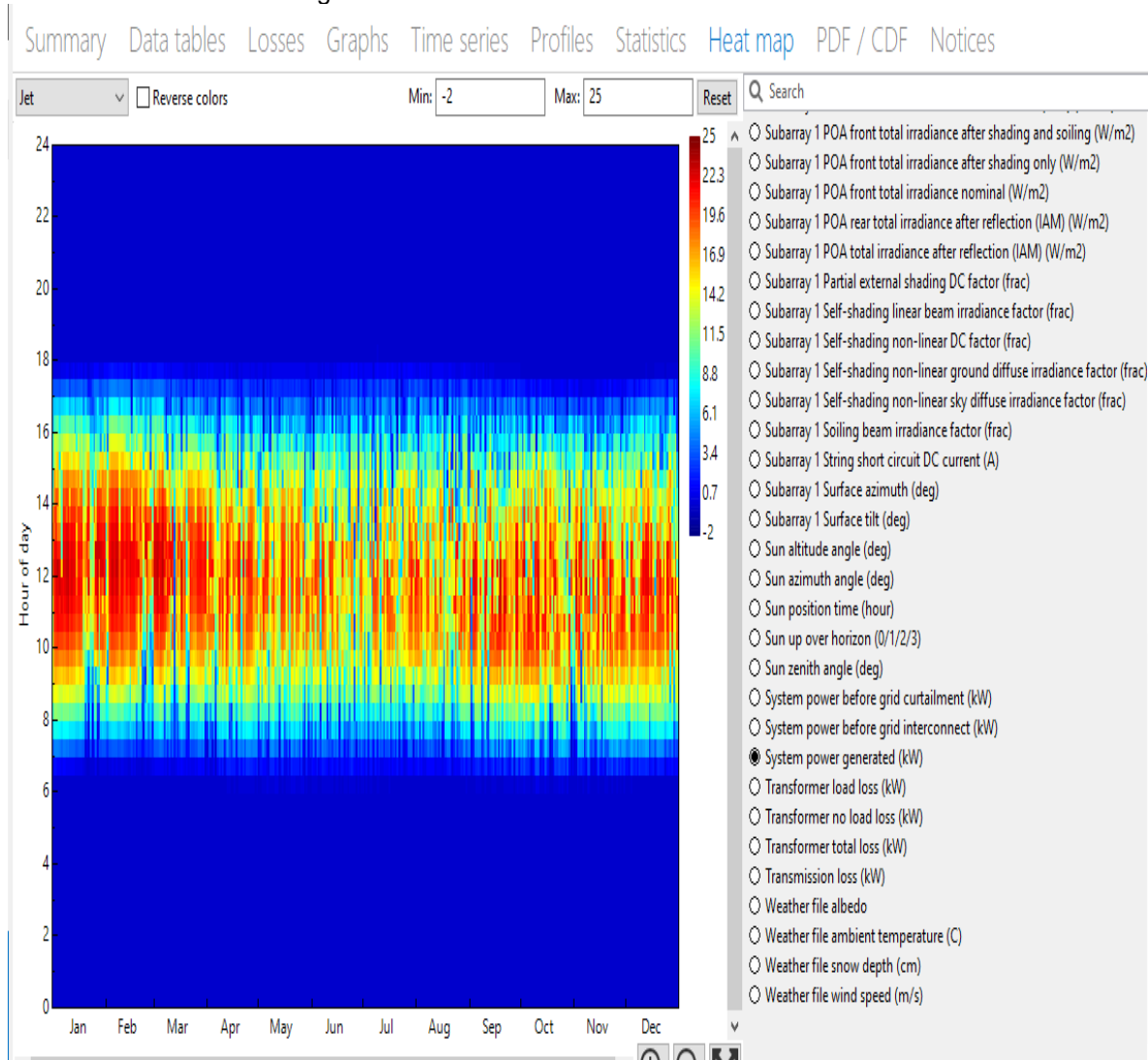


Fuente: System Advisor Model (SAM)

La curva azul representa la generación de energía y la franja amarilla la capacidad de generación que para el caso es de 23.8 Kw.

La relación calor hora día vs meses del año muestra la siguiente configuración

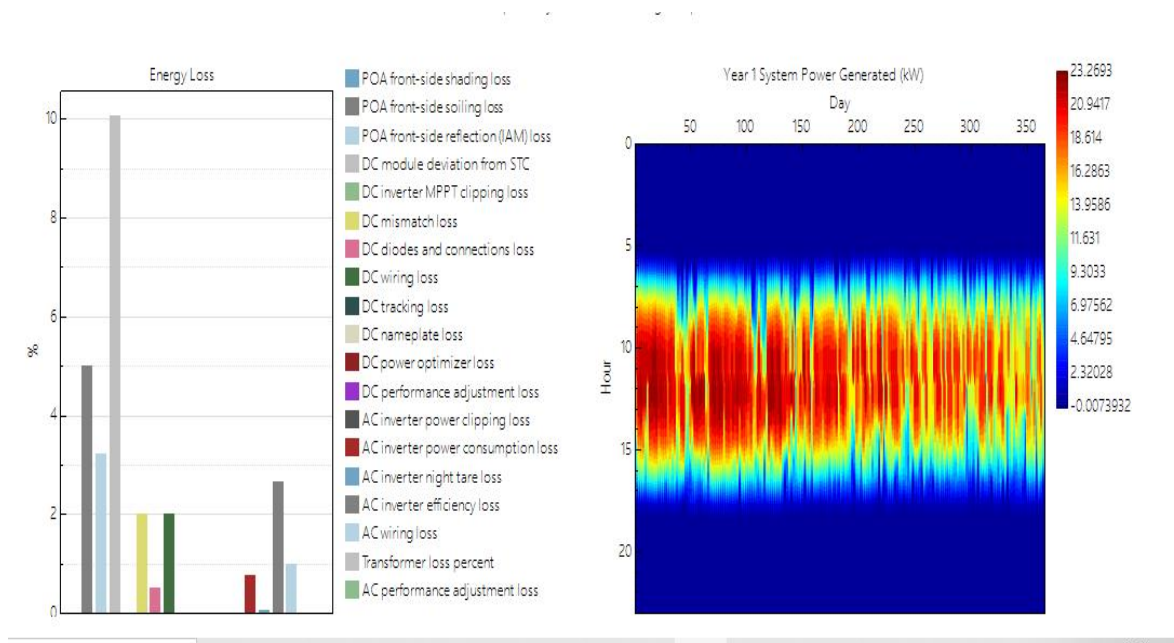
Figura 11 . Relación calor hora día vs meses del año



Fuente: System Advisor Model (SAM)

Al respecto hay que indicar que la franja amarilla-naranja corresponde a la mayor radiación de energía que para el caso corresponde de 9:00 a.m. a 4:00 p.m.

Figura 12 . Causas de pérdida de energía en el Sistema de generación de energía en un año

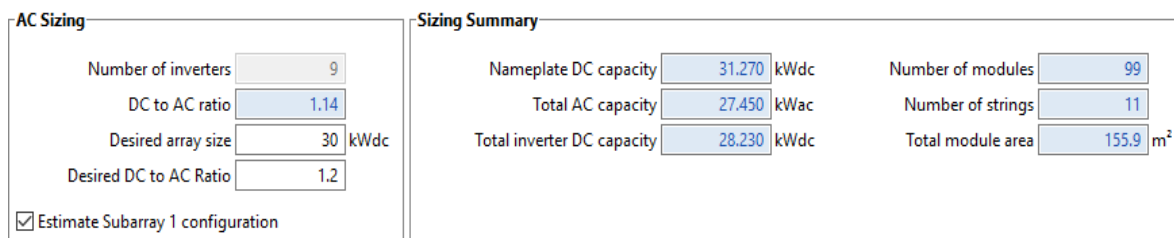


Fuente: System Advisor Model (SAM)

Las causas de pérdida de energía se deben a ocultamiento del sol, así como al nivel de inclinación de radiación, aspecto que se representa en las franjas azules, las cuales se van haciendo más intensas en la medida que oscurece.

- **Panel Monocristalino Modelo 315 M**

Figura 13 . Cálculo de paneles

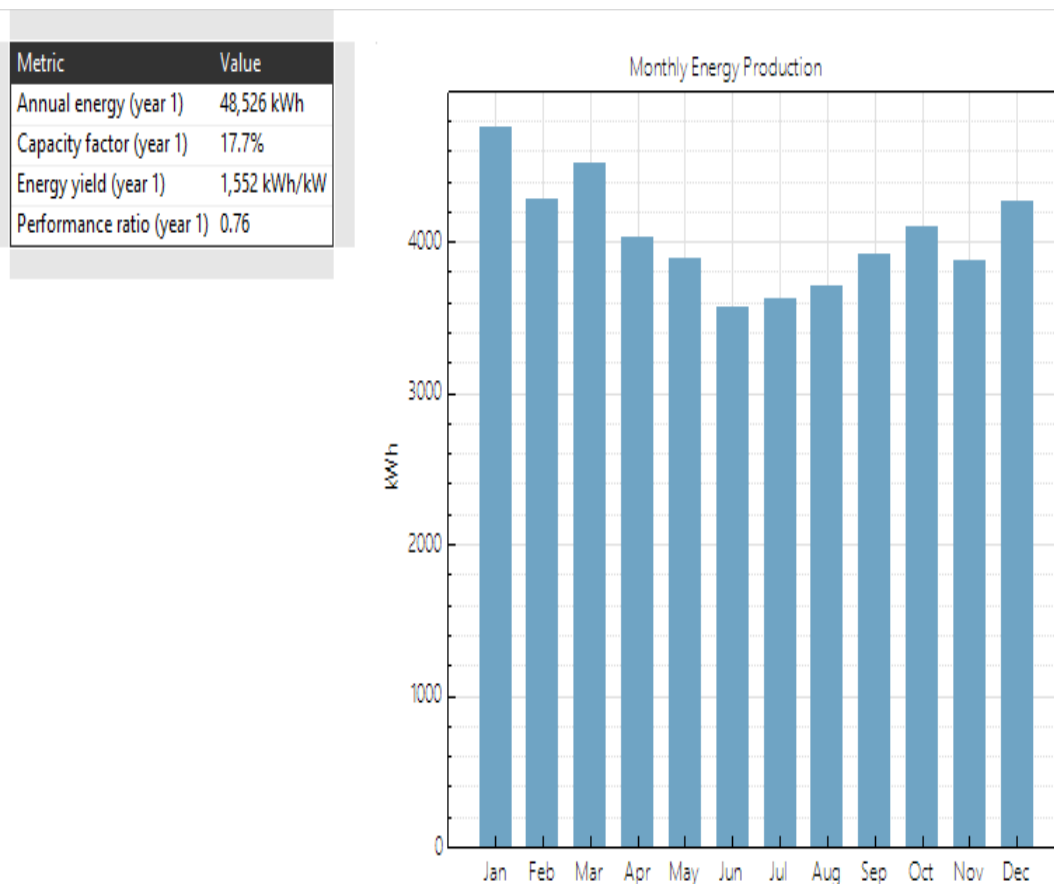


Fuente: System Advisor Model (SAM)

De acuerdo a los resultados el SAM, para el modelo de panel solar 315M (monocristalino) se necesitan 99 módulos (paneles solares) y nueve inversores, calculados con una inclinación de 10° que requieren un área total para la instalación de 155.9 m², para producir la capacidad de energía AC/DC- que se requiere en el CDA de la Cuesta.

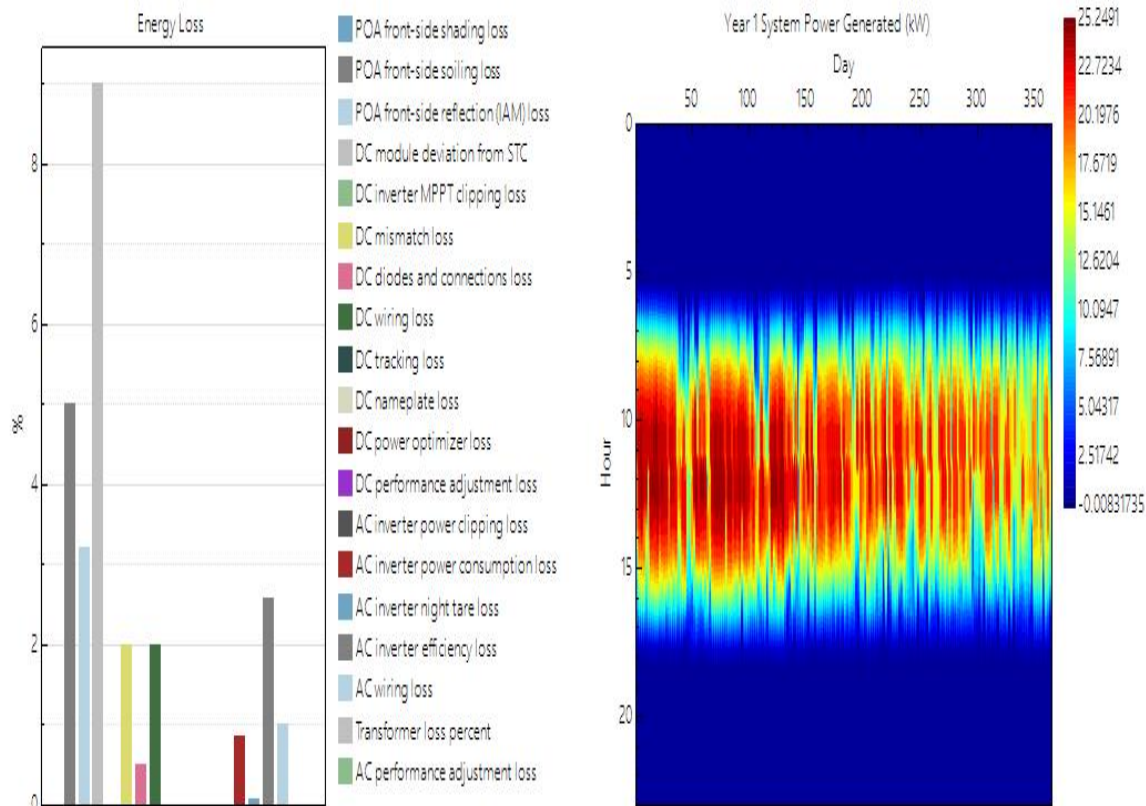
Y en cuanto al consumo de anual con el sistema 48.526 kWh cuando el CDA requiere anualmente 45.025,37 kWh.

Figura 14 . Consumo de anual con el sistema



Fuente: System Advisor Model (SAM)

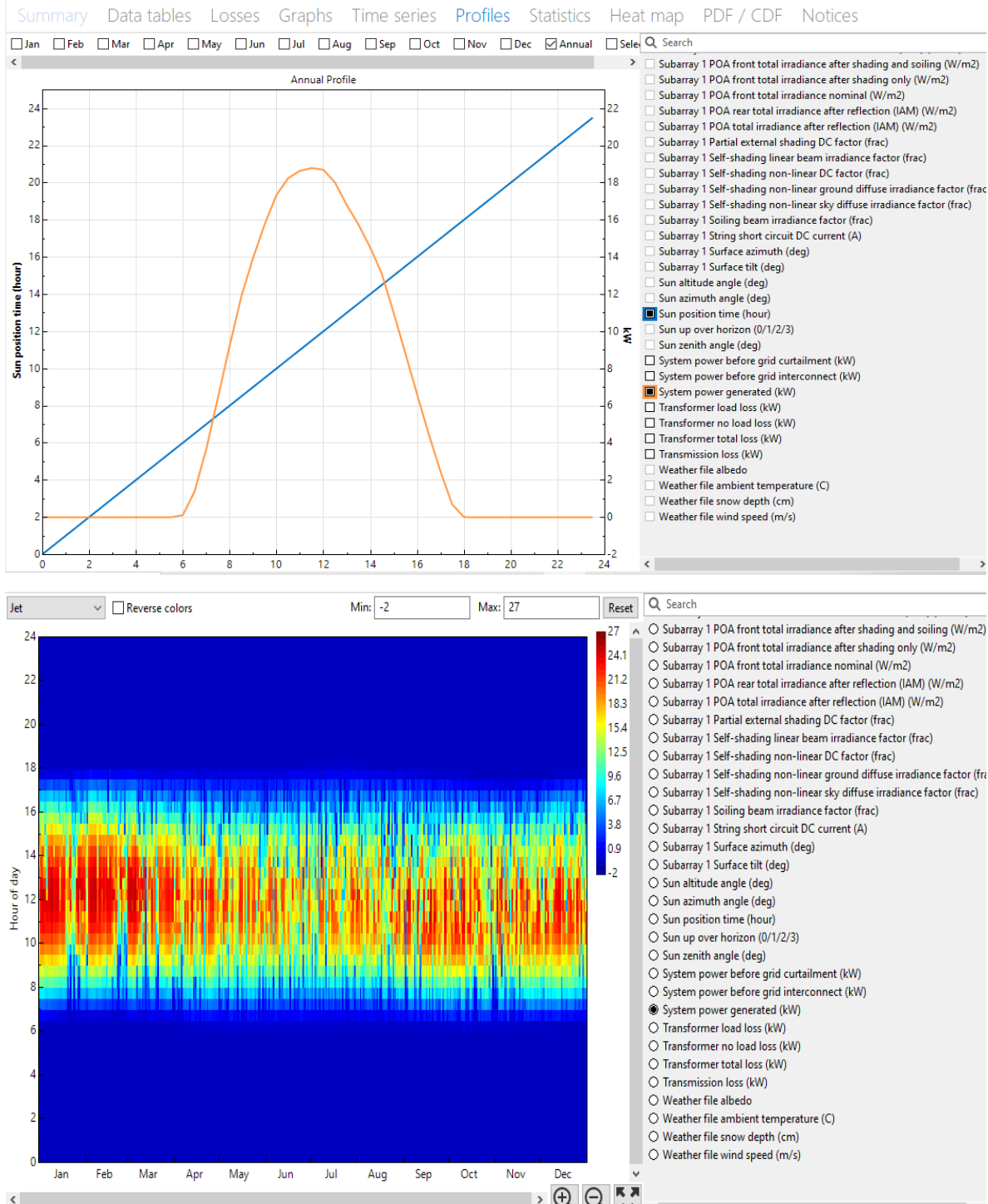
Figura 15 . Potencia del sistema generada vs hora de la posición del sol



Fuente: System Advisor Model (SAM)

El simulador indica que la potencia del sistema generada vs hora de la posición del sol con mayor volumen de recolección de potencia siendo estas entre 6:00 horas y 18 horas (6:00 pm) siendo la hora de mayor radiación solar entre las 10:00 y las 12.30 horas llegando a generar un aproximado de 19 kw, logrando en las 24 horas del día generar/acumular un aproximado de 21.8 kw. (en un promedio de día anual).

Figura 16 . Mapa de calor hora del día vs meses del año



Fuente: System Advisor Model (SAM)

Los resultados del sistema de simulación anuales con diferentes variables para el Modelo Monocristalino 315 M, son:

Tabla 3. sistema de simulación anuales con diferentes variables para el Modelo Monocristalino 315 M

Time stamp	AC energy (kWh/mo)	DC energy (kWh/mo)	POA front-side irradiance beam after shading and soiling (kWh/mo)	POA front-side irradiance nominal (kWh/mo)	POA front-side irradiance total (kWh/mo)	POA front-side irradiance total nominal (kWh/mo)	POA irradiance total after shading and soiling (kWh/mo)	POA rear-side irradiance total (kWh/mo)
Jan	4753.54	4966.38	20619,00	21704.2	28458.7	30827.1	28458.7	0
Feb	4281.49	4474.89	17614.2	18541.2	25942.8	28080.2	25942.8	0
Mar	4519.55	4725.62	14984.5	15773.2	27125,00	29426.9	27125,0	0
Apr	4029.11	4216.72	12188.5	12830,00	24215.2	26368.1	24215.2	0
May	3884.26	4069.12	12942.1	13623.2	23558.2	25658.6	23558.2	0
Jun	3567.24	3740.24	11539.2	12146.6	21473,00	23452.3	21473,0	0
Jul	3628.83	3806.12	11449.4	12052,00	21820,00	23823.5	21820,0	0
Aug	3702.55	3881.47	11122.9	11708.3	22265.7	24316.3	22265.7	0
Sep	3920.05	4103.80	12907.5	13586.8	23498.4	25576.3	23498.4	0
Oct	4103.40	4294.22	12912.3	13591.8	24594.1	26747,0	24594.1	0
Nov	3869.09	4049.22	12260.2	12905.4	22856.8	24827.7	22856.8	0
Dec	4267.04	4462.58	16485,00	17352.7	25439.1	27643.2	25439.1	0

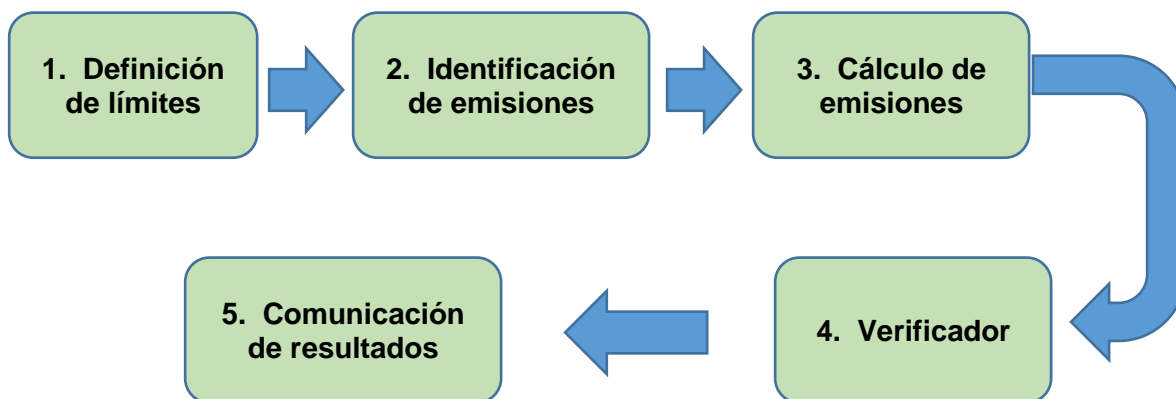
Fuente: System Advisor Model (SAM)

5.3 CONTRIBUCIÓN AL MEJORAMIENTO AMBIENTAL DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO EN EL CDA DE LA CUESTA, A TRAVÉS DE ESTUDIO DE HUELLA DE CARBONO

Para determinar el mejoramiento ambiental del sistema fotovoltaico a través de estudio de huella de carbono en el CDA de la Cuesta, se utiliza la herramienta de aplicación de factores de emisión documentados, para lo cual se identifican las emisiones directas derivadas de las actividades controladas por la empresa (consumo de combustible del vehículo y residuos generados durante el procedimiento), emisiones indirectas por energía, las cuales se generan como consecuencia del consumo que genera la empresa para el desarrollo de la actividad comercial, y otras emisiones indirectas, las que corresponden a fuentes que no son propiedad de la empresa y que tampoco están controladas por ella.

Para el cálculo de la huella de carbono se tiene en cuenta:

Figura 17. Secuencia para calculo de huella de carbono



Fuente: Elaboración propia

A partir de estas consideraciones se tiene en cuenta que el CDA de la Cuesta funciona en el municipio de Piedecuesta Santander, Cll 9 #60 # 11

Figura 18 . Planta Física CDA de la Cuesta



Fuente: CDA de la Cuesta

Identificación de consumo en área de producción

Para la identificación del consumo se tiene en todos los equipos utilizados en el área de producción para efectuar la revisión técnico-mecánica en vehículos livianos y motocicletas, los cuales se detallan a continuación

Consumo de combustible por transporte

Figura 19 . Consumo de combustible motocilñeta para domicilios



Fuente: CDA de la Cuesta

Consumo planta eléctrica

Figura 20 . Consumo planta eléctrica (combustible diesel)



Fuente: CDA de la Cuesta

Emisiones directas por consumo de energía

Figura 21 . Consumo planta eléctrica en funcionamiento



Fuente: CDA de la Cuesta

Pista de equipos livianos

Figura 22 . Analizador de gases ciclo Otto (gas o gasolina)



Fuente: CDA de la Cuesta

Figura 23 . Equipo para realizar pruebas a vehículos Opacímetro (115V AC/50 HZ 330 W combustible diesels)



Fuente: CDA de la Cuesta

Figura 24 . Bombilla para iluminación del foso de pruebas de seoría de vehículo



Fuente: CDA de la Cuesta

Figura 25 . Bombillas iluminación pista de livianos (8 w /unidad)



Fuente: CDA de la Cuesta

Figura 26 . Reflectores led para iluminación de instalaciones (12 w/unid)



Fuente: CDA de la Cuesta

Figura 27 . Frenómetro para realización pruebas de frenos a vehículos livianos (5 kW/por motor)



Fuente: CDA de la Cuesta

Figura 28 . Alineador de luces (intensidad e inclinación) (batería 12 V)



Fuente: CDA de la Cuesta

Figura 29 . Placas electrohidráulicas (2.2 kw)



Fuente: CDA de la Cuesta

Consumo Área Administrativa

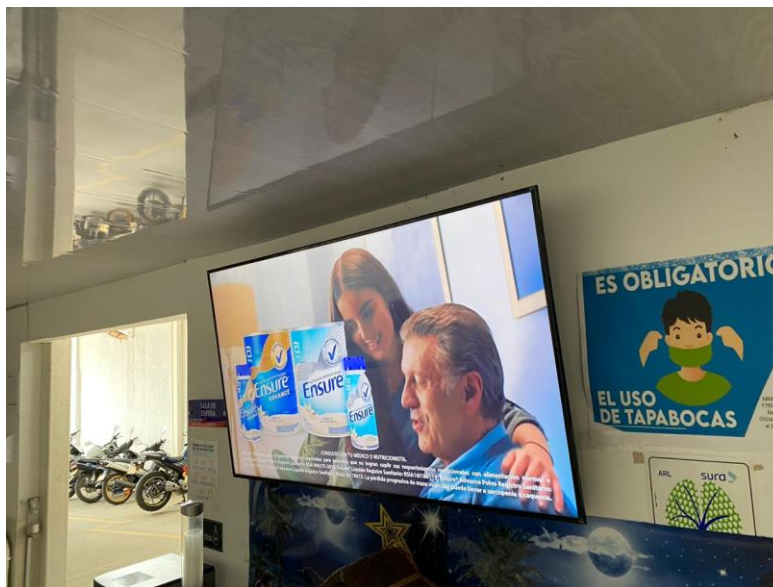
De la misma manera que se hizo con el área de producción, a continuación, se describen los equipos que generan consumo eléctrico en el área de administrativa:

Figura 30. Dispensador de agua



Fuente: CDA de la Cuesta

Figura 31 . Televisor 55" para entretenimineto de clientes



Fuente: CDA de la Cuesta

Figura 32 . Cafetera



Fuente: CDA de la Cuesta

Figura 33 . Ventilación sala de clientes



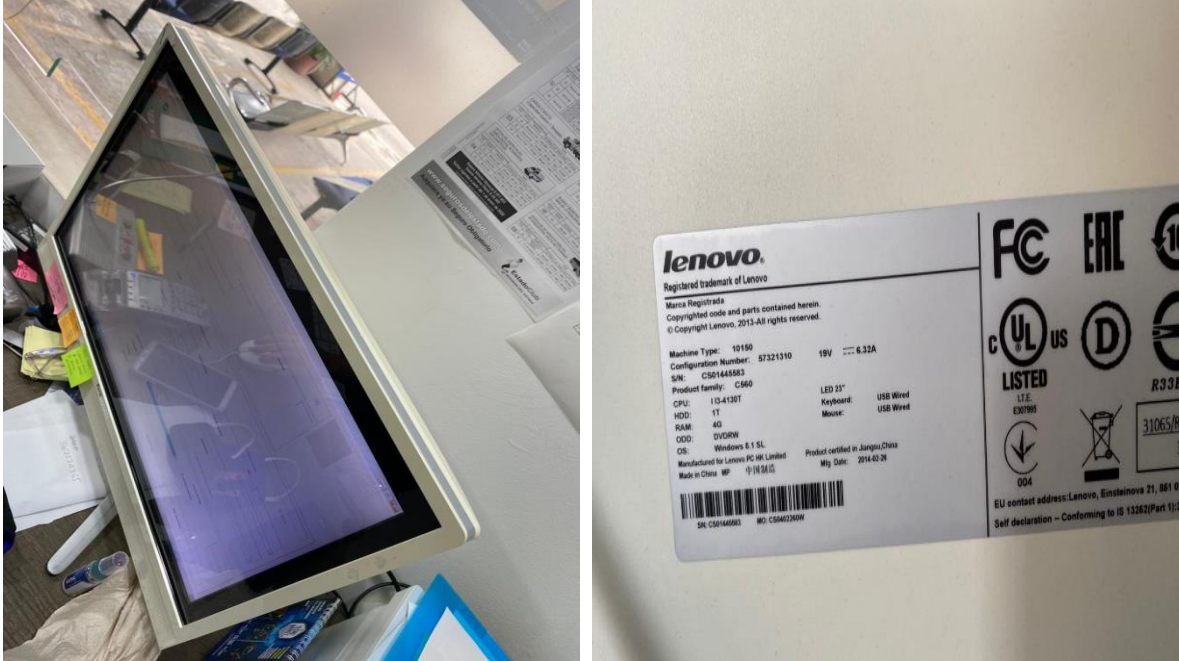
Fuente: CDA de la Cuesta

F-DC-125

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

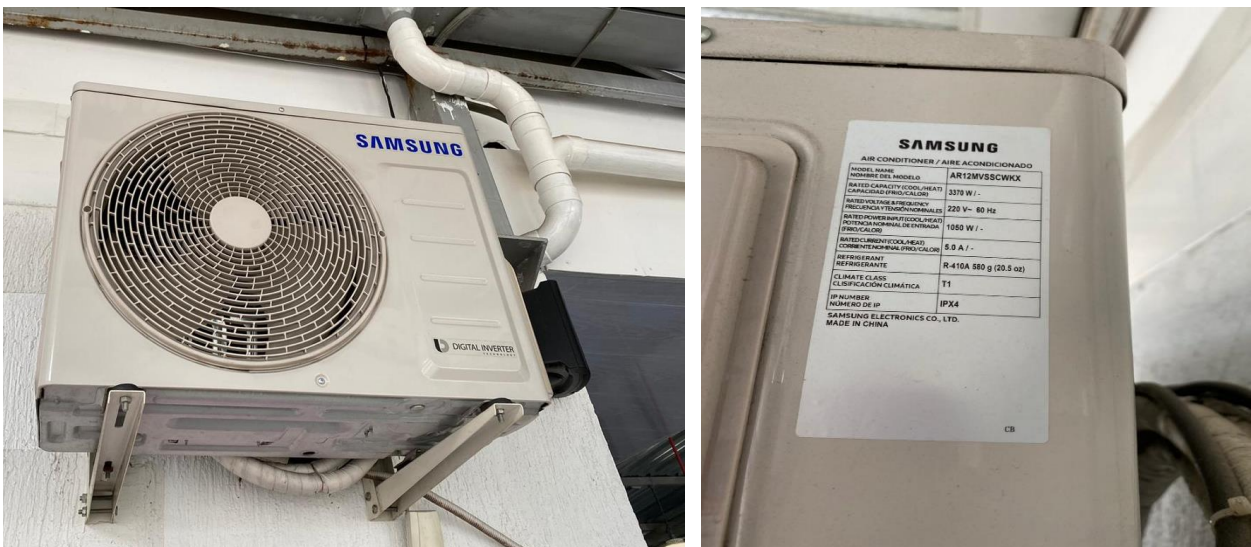
VERSIÓN: 1.0

Figura 34 . Computadores Lenovo X5 (caja registradora, /ingeniero/contabilidad/comercial)



Fuente: CDA de la Cuesta

Figura 35 . Aire acondicionado



Fuente: CDA de la Cuesta

F-DC-125

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

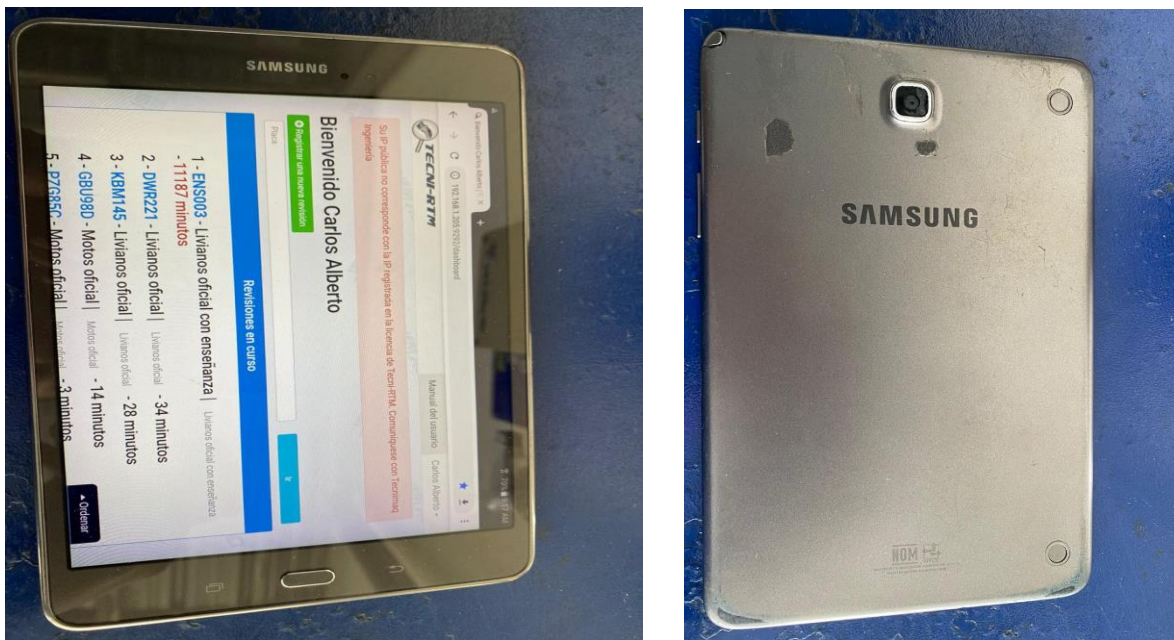
VERSIÓN: 1.0

Figura 36 . Impresora



Fuente: CDA de la Cuesta

Figura 37 . Tablet Samsung X5 para funcionamiento de CDA de la Cuesta (Inspectores)



Fuente: Imagen propia, tomada del CDA de la Cuesta

Cálculo de Consumo

Área administrativa

Tabla 4 Cálculo de consumo área administrativa

Equipo general	Cantidad	Tiempo uso día(h)	Potencia watts	Potencia kW
Computadores	5	12	1750(5)	1.75
Tablet	5	24	200	0.2
Dispensador de agua	1	12	250	0.25
Televisor 55 pul	1	12	250	0.25
Cafetera	1	12	900	0.9
Ventilador	1	12	90	0.09
Impresoras	2	4	700(2)	0.7
Aire acondicionado	2	8	2700	2.7
Computador Portátil	1	8	150	0.15

Fuente: Elaboración propia

Area Productiva

Tabla 5 . Cálculo de consumo área productiva

Equipo general	Cantidad	Tiempo uso día(h)	Potencia watts	Potencia kW
Lámparas	5	8	60	0,06
Bombillos	6	6	20	0,02
Luxómetros	1	6	12	0,012
Motor (pista de autos)	1	5	2860	2,86
Motor (pista motos)	1	4	2860	2,86
Ten eda the netherlands	2	2	330	0,33
Actia automotive-luce france	2	4	60	0,06
Motek	2	3	5000	5
Opacimetro (diesel)	1	12	125	0,125

Nota: Elaboración propia

Calculo Huella de Carbono Relacionada con Consumo por Equipo- Real

Área administrativa

Tabla 6. Calculo consumo huella de carbono área Administrativa

Equipo General	Cant	Tiempo Uso día(h)	Tiempo de uso al mes	Potencia Watts	Potencia en Kw	Consumo KW/h	Fi Factor de Emisión (KgCO ₂ ep/KwH)	Emisiones mensuales (tCO ₂ eq)	EMISIONES ANUALES (tCO ₂ eq)
Computadores	5	12	312	1750(5)	1,75	546	0,29	158,34	1900,08
Tablet	5	24	624	200	0,2	124,8	0,29	36,192	434,304
Dispensador de agua	1	12	312	250	0,25	78	0,29	22,62	271,44
Televisor 55 pul	1	12	312	250	0,25	78	0,29	22,62	271,44
Cafetera	1	12	312	900	0,9	280,8	0,29	81,432	977,184
Ventilador	1	12	312	90	0,09	28,08	0,29	8,1432	97,7184
Impresoras	2	4	104	700(2)	0,7	72,8	0,29	21,112	253,344
Aire acondicionado	2	8	208	2700	2,7	561,6	0,29	162,864	1954,368
Computador Portátil	1	8	208	150	0,15	31,2	0,29	9,048	108,576
TOTAL(Co2) MES Y AÑO								522,3712	6268,4544
Total Huella de Carbono Empresa mensual y anual								31965,9792	31965,9792

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7 . Calculo consumo huella de carbono área productiva

Equipo General	Cant	Tiempo Uso día(h)	Tiempo consumo hora/ mes	Potencia Watts	Potencia en Kw	Consumo KW/h	Fi Factor de Emisión (KgCO2ep/KwH)	Emisiones mensuales (tCO2eq)	EMISIONES ANUALES (tCO2eq)
Lámparas	5	8	1200	0,06	1,75	546	0,29	20,88	250,56
Bombillos	6	6	1080	0,02	0,2	124,8	0,29	6,264	75,168
Luxómetros	1	6	180	0,012	0,25	78	0,29	0,6264	7,5168
Motor (pista de autos)	1	5	150	2,86	0,25	78	0,29	124,41	1492,92
Motor (pista motos)	1	4	120	2,86	0,9	280,8	0,29	99,528	1194,336
Ten eda the netherlands	2	2	60	0,33	0,09	28,08	0,29	5,742	68,904
Actia automotive-luce france	2	4	120	0,06	0,7	72,8	0,29	2,088	25,056
Motek	2	3	90	5	2,7	561,6	0,29	130,5	1566
Opacimetro (diesel)	1	12	360	0,125	0,15	31,2	0,29	13,05	156,6
Frenos (pista auto)	1	5	150	0,2	0,2	30	0,29	8,7	104,4
Analizador (pista auto gasolina/gas)	1	12	360	0,06	0,06	21,6	0,29	6,264	75,168
Litros de ACPM /mes									
Planta de energía			20				52		624
Consumo de litros de agua									
Agua potable			600	10,6	6360	0,2628	1671,408		20056,896
TOTAL(Co2) MES Y AÑO								2141,4604	25697,5248

Fuente: Elaboración propia

Calculo huella de carbono relacionada con consumo por equipo mejora

Área administrativa

Tabla 8 . Calculo huella de carbono relacionada con consumo por equipo mejora área administrativa

Equipo general	Cantidad	Tiempo uso día(h)	Tiempo de uso al mes	Potencia watts	Potencia en wh	Consumo kw/h	Fi factor de emisión (kgco2ep/kwh)	Emisiones mensuales (yCO2eq)	Emisiones anuales (tco2eq)
Computadores	5	10	260	1750(5)	1,75	455	0,29	131,95	1583,4
Tablet	5	12	312	200	0,2	62,4	0,29	18,096	217,152
Disp. de agua	1	10	260	250	0,25	65	0,29	18,85	226,2
Tv 55 pul	1	12	312	250	0,25	78	0,29	22,62	271,44
Cafetera	1	12	312	900	0,9	280,8	0,29	81,432	977,184
Ventilador	1	12	312	90	0,09	28,08	0,29	8,1432	97,7184
Impresoras	2	4	104	700(2)	0,7	72,8	0,29	21,112	253,344
Aire acondicionado	2	8	208	2700	2,7	561,6	0,29	162,864	1954,368
Comp. Portátil	1	8	208	150	0,15	31,2	0,29	9,048	108,576
TOTAL(Co2) MES Y AÑO								474,1152	5689,3824
TOTAL HUELLA DE CARBONO(MEJORA)								2187,3236	26247,8832

Fuente: Elaboración propia

Area producción

Tabla 9 . Calculo huella de carbono relacionada con consumo por equipo mejora área producción

Instrumentos	Cant	Tiempo uso al día (h)	Tiempo de consumo(h/mes)	Potencia (kw)	Xi fuente de emisión (kwh)	Fi factor de emisión (kgco2ep/kwh)	Emisiones mensuales (tco2eq)	Emisiones (tco2eq)anual
Lamparas x5	5	8	1200	0,06	72	0,29	20,88	250,56
Bombillos x6	6	6	1080	0,02	21,6	0,29	6,264	75,168
Luxometros	1	6	180	0,012	2,16	0,29	0,6264	7,5168
Motor(pista de autos)	1	5	150	2,86	429	0,29	124,41	1492,92
Motor (pista motos)	1	4	120	2,86	343,2	0,29	99,528	1194,336
Ten eda 2, the netherlands	1	2	60	0,33	19,8	0,29	5,742	68,904
Actia automotive-luce france	1	4	120	0,06	7,2	0,29	2,088	25,056
Motek	1	3	90	5	450	0,29	130,5	1566
Opacimetro(diesel)	1	12	360	0,125	45	0,29	13,05	156,6
Frenos (pista auto)	1	5	150	0,2	30	0,29	8,7	104,4
Analizador (pista auto gasoil-gas))	1	12	360	0,06	21,6	0,29	6,264	75,168
			Litros de ACPM por mes					
Planta de energía	1		16			2,6	41,6	499,2
			consumo lts de agua clientes					
AGUA POTABLE			450	10,6	4770	0,2628	1253,556	15042,672
TOTAL (CO2) MES Y AÑO							1713,2084	20558,5008

Fuente: Elaboración propia

De los resultados generados se puede concluir que bajo el actual sistema la contribución anual en la huella de carbono para el área administrativa es de 6268,4544 tCO₂eq para un promedio mensual de 522.3712 tCO₂eq, y en el área de producción de 25697 tCO₂eq con promedio mensual de 2141.4604.

Con el sistema fotovoltaico la incidencia en huella de carbono se reduce anualmente a 5689.3824, con promedio mensual de 474.1152, y en el área de producción con reducción a 15042,672 para un promedio mensual de 1253.556

5.3.1 Viabilidad del proyecto

Costos de inversión

Tabla costes de inversión de equipos y materiales			
elemento	cantidad	valor unitario	valor cantidad
panel	96	\$ 290.844,00	\$ 27.921.024,00
inversor	8	\$ 2.148.937,00	\$ 17.191.496,00
regulador	15	\$ 251.354,00	\$ 3.770.310,00
baterias	1	\$ 1.854.270,00	\$ 1.854.270,00
conductores (Conductor #14 AWG RHW con aislamiento de 75°C y una ampacidad de 30 [A])	220	\$ 9.200,00	\$ 2.024.000,00
Talento humano	1	\$ 15.000.000,00	\$ 15.000.000,00
		total =	\$ 67.761.100,00

DATOS INICIALES

Inversión inicial	67.761.100	\$
Vida útil instalación	20	años
% financiación de la inversión inicial	0,00%	0
Datos préstamo:	Np	Np
Periodo amortización	0	años
Interés	0,00%	%
Tasa de descuento	0,00%	%

La inversión del proyecto es de \$67.761.100, utilizando paneles solares policristalinos 315P, inversores, regulador y batería de última tecnología teniendo en cuenta que la vida útil del proyecto es de 20 años.

Se estima para el cableado conductor #14 AWG RHW con aislamiento de 75°C y una ampacidad de 30 [A] un total de 220 metros, previendo que se requiera cambiar parte del cableado existente.

La instalación del sistema de energía fotovoltaica es de \$15.000.000

Ahorro neto previsto

Coste Kwh	Consumo Mensual de KWh	Valor Kwh/mes	Valor Kwh.año
\$693	3752,95	\$2.602.596	\$31.231.149

Ahorro Neto Previstos (\$)

AÑO	1	2	3	4	5
Aumento de energía en 3.5%	\$31.231.149	\$32.324.239	\$33.455.588	\$34.626.533	\$35.838.462
Aumento de energía en 10%	\$31.231.149	\$34.354.264	\$37.789.691	\$41.568.660	\$45.725.526
Aumento de energía en 20%	\$31.231.149	\$37.477.379	\$44.972.855	\$53.967.426	\$64.760.911
Disminución energía en 10%	\$31.231.149	\$28.108.034	\$25.297.231	\$22.767.508	\$20.490.757
Disminución energía en 20%	\$31.231.149	\$24.984.919	\$19.987.935	\$15.990.348	\$12.792.279

Año	6	7	8	9	10
Aumento de energía en 3.5%	\$37.092.808	\$38.391.056	\$39.734.743	\$41.125.459	\$42.564.851
Aumento de energía en 10%	\$50.298.078	\$55.327.886	\$60.860.674	\$66.946.742	\$73.641.416
Aumento de energía en 20%	\$77.713.093	\$93.255.712	\$111.906.854	\$134.288.225	\$161.145.870
Disminución energía en 10%	\$18.441.681	\$16.597.513	\$14.937.762	\$13.443.986	\$12.099.587
Disminución energía en 20%	\$10.233.823	\$8.187.058	\$6.549.647	\$5.239.717	\$4.191.774

Período de retorno simple

Coste capital Cc	\$				
Ahorros netos acumulados (\$)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Aumento de energía en 3.5%	\$31.231.149	\$63.555.389	\$97.010.976	\$131.637.510	\$167.475.972
Aumento de energía en 10%	\$31.231.149	\$65.585.413	\$103.375.104	\$144.943.763	\$190.669.289
Aumento de energía en 20%	\$31.231.149	\$68.708.528	\$113.681.383	\$167.648.809	\$232.409.720
Disminución energía en 10%	\$31.231.149	\$59.339.183	\$84.636.414	\$107.403.922	\$127.894.679
Disminución energía en 20%	\$31.231.149	\$56.216.069	\$76.204.004	\$92.194.352	\$104.986.631

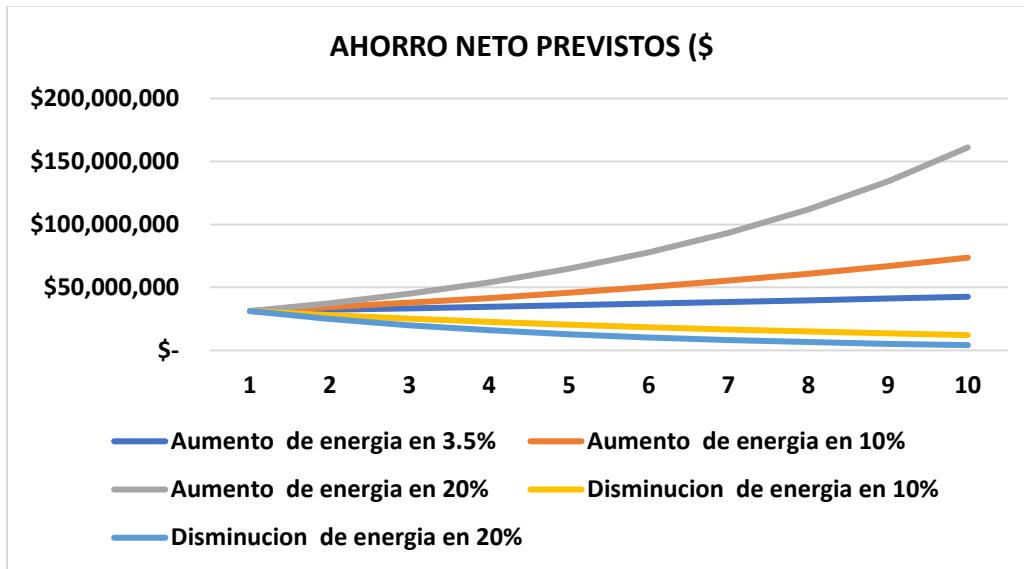
Coste capital Cc	\$				
\$67.761.100					
Ahorros netos acumulados (\$)	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Aumento de energía en 3.5%	\$204.568.780	\$242.959.836	\$282.694.580	\$323.820.039	\$366.384.890
Aumento de energía en 10%	\$240.967.367	\$296.295.253	\$357.155.927	\$424.102.669	\$497.744.085
Aumento de energía en 20%	\$310.122.813	\$403.378.525	\$515.285.379	\$649.573.604	\$810.719.474
Disminución energía en 10%	\$146.336.360	\$162.933.874	\$177.871.635	\$191.315.621	\$203.415.208
Disminución energía en 20%	\$115.220.454	\$123.407.512	\$129.957.159	\$135.196.877	\$139.388.650

El ahorro neto previsto se calcula para un período de 10 años teniendo en cuenta que se produzca un aumento en energía de 3.5%, 10% y 20%, así como una disminución equivalente a 10% y 20%

Retorno de la inversión

Para el retorno de la inversión se tiene:

Figura 38 . Retorno de la inversión



Ahorros netos acumulados (\$)	Años que igualan el coste del capital		Mes que igualan el coste del capital		A	B
Aumento de energía en 3.5%	4	5	48	2885544	60	2885544
Aumento de energía en 10%	4	5	48	3464055	60	3464055
Aumento de energía en 20%	4	5	48	4497285	60	4497285
Disminución energía en 10%	5	6	60	1707563	72	1707563
Disminución energía en 20%	8	9	96	545804	108	545804

Ahorros netos acumulados (\$)	Periodo de retorno simple (meses)	Periodo de retorno simple (Años)	VAN	TIR	Viable o Inviable
Aumento de energía en 3.5%	37,9	3,2	\$298.623.790	5,41	Viable
Aumento de energía en 10%	37,7	3,1	\$429.982.985	7,35	Viable
Aumento de energía en 20%	37,8	3,1	\$742.958.374	11,96	Viable
Disminución energía en 10%	36,8	3,1	\$135.654.108	3,00	Viable
Disminución energía en 20%	-6,0	-0,5	\$62.196.059	2,06	Viable

F-DC-125

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

VERSIÓN: 1.0

La tasa interna de retorno para el proyecto oscila entre 11.96 y 2.6, demostrándose la viabilidad del proyecto, recuperándose la inversión en un período de 4 a 5 años.

6. CONCLUSIONES

- Las energías limpias son hoy una alternativa real, asequible, segura y moderna, para el desarrollo de ciudades sostenibles (ODS 7, metas 1,7.2,7.3), tal y como se ha propuesto la humanidad con la Agenda 2030 suscrita por los países parte de la Organización de las Naciones Unidas en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, pero que se hace extensible a otros Objetivos, por cuanto, para nadie es desconocido que el parque automotor es responsable de una cantidad de emisiones con incidencia en la pobreza, salud, clima, degradación del medio ambiente, calentamiento global, planificación urbana, y la efectividad de las políticas públicas para la reducción de emisiones de material particulado de parte las fuentes móviles.

Fomentar el uso de energías renovables y la eficiencia energética, apostando por tecnologías que reduzcan el consumo de electricidad es uno de los propósitos del Centro de Diagnóstico Automotriz de la Cuesta, y es una contribución que desde la academia en general y del programa de Tecnología en producción industrial, Facultad de de Ciencias Naturales e Ingenierías de las Unidades tecnológicas de Santander con el desarrollo de este tipo de proyectos, que marcará un derrotero en torno al desarrollo tecnológico y empresarial de los sectores productivos en el área metropolitana de Bucaramanga.

- Colombia tiene un potencial de radiación solar que le permite mirar el futuro con optimismo, dado que cuenta con un promedio uniforme durante el año en zonas como la Guajira, los Santanderes y llanos orientales, propicio para ser utilizado en la solución de necesidades básicas de energía renovable (potencia, tensión y corriente) a través de sistemas solares fotovoltaicos como el que se propone

para el Centro de Diagnóstico Automotriz de la Cuesta, con el valor agregado de aportar al desarrollo sostenible, que además de representar un ahorro significativo en los costes de operación de actividad productiva, se constituyen en una opción para reducir las emisiones de material particulado que afecta la capa de ozono y con ella el calentamiento global.

- Al efectuar la comparación de los indicadores de huella de carbono tanto en el área de producción como en el área administrativa se obtiene una mejora significativa con la adopción del sistema de generación fotovoltaico, por lo que el Centro de Diagnóstico Automotriz de la Cuesta cuenta con una opción viable para la sustitución del sistema eléctrico, aprovechando que los porcentajes de radiación solar de Colombia en general y del área metropolitana en particular son uniformes pudiendo incrementar o disminuir fácilmente la potencia en razón a las necesidades de la empresa, además de requerir mínimo mantenimiento ya que se limita a la limpieza de paneles y mantenimiento de instalaciones acordes al sistema utilizado, prolongando su vida útil.
- El análisis de simulación se soporta en la plataforma System Advisor Model (SAM), método altamente eficaz por su precisión en las configuraciones geométricas, errores ópticos aleatorios y condiciones de operación, determinando el rendimiento del sistema. y según las necesidades de potencia del Centro de Diagnóstico Automotriz de la Cuesta modificar parámetros respecto del ángulo de incidencia y así lograr evaluar el comportamiento de estos sistemas en cualquier intervalo de tiempo que se quiera estudiar.

La sustitución de energías no renovables con energías limpias a través de sistemas fotovoltaicos para la reducción de las emisiones de Carbono, es viable en el territorio colombiano en general y en el municipio de Piedecuesta en

particular, tal y como se registra en los resultados del System Advisor Model (SAM), tanto para los modelos de paneles monocristalinos contra los modelos policristalinos, dado que la locación del Centro de Diagnóstico Automotriz de la Cuesta goza de un promedio de radiación solar uniforme anual

Lo mismo sucede con la reducción de emisiones mientras se genera y durante su ciclo de vida, siendo inferior a la generada por combustibles fósiles, incrementando la rentabilidad de los sistemas productivos. En el caso concreto que nos ocupa con el estudio para el desarrollo de un sistema de energía fotovoltaico, la reducción de las emisiones de carbono, muestran una reducción significativa, y poder ser incrementada en la medida que este sistema se haga efectivo a otras áreas productivas dentro de la organización.

7. RECOMENDACIONES

Los autores recomiendan:

- A la academia en general y Unidades Tecnológicas de Santander, Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías, Tecnología en Producción Industrial, a través de los Centros de Investigación, proyectar a otros renglones de la economía, propuestas de implementación de energías renovables como aporte a los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- A los empresarios, comprometerse con el uso de energías limpias en sus sistemas productivos toda vez que el principal elemento que acelera el cambio climático es la huella de carbono generado en las actividades diarias y como estrategia de minimización de costos de operación, contando con el apoyo de instituciones universitarias y centros de investigación.
- A la sociedad en general, apoyar a las empresas que se apuestan por las energías limpias, dado que reducir los índices de huella de carbono depende de cada uno de nosotros derivado de los hábitos de consumo.

8. REFERENCIAS

- A Fair Globalization. (2004). World Comission on the social dimensions of globalization: creating opportunities for all. Obtenido de https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---integration/documents/publication/wcms_079151.pdf
- Acolgen. (2013). Capacidad instalada. Obtenido de <http://www.acolgen.org.co/index.php/2013-01-31-06-37-23/capacidad-instalada>
- Alshuwaikhat, H. M. (2008). An integrated approach to achieving campus sustainability: assessment of the current campus environmental management practices. *Journal of Cleaner Production*, 6(16), 1777-1785. Obtenido de <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.12.002>
- Anguera, M. (2006). La Investigación Cualitativa. Obtenido de <file:///C:/Users/hp/Downloads/461-883-1-SM.pdf>
- Arrastía, M. A., & Limia, M. E. (2011). Energía y Cambio Climático.
- Asamblea Nacional Constituyente. (1991). Constitución Política de 1991.
- Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica "Acolgen". (2013). Capacidad instalada. Obtenido de <http://www.acolgen.org.co/index.php/2013-01-31-06-37-23/capacidad-instalada>
- Asociación Nacional Andemos. (2018). Informe Híbridos en Colombia. Obtenido de <https://www.andemos.org/>
- Atersa. (2015). Aplicaciones de la Energía Solar Fotovoltaica. Obtenido de <http://www.atersa.com/es/conocenos/aplicaciones-energia-solar-fotovoltaica/>

- AutoSolar. (2021). Tipos de paneles solares. Obtenido de <https://autosolar.pe/blog/aspectos-tecnicos/tipos-paneles-solares-cuales-son>
- Avila-Rueda, M., & Aranda-Romero, Y. (2019). Evaluación para la Autogeneración Fotovoltaica en el CDA Revisión Técnico-Mecánica y de Gases La 27 y Puerta del Sol en Bucaramanga- Santander. Obtenido de https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/7258/2019_Tesis_Monica_Yesenia_Avila_Rueda.pdf
- Barrera, J. (2021). Propuesta de un plan de eficiencia energética en el hotel Chrisban Hotel Boutique. Obtenido de <http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/4612/2/2021JohnJanerBarrera.pdf>
- Baumann, N. (2006). Ground-nesting birds on green roofs in Switzerland: Preliminary observations. *Urban Habitats*, 4, 37-50.
- Berrío, L., & Zuluaga, C. (2014). Smart Grid y la energía solar fotovoltaica para la generación distribuida: una revisión en el contexto energético mundial. *Ingeniería y Desarrollo*, 32(2), 369-396.
- Bogotá Cómovamos. (2018). Preocupa crecimiento de parque automotor en Bogotá. Obtenido de <https://bogotacomovamos.org/preocupa-crecimiento-de-parque-automotor/>
- Boullón, R. (2003). Planificación del espacio Turístico. *Tercera edición*.
- Bravo, D. M. (2017). Eficiencia energética, competitividad empresarial y economía verde. *Revista Publicando*, 3(9), 447-466. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5833551>
- Cardona-Ospina, J., Rivera Achury, L., Martínez, S., & Ramírez, O. (2016). “Implementación de alternativas para la adecuada Instalación de Sistemas Fotovoltaicos Aislados de la Provincia del Tequendama , y el Alto Magdalena en el municipio de Cundinamarca , Colombia,”. *Rev. Technol. y Product.*, 2(2), 73-82.

- Centro de Diagnóstico Automotor de la Cuesta. (2022). Información Institucional. Obtenido de <https://www.cdadelacuesta.com/>
- Cerda, C., & Tironi, A. (Julio-Diciembre de 2017). La evaluación no monetaria de los servicios ecosistémicos: perspectivas para la gestión sostenible del territorio. *Revista Luna Azul*, 45, 329-352. Obtenido de <https://learn-us-east-1-prod-fleet02-xythos.content.blackboardcdn.com/5cdee82dbf7b1/14683932?X-Blackboard-Expiration=1607979600000&X-Blackboard-Signature=l3lj%2B0fhX1M%2FZPEan%2FE605KSUroqiu1APDV0BBIQsao%3D&X-Blackboard-Client-Id=301947&response-cache-con>
- Colciencias. (2019). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Colombia y el aporte de la ciencia, la tecnología y la innovación. Obtenido de https://minciencias.gov.co/sites/default/files/objetivos_de_desarrollo_sostenible_y_aporte_a_la_cti_v_3.5.pdf
- Congreso de la República. (14 de mayo de 2014). Ley 1715 de 13 de Mayo de 2014. Obtenido de http://www.upme.gov.co/Normatividad/Nacional/2014/LEY_1715_2014.pdf
- Congreso de la República de Colombia. (1994). Ley 143 de 1994. Obtenido de <http://www.siel.gov.co/Portals/0/Ley143.pdf>
- Danton-Hernández, M. (2019). Propuesta de un producto turístico basado en un circuito temático de energías renovables en el Parque Quebrada Verde. Obtenido de http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/13677/a130359_Danton_M_Propuesta_de_un_producto_turistico_basado_2019_Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Departamento Nacional de Planeación. (2015). Los costos en la salud asociados a la degradación ambiental en Colombia ascienden a \$20,7 billones. Obtenido de [https://www.dnp.gov.co/Paginas/Los-costos-en-la-salud-asociados-a-la-degradacion-ambiental-en-Colombia-ascienden-a-\\$20,7-billones.aspx](https://www.dnp.gov.co/Paginas/Los-costos-en-la-salud-asociados-a-la-degradacion-ambiental-en-Colombia-ascienden-a-$20,7-billones.aspx)

- Domínguez-González, H. (2012). Diseño de un Sistema fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en el COBAEV 35 Xalapa.
- Energetiva. (2019). "Energetiva", energía alternativa. Obtenido de <http://energetiva.com/que-es-un-ppa-solar/>
- Espinosa, M., & Franco, J. (2020). La gestión de la calidad del aire en Bogotá. Obtenido de <https://foronacionalambiental.org.co/wp-content/uploads/2020/04/PolicyPaperN51CalidadDelAireBogota.pdf>
- Fedesarrollo; Probogota. (2019). Informe Bogotá Región Calidad del Aire. Obtenido de <http://asogravas.org/wp-content/uploads/2019/12/Informe-Bogot%C3%A1-Regi%C3%B3n-Calidad-del-Aire.pdf>
- Fog C., L. (sfp). Efectos de hidroeléctricas: urge una visión integral. Obtenido de <https://www.javeriana.edu.co/pesquisa/efectos-de-hidroelectricas-urge-una-vision-integral/>
- Fog C., L. (sfp). Efectos de hidroeléctricas: urge una visión integral. Obtenido de Efectos de hidroeléctricas: urge una visión integral.
- Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo Fonade; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales Ideam. (2013). Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de cultivos por sectores. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Efectos+del+Cambio+Climatico+en+la+agricultura.pdf/3b209fae-f078-4823-afa0-1679224a5e85>
- Fundación Gas Natural Fenosa. (2018). La calidad del aire en las ciudades: Un reto mundial. doi:978-84-09-01905-2
- Glass, G. H. (1984). Statistical methods in education and psychology.
- González-Pinzón, C., Ponce Corral, C., Valenzuela-Nájera, R., & A.-C. D. (2013). "Selección de un sistema solar fotovoltaico para un vehículo eléctrico". *CulcyT//Tecnología*, 2(50), 11-26.

- Gramas. (2012). Generación de energía centralizada vs generación energía distribuida. Obtenido de <https://gramaconsultores.wordpress.com/2012/01/16/>
- Gutiérrez, M. (2014). Iluminación Led: ahorro, eficiencia e innovación: proyecto de mejora de la iluminación de un hotel. Obtenido de <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/1142>
- He, B., Wang, J., Huang, S., & Wang, Y. (2016). "Low-carbon product design for product life cycle. *Journal of Engineering Design*, 10(12), 321-339. doi:10.1080/09544828.2015.1053437
- Helmsing, A. (sfp). Hacia una reapreciación de la territorialidad del desarrollo económico. Obtenido de <file:///C:/Users/hp/Downloads/5645-Texto%20del%20art%C3%ADculo-19646-1-10-20170514.pdf>
- Hernández S., R. (2014). Metodología de Investigación. Los métodos mixtos de investigación: Ventajas.
- Iberdrola. (sfp). Qué es la energía solar fotovoltaica: ¿Cómo funcionan las plantas fotovoltaicas? Obtenido de <https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/que-es-energia-fotovoltaica>
- IDEAM. (2017). Informe del estado de la calidad del aire en Colombia. Obtenido de http://www.andi.com.co/Uploads/Informe_ECalidadl_Aire_2017_636748401757382604.pdf
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP. (2016). Cancillería, "Tercera Comunicacion Nacional de Cambio Climatico de Colombia.
- Instituto Costarricense de Electricidad. (2015). Costa Rica: Matriz eléctrica Un modelo sostenible, único en el mundo. Obtenido de https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/8823524c-7cc7-4cef-abde-a1f06e14da0e/matriz_folleto_web2.pdf?MOD=AJPERES&CVID=I8SK4gG
- Instituto de Ciencias Nucleares y Energías Alternativas INEA. (2016). Censo y evaluación de sistemas solares fotovoltaicos instalados en Colombia.

- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales "Ideam". (2022). Irradiación global horizontal media diaria. Obtenido de <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>
- J., T., T., A., & S., W. (2010). "A heuristic approach", Estimating the carbon footprint of telecommunications products. *132*, 1-4.
- Jeswiet, J., & Kara, S. (2008). "Carbon emissions and CES™ in manufacturing". *CIRP Annals*, *57*(1), 17-20.
- Kalogirou, S. (2009). *Solar Energy Engineering: Processes and Systems*.
- Lobo, A., Martín, P., & Purkey, D. (2019). Análisis de las Interacciones de los ODS. Obtenido de <https://www.sei.org/wp-content/uploads/2018/10/metodolog%C3%ADa-completa-taller-interacciones-ods-bogot%C3%A1-7-8-marzo.pdf>
- Lu, Q., Zhou, G. Z., & Xiao, Z. (2016). A carbon emissions allocation method based on temperature field for products in the usage stage". *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *91*(1-4), 917-929. doi:10.1007/s00170-016-9799-2
- Mejía, M. (2018). Pronostico y Prevención de la contaminación por PM10 en la red de monitoreo de calidad de aire de Bogotá (RMCAB). Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/40364/u808272.pdf?sequence=1>
- Méndez, J., & Cuervo, R. (2011). *Energía Solar Fotovoltaica. Siete*.
- Ministerio de Minas y Energía, Unidad de planeación Minero Energético. (2019). Plan Energético Nacional 2020-2050. Obtenido de https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/PEN_documento_para_consulta.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente y Salud Pública. (2018). Documento de Políticas Públicas N°50. Las energías renovables en Colombia: problemática social, ambiental y jurídica desde una perspectiva territorial. Obtenido de

<https://foronacionalambiental.org.co/wp-content/uploads/2018/10/Politica-publica-50.pdf>

Moncayo A., A. (2018). Enfoques de investigación y organización del trabajo de campo: el estudio de caso y la encuesta. Obtenido de https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstream/001/1944/1/MAA-spa-2011-Enfoques_de_investigacion_y_organizacion_del_trabajo_de_campo_el_estudio_de_caso

Montaña-Rodríguez, M. (2020). Diseño de estaciones de carga eléctrica sostenible para vehículos eléctricos en Bogotá. Obtenido de [http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/1639/1/2021MariaNatalyMonta%
c3%b1aRodriguez.pdf](http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/1639/1/2021MariaNatalyMonta%c3%b1aRodriguez.pdf)

Murcia, H. (2009). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. Development of Solar Energy in Colombia and its Prospect. *Revista de Ingeniería*, 28. Obtenido de <http://doi.org/ISSN.%200121-4993>

National Center For Environmental Information "NOAA. (2019). "Global Climate Report - Annual 2018". Obtenido de <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201813>

Netflix. (2017). Chasing Coral | FULL FEATURE | Netflix. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=aGGBGcjdjXA>

Orbegozo, C., & Arivilca, R. (2021). Energía Solar Fotovoltaica: Manual técnico para instalaciones domiciliarias. *Green Energy Consultoría y Servicios SRL*. Obtenido de [https://connectamericas.com/es/company/green-energy-consultor%
C3%ADa-y-servicios-srl](https://connectamericas.com/es/company/green-energy-consultor%C3%ADa-y-servicios-srl)

Organización de las Naciones Unidas. (2016). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Organización de las Naciones Unidas. (2019). Perspectivas del medio ambiente mundial GEO 6 Resumen para responsables de formular políticas. Publicado

originalmente por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en 2019.

Organización Mundial del Turismo. (2008). UNWTO World Tourism Barometer. 6(3).
Obtenido de http://www.unwto.org/facts/eng/pdf/barometer/UNWTO_Barom08_3_excerpt_ps.pdf

Ospina A., M., & T., P. (2019). Propuesta de estrategias para la mitigación del deterioro de la calidad del aire en la localidad de Puente Aranda. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/13043/OspinaArguelloM%C3%B3nicaLorena2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

portafolio.com. (2018). Renault Twizy. Lo que necesita Colombia para masificar los vehículos eléctricos. Obtenido de <https://www.portafolio.co/negocios/lo-que-necesita-colombia-para-masificar-los-vehiculos-electricos-516679>

Rhodes, A. (2018). Ecoturismo Genuino. Obtenido de <http://www.ecoturismogenuino.com/inicio/2015/02/04/definiciones-ecoturismo/>

Rodríguez, H., & González, F. (1992). Manual de Radiación Solar en Colombia. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=11274>

Rogério-Mossande, A. B.-M., Mujica-Cervantes, A., Mata-Rodriguez, C., & Osorio-León, I. (sfp). "Riego por goteo con energía solar para el tomate en Cavaco , Benguela , Angola. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(2), 11-17. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542015000200002

Rojas, N. (sfp). Aire y problemas ambientales de Bogotá. Obtenido de https://bogota.gov.co/sites/default/files/inline-files/aire_y_problemas_ambientales_de_bogota.pdf

Ruegemer, J. (2010). The introduction of sustainable strategies and technology to the US housing building industry: Design, construction and performance

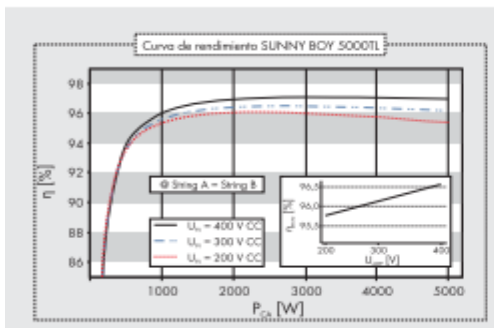
- analysis of energy efficient residential buildings - A case study. *International Journal of Technology Knowledge and Society*, 2(6), 151-161.
- Sarmiento-Sera, A. (2016). Energía solar fotovoltaica. doi:ISBN: 978-959-237-551-2
- Scipioni, A., Manzardo, A., Mazzi, A., & Mastrobuono, M. (2012). Monitoring the carbon footprint of products: a methodological proposal". *Journal of Cleaner Production*, 36, 94-101. doi:2012.04.021
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2020). Con 12 metas del Plan de Desarrollo, Bogotá se compromete en C40 a mejorar calidad del aire y con un futuro más sostenible. Obtenido de http://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/historial-de-noticias/-/asset_publisher/1RkX/content/con-12-metas-del-plan-de-desarrollo-bogota-se-compromete-en-c40-a-mejorar-calidad-del-aire-y-con-un-futuro-mas-sostenible
- Suntech. (2011). Paneles solares inteligentes. *Technosun*. Obtenido de <http://blog.technosun.com/?s=inclinación+del+panel>
- Taylor, S., & Bodgan, R. (2002). Introducción a los métodos cualitativos de investigación. Obtenido de <http://mastor.cl/blog/wp-content/uploads/2011/12/Introduccion-a-metodos-cualitativos-de-investigaci%C3%B3n-Taylor-y-Bogdan.-344-pags-pdf.pdf>
- Tecnosun. (2022). Inversores Sunny Boy. Obtenido de <https://www.technosun.com/descargas/SMA-SB3000TL-SB4000TL-SB5000TL-ES.pdf>
- Torres-Rodríguez, K., & Castro-Serrano, S. (2018). Factibilidad de un plan de Gestión Ambiental que contribuya a hacer de la UNABsede El Jardín, una Universidad ambientalmente sostenible. Obtenido de https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/2042/2018_Tesis_Katherine_Yulieth_Torres.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Twenergy. (2017). Energía solar. Obtenido de <https://twenergy.com/energia/energia-solar>
- Unidad de Planeación Minero Energético. (2012). Energías Renovables: Descripción, tecnologías y usos finales.
- UPME; IDEAM; MME. (2005). Atlas de radiación solar en Colombia. 13-22. Obtenido de http://www.upme.gov.co/Docs/Atlas_Radiacion_Solar/1-Atlas_Radiacion_Solar.pdf
- VII Congreso Internacional del Medio Ambiente. (14 de Diciembre de 2014). La contaminación atmosférica, problemática ambiental. Obtenido de <https://www.fedebiocombustibles.com/files/Boletin119.pdf>
- Vilardy, S., & Rueda, X. (2020). Conferencia magistral, Quinta Cátedra del Centro de Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina y el Caribe (CODS). Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=2kpBFyNVXVs>
- Ziout, A., A. A., Altarazi, S., & ElMaraghy, W. H. (2018). Multi-criteria decision support for sustainability assessment of manufacturing system reuse CIRP Journal of Manufacturing. doi:<http://doi.org/10.1016/j.cirpj.2012.10.006>

9. ANEXOS

Anexos A . Especificaciones técnicas del Inversor

Datos técnicos	Sunny Boy 3000TL	Sunny Boy 4000TL	Sunny Boy 4000TL/V	Sunny Boy 5000TL
Entrada (CC)				
Potencia máxima de CC (con cos φ=1)	3200 W	4200 W	4200 W	5300 W
Tensión máx. de CC	550 V	550 V	550 V	550 V
Rango de tensión MPP	188 V - 440 V	175 V - 440 V	175 V - 440 V	175 V - 440 V
Tensión nominal de CC	400 V	400 V	400 V	400 V
Tensión de CC mín. / tensión inicial	125 V / 150 V	125 V / 150 V	125 V / 150 V	125 V / 150 V
Corriente máx. de entrada / por String	17 A / 17 A	2 x 15 A / 15 A	2 x 15 A / 15 A	2 x 15 A / 15 A
Cantidad de seguidores del punto de máxima potencia (MPPT) / String por seguidor del punto de máxima potencia (MPPT)	1 / 2	2 / A, 2, B, 2	2 / A, 2, B, 2	2 / A, 2, B, 2
Salida (CA)				
Potencia nominal de CA (a 230 V, 50 Hz)	3000 W	4000 W	3680 W	4600 W
Potencia aparente de CA máxima	3000 VA	4000 VA	4000 VA	5000 VA
Tensión nominal de CA; rango	220, 230, 240 V; 180 - 280 V	220, 230, 240 V; 180 - 280 V	220, 230, 240 V; 180 - 280 V	220, 230, 240 V; 180 - 280 V
Frecuencia de red de CA; rango	50, 60 Hz; ± 5 Hz	50, 60 Hz; ± 5 Hz	50, 60 Hz; ± 5 Hz	50, 60 Hz; ± 5 Hz
Corriente máx. de salida	16 A	22 A	22 A	22 A
Factor de potencia (cos φ)	1	1	1	1
Fases de inyección / fases de conexión	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1
Rendimiento				
Rendimiento máx. / rendimiento europeo	97,0 % / 96,3 %	97,0 % / 96,4 %	97,0 % / 96,4 %	97,0 % / 96,5 %
Dispositivos de protección				
Protección contra polarización inversa (CC)	●	●	●	●
Seccionador de carga de CC ESS	●	●	●	●
Resistencia al cortocircuito (CA)	●	●	●	●
Monitorización de cortocircuito a tierra	●	●	●	●
Monitorización de red (SMA Grid Guard)	●	●	●	●
Con separación galvánica / unidad de monitorización de corriente de falla sensible a la corriente universal	-/●	-/●	-/●	-/●
Clase de protección / categoría de sobretensión	I / III	I / III	I / III	I / III
Datos generales				
Dimensiones (ancho / alto / fondo) en mm	470 / 445 / 180	470 / 445 / 180	470 / 445 / 180	470 / 445 / 180
Peso	22 kg	25 kg	25 kg	25 kg
Rango de temperatura de servicio	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C
Emissiones de ruido (típicas)	≤ 29 dB(A)	≤ 29 dB(A)	≤ 29 dB(A)	≤ 29 dB(A)
Consumo característico nocturno	< 0,5 W	< 0,5 W	< 0,5 W	< 0,5 W
Topología	Sin transformador	Sin transformador	senza transformatore	Sin transformador
Sistema de refrigeración	Convección	OptiCool	OptiCool	OptiCool
Tipo de protección eléctrica / línea de conexión (según CEI 60529)	IP65 / IP54	IP65 / IP54	IP65 / IP54	IP65 / IP54
Clase climática (según CEI 60721-3-4)	4K4H	4K4H	4K4H	4K4H
Características				
Conexión de CC: SUNCLIX	●	●	●	●
Conexión de CA: terminal de trazo / conector / terminal de trazo	-/-/●	-/-/●	-/-/●	-/-/●
Display: línea de texto / gráfico	-/●	-/●	-/●	-/●
Interfaces: RS485 / Bluetooth®	○/●	○/●	○/●	○/●
Garantía: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 años	●/○/○/○/○	●/○/○/○/○	●/○/○/○/○	●/○/○/○/○
Certificadas y autorizaciones (otros a petición)	CE, VDE 0126-1-1, DK 5940, RD 1663, GB3/1-1, PFC, AS4777, EN 50438*, C10/C11, PFDS, KEMCO (sólo SB 3000TL20)			
* No se aplica a todas las desviaciones nacionales de la norma EN 50438				
● De serie ○ Opcional - no disponible				
Datos en condiciones nominales				
Modelo comercial	SB 3000TL20	SB 4000TL20	SB 4000TL20/V 0159	SB 5000TL20



Accesorios



Interfaz RS485
DM-485CB-10

SB 5000TL20 - SMA y Sunny Boy son marcas registradas de SUNNY BRUNNEN GmbH. OptiCool es una marca registrada de SUNNY BRUNNEN GmbH. El resto de los datos técnicos y las imágenes de este documento son propiedad de SUNNY BRUNNEN GmbH. Este documento es un documento confidencial y no debe ser distribuido fuera de SUNNY BRUNNEN GmbH.