Aplicativo web para el dimensionado de sistemas fotovoltaicos mediante la integración de componentes directos del mercado colombiano.

Euder Fabian Perdomo Ospitia, José Antonio Guerra Leal

Ingeniería de Software E Ingeniería de Sistemas, Fundación Universitaria Compensar

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
Ingeniero de Software E Ingeniero de Sistemas
Tutor: Carlos Hugo Neiva reyes

2024

(cc) BY-NC-SA

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

A todas las personas que han contribuido de alguna manera a este trabajo, ya sea con su colaboración, asesoramiento o inspiración. Su aporte ha enriquecido este proyecto y ha sido fundamental para su realización.

Resumen

Este proyecto desarrolla a Silicio, una aplicación innovadora destinada para la eficiente planificación de proyectos fotovoltaicos. Utilizando un enfoque centrado en el usuario y metodologías agiles, se diseñó la aplicación para abordar los desafíos identificados en el sector, incluyendo la necesidad de herramientas especializadas y acceso a información actualizada.

Silicio ofrece características como la simulación precisa del dimensionamiento y cálculos de acuerdo a ubicación geográfica, adaptándose así a casos de uso residenciales, comerciales, industriales y rurales, destacándose por su facilidad de uso y capacidades avanzadas.

El proyecto incluyo una investigación exhaustica en donde se interactuó con futuros usuarios potenciales de los cuales se recibieron comentarios positivos. En conclusión, Silicio representa un avance significativo en la promoción de la energía solar brindando soluciones prácticas y efectivas para personas sin conocimiento y profesionales del campo.

Palabras clave: (Energía Solar; cálculos Fotovoltaicos; Diseño**).**

Abstract

This project develops Silicio, an innovative application designed for efficient planning of photovoltaic projects. Using a user-centered approach and agile methodologies, the application was designed to address the identified challenges in the sector, including the need for specialized tools and access to updated information.

Silicio offers features such as precise simulation of sizing and calculations according to geographic location, thus adapting to residential, commercial, industrial, and rural use cases, standing out for its ease of use and advanced capabilities.

The project included comprehensive research where interaction occurred with potential future users, from whom positive feedback was received. In conclusion, Silicio represents a significant advancement in the promotion of solar energy, providing practical and effective solutions for both novices and professionals in the field.

Keywords: (Solar energy; photovoltaic calculations, desing).

Contenido

RESUMEN VII

ABSTRACT IX

LISTA DE FIGURAS XV

LISTA DE TABLAS XVII

LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS XXI

INTRODUCCIÓN 1

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN 2

OBJETIVO GENERAL 8

Objetivos Específicos *9*

ALCANCES Y LIMITACIONES 9

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 14

RECURSOS Y PRESUPUESTO 18

1. MARCO TEÓRICO **21**

INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS 21

Radiación Solar *22*

Efecto fotovoltaico *23*

¿Como se Hace el cálculo de un sistema fotovoltaico? *24*

PANELES SOLARES 29

Principales Características de un panel solar: *30*

CONTROLADORES SOLARES 32

Tipos de Controladores solares principales *32*

Controladores MPPT *32*

Controladores PWM *32*

Dimensionado del controlador solar *33*

INVERSORES 34

Principales tipos de inversores solares *35*

BATERÍAS 35

Calcular sistema de baterías *36*

1.1 ESTADO DEL ARTE 38

1.2 MARCO LEGAL 51

1.2.1 Leyes de Software Libre en Colombia: *51*

1.2.2 Política de Gobierno Digital *51*

1.2.3 Protección del Software desde la Propiedad Intelectual en Colombia *51*

1.2.4 Leyes sobre Paneles Solares en Colombia *52*

1.2.5 Normativas Sectoriales *53*

1.2.6 Normativa de Conexión a la Red Eléctrica *54*

1.2.7 Protección de Datos *54*

1.2.8 Normas de Seguridad y Salud Ocupacional *54*

1.2.9 Normativas Ambientales *55*

1. ANÁLISIS DEL PROYECTO 55

1.1 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN 55

1.2 RESULTADOS ANÁLISIS 57

1.2.1 Tendencias y desafíos del sector fotovoltaico 66

1.2.2 Necesidades y preferencias de los usuarios 67

1.2.3 Requisitos regulatorios y de seguridad 67

1.2.4 Perspectivas de mejora y oportunidades de innovación 68

1.2.5 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES 69

1.2.6 REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES 88

2. DISEÑO DEL PROYECTO 95

2.1 MODELADO 95

2.1.1 Diccionario de datos 95

2.1.2 Modelo relacional 96

2.2 DIAGRAMACIÓN 97

2.2.1 Diagrama de clases 97

2.2.2 Diagrama de casos de uso 98

2.2.3 Diagrama de secuencia 101

3. IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO 107

3.1 ARQUITECTURA 107

3.2 PRUEBAS 110

3.2.1 Pruebas funcionales 111

3.3 MANUALES 112

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 113

4.1 CONCLUSIONES 113

4.2 RECOMENDACIONES 114

BIBLIOGRAFÍA 129

Lista de figuras

Figura 1 *Cronograma de Trabajo* 15

Figura 2 *Efecto fotovoltaico* 23

Figura 3 *Ejemplo grafica de consumo mensual (Enel).* 26

Figura 4 *Mapa de radiación en Colombia.* 28

Figura 5 *Diseño de un sistema fotovoltaico aislado.* 37

Figura 6 *Encuesta Sistemas Fotovoltaicos* 57

Figura 7 *Modelo Entidad Relación* 96

Figura 8 *Diagrama de Clases* 97

Figura 9 *Casos de uso* 99

Figura 10 *Diagrama de Secuencia Calculo* 102

Figura 11 *Diagrama de Secuencia registro Equipo* 103

Figura 12 *Diagrama de Secuencia registro de cliente* 104

Figura 13 *Diagrama de Secuencia Login* 104

Figura 14 *Arquitectura general del sistema* 107

XVI

Lista de tablas

Tabla 1 *Presupuestos* 18

Tabla 2 *Ejemplo recogida información de Consumos de uso común en el hogar* 24

Tabla 3 *Ejemplo de Consumos mensuales* 26

Tabla 4 *Tensión del Sistema en Función de la Potencia* 27

Tabla 5 *Tensiones comunes de paneles solares.* 31

Tabla 6 *Algunas Empresas del sector y como manejan los cálculos fotovoltaicos* 44

Tabla 7 *Software Comercial para Cálculos Fotovoltaicos* 46

Tabla 8 *Requerimiento Funcional REQF_1* 70

Tabla 9 *Requerimiento Funcional REQF_2* 71

Tabla 10 *Requerimiento Funcional REQF_3* 72

Tabla 11 *Requerimiento Funcional REQF_4* 73

Tabla 12 *Requerimiento Funcional REQF_5* 74

Tabla 13 *Requerimiento Funcional REQF_* 74

Tabla 14 *Requerimiento Funcional REQF_6* 75

Tabla 15 *Requerimiento Funcional REQF_7* 75

Tabla 16 *Requerimiento Funcional REQF_8* 76

Tabla 17 *Requerimiento Funcional REQF_9* 76

Tabla 18 *Requerimiento Funcional REQF_10* 77

Tabla 19 *Requerimiento Funcional REQF_11* 78

Tabla 20 *Requerimiento Funcional REQF_12* 78

Tabla 21 *Requerimiento Funcional REQF_13* 79

Tabla 22 *Requerimiento Funcional REQF_14* 79

Tabla 23 *Requerimiento Funcional REQF_15* 80

Tabla 24 *Requerimiento Funcional REQF_16* 81

Tabla 25 *Requerimiento Funcional REQF_1* 81

Tabla 26 *Requerimiento Funcional REQF_17* 82

Tabla 27 *Requerimiento Funcional REQF_18* 82

Tabla 28 *Requerimiento Funcional REQF_19* 83

Tabla 29 *Requerimiento Funcional REQF_20* 83

Tabla 30 *Requerimiento Funcional REQF_21* 84

Tabla 31 *Requerimiento Funcional REQF_22* 85

Tabla 32 *Requerimiento Funcional REQF_23* 85

Tabla 33 *Requerimiento Funcional REQF_24* 86

Tabla 34 *Requerimiento Funcional REQF_25* 86

Tabla 35 *Requerimiento Funcional REQF_26* 87

Tabla 36 *Requerimiento Funcional REQF_27* 87

Tabla 37 *Requerimiento No Funcional _1* 88

Tabla 38 *Requerimiento No Funcional _2* 89

Tabla 39 *Requerimiento No Funcional _3* 89

Tabla 40 *Requerimiento No Funcional _4* 90

Tabla 41 *Requerimiento No Funcional _5* 90

Tabla 42 *Requerimiento No Funcional _6* 91

Tabla 43 *Requerimiento No Funcional _8* 92

Tabla 44 *Requerimiento No Funcional _9* 92

Tabla 45 *Requerimiento No Funcional _10* 93

Lista de Símbolos y abreviaturas

Abreviaturas

Abreviatura	Término
FV	Fotovoltaico
AC	Corriente Alterna
DC	Corriente Directa
NOCT o TONC	Temperatura Nominal de Operación de la Celula
STC	Condiciones de prueba Estandar
VOC	Voltaje de circuito abierto
ISC	Corriente de corto circuito
PMAX	Potencia Máxima
IMP	Intensidad a máxima potencia
VMP	Voltaje a máxima potencia
PWM	Modulación por ancho de pulsos
MPPT	Seguidor de punto de máxima potencia

V	Voltaje
I	Corriente
W	Watts
HSP	Horas solares Pico

Introducción

La energía solar es una forma de energía renovable que se obtiene directamente a partir de la radiación electromagnética emitida por el sol, la implementación de software en esta industria a contribuido a mejorar enormemente los procesos así como el creciente aumento de datos de sensores y dispositivos meteorológicos han contribuido a realizar cálculos y proyectos más ajustados a las diferentes condiciones climáticas presentes en el planeta al mismo tiempo que ayudan a comprender mejor cómo funciona la radiación en la tierra.

El presente proyecto se aborda mediante una metodología de investigación completamente aplicada puesto que se enfoca en solucionar problemas específicos basada en conocimientos propios en el ámbito de la energía solar, así como también en opiniones de interesados, El proyecto se estructura en diversas etapas para mejorar la comprensión de los temas y su desarrollo. Se enfoca en el ciclo completo de vida del software, comenzando por la fase de planificación, donde se exploran implementaciones comparables y el software disponible en el mercado actual, se analizarán cada uno de los componentes para posteriormente realizar diseño y programación de estos, finalizando con las pruebas e implementación para determinar mejoras a futuro y proponer posibles cambios.

El resultado final será la implementación de un prototipo funcional de plataforma web que no solo incentive el manejo y entendimiento de la energía solar en todo tipo de persona interesada, si no que también, posibilite una vivencia más individualizada al brindar la oportunidad de observar el comportamiento simulado de cada elemento de un sistema fotovoltaico.

Antecedentes y Justificación

En los años recientes, ha habido un significativo avance tecnológico en el campo de la energía solar, lo que ha llevado a mejoras notables en la eficiencia de los paneles fotovoltaicos y otros componentes relacionados con los sistemas solares. Se ha observado un enfoque significativo en la investigación de materiales más eficientes con la inclusión de IA la cual puede evaluar grandes volúmenes de datos encontrando patrones para optimizar las estructuras de los componentes, permitiendo así la construcción de células fotovoltaicas más eficientes. Otro punto por considerar es la gestión de grandes parques solares, La gestión efectiva de infraestructuras complejas, como las centrales solares fotovoltaicas, depende en gran medida de la agilidad y eficacia que ofrecen los softwares de gestión de servicios técnicos mediante la digitalización total de la infraestructura (Garcia Mendive , 2020)

Colombia posee una ubicación privilegiada en términos de adquisición de radiación solar para la producción energética. Según datos de la UPME e IDEAM, cuenta con una irradiación promedio de 4.5 kWh/m2/d, superando el promedio mundial de 3.9 kWh/m2/d (UPME, 2015). Sumado a esto, la promulgación de la CREG 174 de 2021 y CREG 135 de 2021 ha despertado un gran interés en empresas y personas en este sector, al permitir a los usuarios generar su propia electricidad a través de sistemas fotovoltaicos y conectarse a la red pública para vender los excedentes de producción a las empresas proveedoras locales, generando nuevas alternativas que contribuyen a la eficiencia energética.

En este contexto es importante el tomar en cuenta los pasos previos al momento de realizar la instalación de un sistema fotovoltaico, (Style, Energía Solar Autónoma: Planificación, dimensionado e instalación de un sistema fotovoltaico autónomo, 2012) Resalta la importancia de un correcto dimensionado e instalación del sistema con el fin de garantizar una larga vida útil. Uno de estos pasos consiste en la recogida de información con respecto a la ubicación y cargas a alimentar para luego continuar con la aplicación de diferentes fórmulas las cuales determinaran la cantidad de dispositivos de energía solar para mantener las cargas en funcionamiento, en Colombia existen muchas compañías en este

sector de todos los eslabones de la cadena de valor, instaladores, comercializadores, fabricantes o proveedores de insumos (Vázquez Fernández, 2022), algunas de las empresas que se dedican a la venta de sistemas de energía solar brindan la posibilidad de calcular sistemas fotovoltaicos a través de sus plataformas o apps, estas generalmente consisten en formularios donde los usuarios introducen las potencias y horas de uso de cada uno de los dispositivos conectados a la red eléctrica o proporcionan manualmente los históricos de consumos suministrados por las empresas proveedoras de electricidad para después centrarse en la venta directa de kits o equipos dejando de lado posibles incertidumbres que quedan en el cliente o interesado.

En el mercado se pueden encontrar diversas herramientas y software especializados para el dimensionado de sistemas fotovoltaicos. Estos recursos ofrecen la posibilidad de simular el comportamiento de la instalación y realizar cálculos precisos**Fuente especificada no válida.**. Sin embargo, muchas de estas soluciones son de pago y están dirigidas principalmente a personal altamente calificado, dejando de lado a los usuarios finales interesados en comprender el funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos.

Investigaciones académicas en Colombia han propuesto aplicativos que facilitan los cálculos y fomentan el conocimiento de la energía solar. Por ejemplo, (SILVA SARASTY, 2015) desarrolló un aplicativo para el diseño y cálculo de sistemas fotovoltaicos, comparándolo con el software PVSOL y obteniendo resultados favorables en sistemas

interconectados, aislados y con banco de baterías. (LEÓN MENDEZ, 2020) propuso el diseño y modelado de un simulador web para estudios de factibilidad de instalaciones de energía solar On Grid en Colombia, implementándolo en la página web "Colombia Renovable".

En otro estudio, (Camargo Torres, Orcasitas Peñaloza, Céspedes Rangel, Salas Solano, & Garcés Conde, 2020) proponen un software para el diseño de soluciones con sistemas de paneles solares y su beneficio económico de costos. Utilizando una metodología de investigación cualitativa y aplicada, realizaron una revisión y análisis documental, así como entrevistas para la recolección de información. En la fase de transición, proporcionaron acceso al software a 15 estudiantes, obteniendo resultados favorables en el 93% de los casos, lo que demuestra la facilidad de uso para personas con bajos conocimientos en el diseño de sistemas fotovoltaicos, lo cual puede llevar a ahorrar costos en implementaciones futuras.

Por otro lado, (Narváez et al., 2023) de la Universidad de los Andes en Bogotá, desarrollaron una herramienta interactiva para visualización y predicción de la radiación solar y generación fotovoltaica en Colombia, denominada Atlas Solar de Colombia. Para su validación realizan comparativas con otros atlas similares donde se encuentra que la herramienta creada es bastante acertada, se basa en bases de datos meteorológicas y diferentes metodologías de investigación para la recopilación y organización de

información, proporcionando así una herramienta completa y pionera en su tipo en Colombia.

En la Universidad del Quindío, (Serna Ruiz, Marín García, & Alzate, 2016) proponen una herramienta para el dimensionado de sistemas fotovoltaicos aislados mediante el uso de una interfaz gráfica en Matlab, accesible para todo tipo de usuarios. Este aplicativo, validado comparativamente con software PVSOL, demostró resultados favorables con diferencias mínimas en los resultados obtenidos, lo que resalta su eficacia y utilidad en el diseño de sistemas fotovoltaicos.

Justificación de La propuesta

El porqué de la investigación se enfoca en diferentes ámbitos, en el institucional la justificación del presente proyecto se centra en la barrera de conocimiento que se presentan al momento de realizar instalaciones de energías alternativas tanto en personas naturales como jurídicas en este caso energía fotovoltaica, existen múltiples barreras para que las empresas realicen efectivamente procesos de innovación, Estas barreras, según el Manual de Oslo, se agrupan en financieras, de conocimiento y de mercado (Ordoñez Gutiérrez, Méndez Morales, & Herrera, 2023) .

La secretaria de Medellín dice “La falta de conocimiento sobre los beneficios y la viabilidad de la energía solar puede ser un obstáculo. La educación y la sensibilización pública son cruciales para superar la resistencia al cambio y promover la adopción” (Comunicaciones, 2023) . mientras que (Marin, 2023) resalta “la falta de conocimiento sobre los beneficios de las energías renovables y la transición hacia fuentes más limpias, pueden limitar su adopción tanto a nivel individual como político. Por ello, *la educación pública y las campañas de concienciación* son esenciales para generar apoyo y comprensión.”, (Ortiz Tocora, 2020) analiza las posibles barreras corporativas en la adopción de energías limpias en Colombia en la cual concluye “La falta de información, conlleva a varias dificultades como la implementación, instalación y mantenimiento de tecnologías energéticas en las empresas debido que hay una falta de información en la utilización de este tipo de tecnologías”, Mientras tanto (Carolina Ortiz Motta et al., 2012) dice “A la par de la necesidad de implementar los proyectos, también se hace necesario el fortalecimiento de las entidades nacionales relacionadas y de instituciones y mecanismos que fomenten las investigaciones, de tal forma que se incremente el conocimiento y cuantificación de los recursos energéticos.” Como se puede notar se hace pertinente el implementar iniciativas que fomenten el uso y conocimiento de las energías renovables.

En el ámbito social la presente investigación y por consiguiente desarrollo de aplicativo web se centra en abordar diferentes factores entre los que podemos mencionar el proporcionar acceso instantáneo y detallado a información sobre la implementación de un

sistema fotovoltaico, capacidades de producción y dispositivos implicados lo que facilitaría la comprensión y educación de los interesados al centrarse en sus necesidades específicas.

Otro factor por considerar es el objetivo de facilitar la toma de decisiones ya que al permitir al usuario personalizar su sistema este lo puede adaptar a necesidades puntuales además de permitirle la posibilidad de comparar diferentes configuraciones y observar cómo se podría comportar en una implementación real. Cabe tener en cuenta la posibilidad de experimentar con componentes propios del mercado y también la posible interacción con los proveedores. Y finalmente mencionar el fomento de la participación y el empoderamiento del cliente proporcionándole recursos para la toma de decisiones informadas involucrándolo directamente en la fase de diseño lo que ayuda a fortalecer su compromiso en la implementación proyectos de eficiencia energética.

Finalmente, en el ámbito académico y profesional, la investigación aborda la industria de la programación de software en el contexto de la energía fotovoltaica, buscando automatizar procesos, analizar datos e indagar sobre las tendencias en el desarrollo de software enfocado a esta industria.

Objetivo General

Desarrollar un aplicativo web que simplifique el dimensionado y simulación de sistemas fotovoltaicos aislados de baja tensión al integrar los componentes principales (Panel, controlador, inversor, baterías), mientras establece una conexión directa entre el cliente y los distribuidores.

Objetivos Específicos

- Recopilar información relevante sobre los sistemas fotovoltaicos y su funcionamiento.
- Analizar los requisitos recopilados para la creación de un aplicativo web que pueda dimensionar sistemas fotovoltaicos y simular su comportamiento.
- Diseñar una solución de software eficiente y amigable para el dimensionado de sistemas fotovoltaicos.
- Implementar el diseño del aplicativo web, asegurando su funcionalidad y usabilidad.
- Efectuar pruebas rigurosas para asegurar el correcto funcionamiento y la fiabilidad de la solución diseñada.

Alcances y Limitaciones

Alcance

- Usabilidad Intuitiva: El aplicativo será diseñado para ser intuitivo, permitiendo que personas sin conocimientos en electricidad y/o sistemas fotovoltaicos puedan acceder y entender fácilmente su funcionamiento.

- Seguridad de la Información: Se garantizará la seguridad de la información proporcionada por los usuarios, implementando medidas de seguridad mediante RBAC (Control de Acceso Basado en Roles) para asegurar su confidencialidad e integridad.
- Registro de Componentes Fotovoltaicos: El sistema posibilitara el registro detallado de los principales componentes de un sistema fotovoltaico, incluyendo controladores, paneles solares, inversores y baterías. Se registrarán las características técnicas esenciales de cada componente, necesarias para calcular su funcionamiento.
- Información Detallada de Cálculos: El aplicativo proporcionará información detallada sobre los cálculos realizados, incluyendo producción energética, y simulación de comportamiento mensual del sistema.
- Parámetros Específicos: Los usuarios podrán obtener parámetros específicos de radiación y temperatura basados en la ubicación donde se desee realizar la implementación del sistema fotovoltaico.
- Comunicación con Instaladores: Se ofrecerá a los usuarios la posibilidad de solicitar comunicación directa con empresas propietarias de dispositivos para obtener asesoría adicional o servicios de instalación.
- Simulaciones Sencillas de Sistemas Aislados: El sistema ofrecerá herramientas para realizar simulaciones sencillas enfocadas principalmente en sistemas

fotovoltaicos aislados, permitiendo a los usuarios evaluar diferentes configuraciones y su viabilidad.

- Documentación del Proceso: Se documentará exhaustivamente el proceso de análisis y diseño del aplicativo, proporcionando un registro detallado de las decisiones de diseño y las metodologías utilizadas.

Limitaciones

- Restricciones asociadas a cálculos de Cables Y conductores:

  El sistema no tendrá en cuenta cálculos asociados a cables o conductores eléctricos, así como protecciones necesarias en un sistema fotovoltaico.

- Disponibilidad de Tiempo:

  Debido al tiempo disponible para la implementación del proyecto, se centrará solo en la funcionalidad de los principales módulos necesarios para mostrar el funcionamiento principal del aplicativo, además se debe considerar el tiempo necesario para la implementación de un diseño completo y detallado del aplicativo.

- Conocimientos Técnicos:

  Se enfrentan restricciones ligadas a conocimientos netamente técnicos en algunos temas relacionados con la energía solar fotovoltaica.

- Presupuesto:

  El acceso a bases de datos meteorológicas altamente especializadas y en tiempo real requiere de altas inversiones de capital.

- Información en tiempo Real:

Es un tema muy extenso para abordarlo a profundidad y para lograr el desarrollo de un software totalmente maduro que brinde información en tiempo totalmente real ligado a información meteorológica actualizada.

- Colaboraciones Con interesados:

  Se enfrentan desafíos relacionados a la colaboración con proveedores de componentes fotovoltaicos y otros socios externos que puedan influir en el desarrollo y funcionalidad del aplicativo.

- Desarrollo en diferentes plataformas:

  Es necesario tomar en cuenta el desarrollo y funcionamiento en diferentes dispositivos móviles tomando en cuenta los diferentes tipos de pantallas, así como dispositivos móviles.

Identificación del Problema

La creciente demanda de energía solar fotovoltaica en Colombia, impulsada por condiciones geográficas favorables, la disminución de costos en los materiales y los incentivos tributarios gubernamentales ha generado un notable interés en este sector. No obstante, la instalación de sistemas solares enfrenta desafíos significativos, particularmente en la realización de cálculos precisos y específicos para cada componente del sistema. Estos cálculos no solo retrasan la presentación de propuestas y cotizaciones a los clientes, sino que también presentan obstáculos técnicos para emprendedores sin experiencia en la materia.

El interés en la implementación de sistemas solares también se extiende a individuos que buscan reducir su consumo de energía o disminuir su dependencia de las empresas proveedoras de electricidad. Sin embargo, la mayoría de los softwares disponibles para calcular y dimensionar estos sistemas son de pago, lo que limita su accesibilidad. Además, las plataformas existentes están diseñadas principalmente para usuarios con experiencia en sistemas fotovoltaicos, dejando de lado a los usuarios finales y desalentando a las personas comunes a explorar y comprender esta tecnología.

La planificación y ejecución de proyectos fotovoltaicos enfrenta dificultades significativas que afectan la precisión y viabilidad de estos sistemas. La falta de conocimiento técnico y general sobre la energía solar puede llevar a percepciones erróneas sobre su viabilidad y costos, generando mitos sobre su funcionalidad y efectividad. Asimismo, la percepción de viabilidad de los sitemas fotovoltaicos asociada solo a lugares con altas tasas de radiación o más días de sol y la necesidad de depender exclusivamente de proveedores o instaladores para realizar los cálculos o evaluar el posible funcionamiento puede limitar la comprensión y participación activa de los clientes, impidiendo que estos se involucren plenamente en el proceso de decisión.

Pregunta Problema

¿Cómo se puede fomentar el uso y comprension de la energía solar fotovoltaica, al mismo tiempo que se ofrecen experiencias personalizadas a los interesados en este tipo de sistemas?

Propuesta de Solución

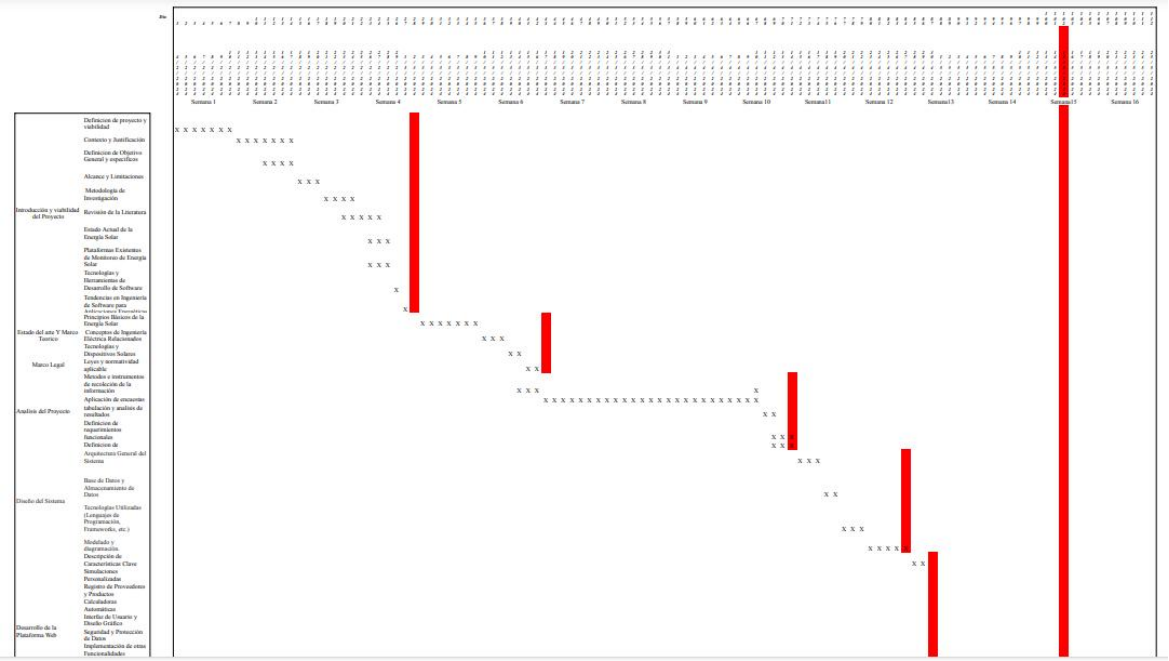
Tomando en cuenta estas premisas, proponemos la creación de un aplicativo web que simplifique el proceso de cálculo y dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos aislados, ofreciendo experiencias personalizadas a los usuarios. Este aplicativo incluirá la participación directa de empresas e instaladores para facilitar la toma de decisiones y servir de guía a los interesados en implementar esta tecnología.

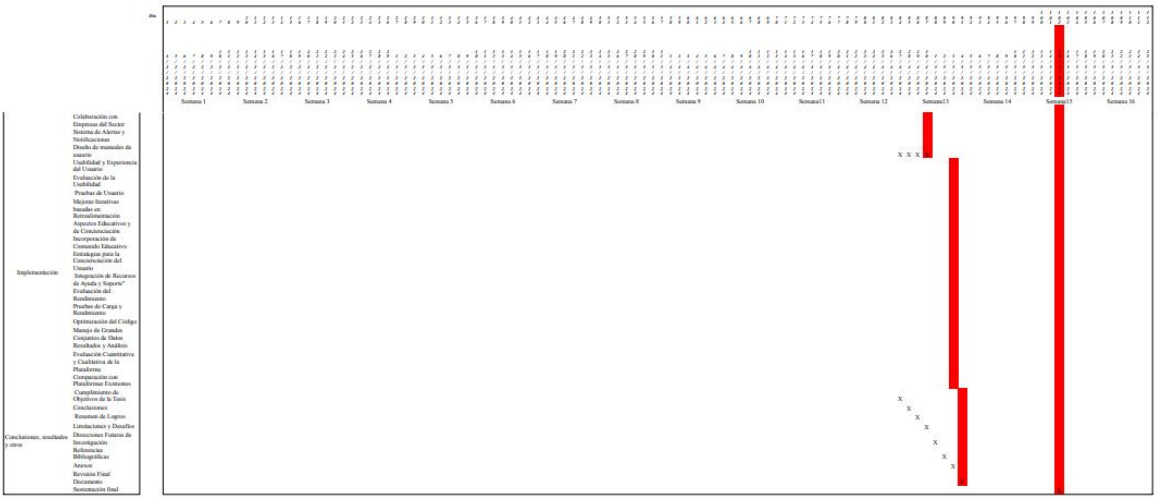
Cronograma de Actividades

Tomando en cuenta cada una de las fases necesarias para llevar a cabo el proyecto planteado se realizó su desglose en subtareas las cuales permitieran abordarlo paso a paso, posteriormente se organizaron mediante un diagrama especificando su fecha inicial, así como de finalización.

Figura 1

Cronograma de Trabajo





Cronograma

Semana 1: Definición del tema y objetivos

- Investigación inicial sobre sistemas fotovoltaicos en Colombia.
- Definición del objetivo general y específico del proyecto.
- Establecimiento de los alcances y limitaciones del proyecto.

Semana 2: Revisión de literatura

- Búsqueda y revisión de literatura relacionada con sistemas fotovoltaicos, regulaciones colombianas, tecnologías disponibles y casos de estudio.
- Identificación de brechas de conocimiento y áreas de oportunidad.

Semana 3: Diseño metodológico

- Diseño de la metodología de investigación, incluyendo métodos cualitativos y cuantitativos, técnicas de recolección de datos y análisis.
- Selección de herramientas y software para el desarrollo del proyecto.

Semana 4: Recolección de datos

- Recopilación de datos primarios y secundarios relevantes para el proyecto, como normativas vigentes, estadísticas de energía, y casos de estudio.

Semana 5-8: Desarrollo de aplicación

Fase de desarrollo del software integral para facilitar la planificación y ejecución de proyectos fotovoltaicos en Colombia.

Semanas 5-6: Diseño de la arquitectura de la aplicación y sus funcionalidades principales.

Semanas 7-8: Implementación de las funcionalidades principales de la aplicación.

Semana 9-10: Pruebas y ajustes de la aplicación.

Realización de pruebas exhaustivas del aplicativo para identificar posibles errores y realizar ajustes necesarios.

Incorporación de retroalimentación de usuarios y expertos para mejorar la funcionalidad y usabilidad del aplicativo.

Semana 11-12: Elaboración del informe

Escritura del informe final del proyecto de grado.

Semana 11: Redacción de la introducción, revisión de literatura y metodología.

Semana 12: Análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones.

Semana 13: Formato y revisión

Formato del documento según las pautas establecidas por la institución académica.

Revisión y corrección ortográfica y gramatical del informe.

Semana 14: Preparación de la presentación

Preparación de la presentación del proyecto de grado.
Elaboración de diapositivas.
Ensayos y prácticas de exposición oral.
Semana 15: Revisión final

Revisión final del informe y la presentación.
Ajustes finales según las recomendaciones del asesor académico.
Semana 16: Presentación del proyecto

Presentación del proyecto ante el comité evaluador.
Entrega del informe final y la presentación.

Recursos y presupuesto

Identificadas las necesidades se plantea la tabla 1 donde se especifican los principales recursos necesarios así como presupuesto requerido y quien realiza dicho aporte.

Tabla 1
Presupuestos

Ítem	Cantidad	Valor Unitario	Aporte Universidad	Aporte Estudiante
Ingeniero de Software (programador)	128 horas	$ 17,000.00	0	$ 2,176,000.00
Ingeniero de sistemas (Investigador)	128 horas	$ 16,000.00	0	$ 2,048,000.00

Asesor académico	40 horas	$ -	0	$ -
Lenovo ideapad s145	1 unidad	$ 1,400,000.00	0	$ 1,400,000.00
Lenovo T440p	1 unidad	$ 1,200,000.00	0	$ 1,200,000.00
Licencias IDE	1 unidad	$ -	0	$ -
Licencia plantilla modulo administración	1	$ 196,325.00	0	$ 196,325.00
papel	2 unidades	$ 18,000.00	0	$ 36,000.00
impresiones	1000 unidades	$ 200.00	0	$ 200,000.00
Bolígrafos	1 caja	$ 18,000.00	0	$ 18,000.00
Cuaderno	2 unidades	$ 3,500.00	0	$ 7,000.00
Viajes	64 unidades	$ 2,950.00	0	$ 188,800.00
Internet	4 meses	$ 70,000.00	0	$ 280,000.00
Electricidad	4 meses	$ 50,000.00	0	$ 200,000.00
Agua	4 meses	$ 50,000.00	0	$ 200,000.00
Gas	4 meses	$ 50,000.00	0	$ 200,000.00
Hosting web para La aplicación	1 año	$ 760,000.00	0	$ 760,000.00
Revisión y corrección ortográfica del informe final	1 unidad	$ 400,000.00	0	$ 400,000.00
Totales			0	$ 9,313,800.00
Total, Proyecto			$ 9,313,800.00	

Nota: Presupuestos

1. Marco teórico

Introducción a los sistemas fotovoltaicos

Primero debemos definir que es un sistema fotovoltaico, según (Lamigueiro, 2013) “Un sistema fotovoltaico es el conjunto de equipos eléctricos y electrónicos que producen energía eléctrica a partir de la radiación solar**”**, mientras que para (Miguel Alonso Abella) **“**La tecnología solar fotovoltaica (FV) consiste en la conversión directa de la radiación del Sol en electricidad. Esta conversión se realiza a través de la célula solar, unidad básica en la que se produce el efecto fotovoltaico.” Y según (Pep Puig) “La obtención directa de electricidad a partir de la luz se conoce con el nombre de efecto fotovoltaico.”, así pues, podemos definir un sistema fotovoltaico como aquel que genera energía a partir de la radiación solar junto con los equipos implicados en el proceso.

Los sistemas fotovoltaicos se clasifican generalmente en dos tipos principales según su forma de instalación, por una parte tenemos los sistemas fotovoltaicos autónomos, para (Style, Energía Solar Autónoma: Planificación, dimensionado e instalación de un sistema fotovoltaico autónomo, 2012)"*Un sistema fotovoltaico autónomo o aislado (SFA) convierte la energía proveniente del sol en energía eléctrica, almacenándola en una batería para su uso posterior*" estos sistemas son comunes en lugares remotos o aislados donde no se tiene acceso a otras fuentes de electricidad, por otra parte tenemos los sistemas fotovoltaicos de conexión a red o interconectados "*Un Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red (SFCR) es un sistema cuya función es producir energía eléctrica en condiciones adecuadas para poder ser inyectada en la red convencional.*" (Lamigueiro, 2013), estos sistemas son comunes en instalaciones donde el usuario busca un ahorro en su facturación y dispone de la posibilidad de aportar parte de la energía producida al proveedor de electricidad de su lugar de residencia.

Radiación Solar

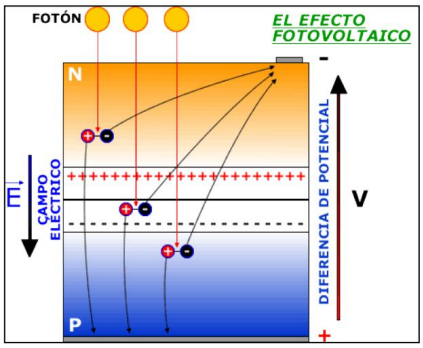
El Sol produce energía a través de reacciones nucleares de fusión que ocurren en su núcleo. Esta energía, conocida como radiación solar, se transmite como radiación electromagnética y llega a la atmósfera terrestre en forma de un espectro electromagnético. Este espectro incluye radiaciones con longitudes de onda que varían aproximadamente entre 0,15 μm y 4 μm. (Agustín Castejón Oliva & Germán Santamaría Herranz)

Efecto fotovoltaico

En todo sistema fotovoltaico el elemento encargado de trasformar la radiación solar en electricidad es el panel solar, estos normalmente son construidos tomando como base principal el silicio que por sus características físicas lo convierten en un excelente semiconductor, aunque el campo de la ciencia se encuentra en constante investigación de nuevos materiales con el fin de aumentar la eficiencia de conversión energética ejemplo de ello es la perovskita un mineral bastante común y que ofrece alta eficiencia en la absorción de la luz solar.

La luz solar está formada por fotones los cuales al impactar en el panel y si tienen la suficiente energía causan una diferencia de potencial en el material semiconductor produciéndose así el efecto fotovoltaico, "*la aparición de una fuerza electromotriz cuando se ilumina un material se conoce como efecto fotovoltaico y se produce en muchos sólidos, especialmente en las uniones PN de semiconductores*" (Polledo, 2015), para dar una definición más formal podríamos decir que el efecto fotovoltaico es la capacidad de algunos materiales de convertir la energía de la luz en una corriente continua.

Figura 2
Efecto fotovoltaico



Nota. Tomado de (Willam Bladimir Cevallos Cevallos, 2019)

¿Como se Hace el cálculo de un sistema fotovoltaico?

Para realizar una puesta en práctica de energía solar se deben tener en cuenta varios puntos para cada uno de sus componentes los cuales se desglosan a continuación además de tener en cuenta la categoría de sistema que se busca aplicar, el presente proyecto se centra en el dimensionado de sistemas fotovoltaicos de carácter aislado o SFVA.

Primero conocer los consumos: En cuanto a los consumos se tienen dos alternativas, la primera es tomar cada uno de los equipos eléctricos en el hogar o sistema eléctrico a alimentar y mediante su ficha técnica conocer la potencia de funcionamiento que generalmente viene dada en Watts(W), paso seguido se requiere conocer las horas de uso diario para cada uno de esos dispositivos y finalmente sumarlos para obtener el consumo diario a alimentar, este es la forma más viable para la aplicación de sistemas de energía solar.

Tabla 2
Ejemplo recogida información de Consumos de uso común en el hogar

DESCRIPCIÓN	Watts de consumo	cantidad	Watts totales	uso hora dia	%	promedio Watts hora dia	promedio Watts hora dia
Nevera	26	1	26	24	20%	624	748.8
Televisor	100	2	200	8	20%	1600	1920
Licuadora	700	1	700	0.15	20%	105	126
Horno Microondas	850	1	850	1	20%	850	1020
Horno Electrico	1500	1	1500	1	20%	1500	1800
Computador Portatil	70	2	140	8	20%	1120	1344
Computador de Escrito	120	1	120	8	20%	960	1152
Impresora	65	1	65	2	20%	130	156
Modem	20	1	20	24	20%	480	576
Switch	12	1	12	24	20%	288	345.6
Carga celular	5	3	15	4	20%	60	72
Luces Led	6	6	36	6	20%	216	259.2
Secador de Pelo	500	1	500	0.15	20%	75	90
Plancha Cabello	400	1	400	0.15	20%	60	72

Es importante tomar en cuenta que para los equipos con tiempos de uso inferiores a una hora los valores se indican en fracciones decimales de hora (Formula: minutos/60) así por ejemplo si tenemos un equipo que funciona solamente durante 9 minutos se expresaría como 0.15, si fuese por ejemplo 4 Horas y 20 minutos se debería usar la siguiente formula:

$$tiempo = (60 * HorasEnteras + minutos)/60$$

Como tenemos 4 horas y 20 minutos tenemos que:

$$tiempo = (60 * 4 + 20)/60$$

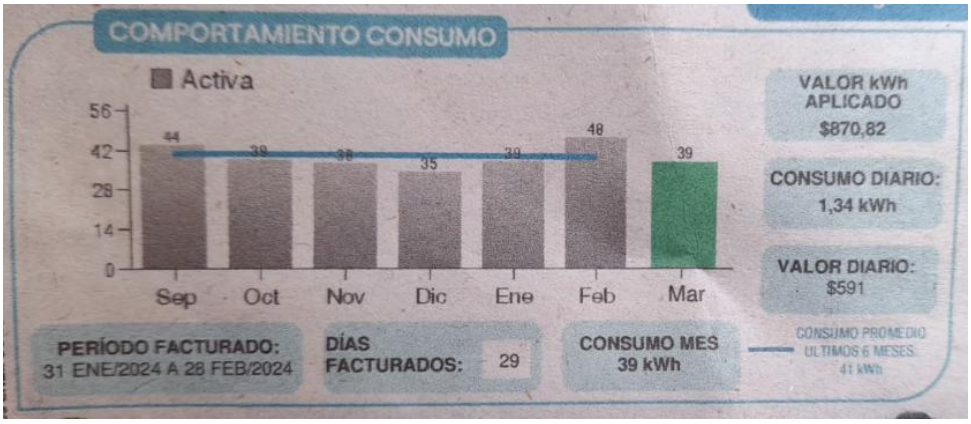
$$tiempo = (260)/60$$

$$tiempo = 4.33$$

Otra alternativa es mediante las facturas de energía las cuales proveen el consumo histórico mediante una tabla en la cual se relacionan los últimos 6 meses de consumo y estos se promedian

dándonos un consumo mensual y diario aproximado con el cual se puede realizar el cálculo del sistema.

Figura 3
Ejemplo grafica de consumo mensual (Enel).



En este caso se toman los valores de la factura y se realiza el promedio:

Tabla 3
Ejemplo de Consumos mensuales

Mes	Valor en KWh
Septiembre	44
Octubre	39
Noviembre	38
Diciembre	35
Enero	39
Febrero	48
Marzo	39

Total	282
Promedio	40.28571429
Promedio Diario KWhDia	1.299539171[i]

Determinar la Tensión de Funcionamiento del sistema

Para determinar este parámetro es necesario tomar a consideración factores como por ejemplo la necesidad o no de acumulación en baterías, y necesidad de emplear o no sistemas de inversores los valores más comunes son 12V, 24V Y 48V, es común fijar este valor en función de la potencia,

Tabla 4

Tensión del Sistema en Función de la Potencia

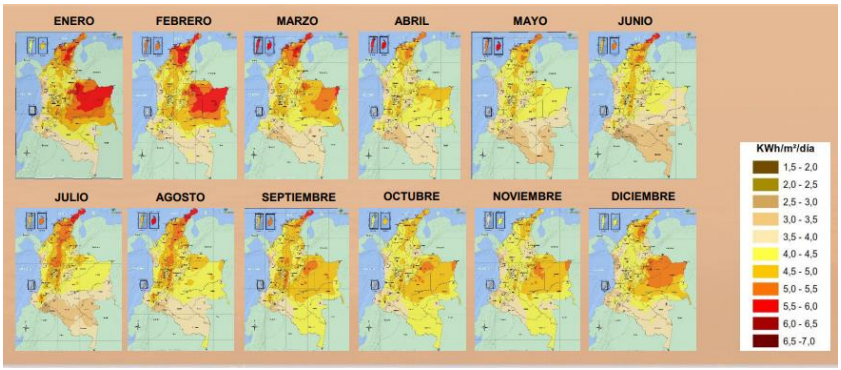
Potencia Consumos	Tensión Sugería Del Sistema
$P \leq 800$ W	12 V
$800 < P \leq 1.600$ W	24 V
$1.600 < P \leq 3.200$ W	48 V
$P > 3.200$ W	120 o 300 V

Nota: Tabla tomada de: Instalaciones solares y fotovoltaicas pagina 132 (Agustin Castejon, german Santamaria)

1. Determinar Horas Solares Pico

La radiación solar puede variar de un lugar a otro viéndose afectada por diferentes condiciones propias de cada ubicación como lo pueden ser nubosidad, presencia de montañas, entre otras Como se indicó anteriormente las Horas solares pico (HSP) determinara las horas efectivas de sol presentes para la instalación que se desee realizar, podemos obtener este parámetro a través de datos históricos climatológicos de diversas entidades como por ejemplo la NASA, el IDEAM en Colombia, Figura 4, entre otros, para el estudio se utilizara la API de PVGIS y se calculara el valor promedio de cada uno de los meses del año, conocidos los valores medios de cada mes es necesario tomar el valor del mes menos favorable con el fin de garantizar que la instalación funcionara aun en los meses con menos incidencia de radiación de esta manera se tomaría este mes como el periodo de cálculo o diseño.

Figura 4
Mapa de radiación en Colombia.



Nota: Tomado de http://www.ideam.gov.co/documents/24277/72007220/PDF_ATLAS/83b33ddd-09ef-4fa6-9419-cdf8b26db260, Atlas de Radiación.

2. Cálculo del Generador Fotovoltaico O paneles Solares: Conocidos los consumos y mediante la ficha técnica de paneles solares se determina cuantos son necesarios para que durante el día recojan la energía necesaria a consumir.

Paneles Solares

Una vez se conocen los consumos se procede a realizar los cálculos de los paneles solares, para ello se requiere como parámetro principal determinar la radiación solar presente en el lugar, este parámetro se conoce mediante datos históricos proveídos mediante el IDEAM, NASA y diferentes bases de datos meteorológicas como por ejemplo PVGIS usada en el presente proyecto quienes tienen datos exactos de la radiación para cualquier lugar en la superficie terrestre, con

este parámetro y ficha técnica de paneles solares se determina cuantos paneles son necesarios para que durante el día recojan la energía necesaria a consumir.

Principales Características de un panel solar:

El dimensionado del panel solar necesario para alimentar los consumos requiere del conocimiento de diferentes aspectos presentes en la ficha técnica proporcionada por cada fabricante, a continuación, se mencionan las principales.

VOC : (Open Circuit Voltage /Voltaje de Circuito Abierto) hace referencia al voltaje medido en voltios el cual es proporcionado por un panel solar estando este desconectado de cualquier circuito.

ISC:(Short Circuit Current / Intensidad de corto circuito) este parámetro indica la máxima corriente que puede llegar a producir un panel solar cuando este esta en corto circuito, siendo esta la máxima intensidad que podría llegar a producir un panel solar.

VMP:(Maximun Power Voltage/Voltaje de máxima Potencia) Representa el máximo voltaje generado por un módulo fotovoltaico cuando este se encuentre generando su máximo

rendimiento, también sirve para clasificar el tipo de modulo fotovoltaico según su tensión es común que los paneles tengan una tensión nominal similar a como podemos verlo en la Figura 5.

Tabla 5
Tensiones comunes de paneles solares.

VMP	Tensión nominal del Modulo
15V ~19V	12V
36V ~39V	24
~48V	48

Nota: Tabla tomada de (Hugo Rodriguez Zapata, 2021)

IMP: (Maximun Power Current / Intensidad de máxima potencia) indica la máxima intensidad a ser producida por el módulo en amperios cuando se conecte al circuito, es de vital importancia al momento de dimensionar el controlador solar pues una interpretación inadecuada puede llevar a una sobrecarga del regulador y posible pérdida de este.

PMAX:(Maximun Power /Potencia Máxima) representa la máxima potencia medida en Watts (W) a generar, normalmente este parámetro define el modelo del módulo fotovoltaico.

Controladores Solares

El controlador es la unidad fundamental de todo sistema solar ya que este se encarga de integrar los demás componentes gestionando los parámetros de carga y descarga de las baterías, regulando así la circulacion de energía desde los paneles hacia el banco de baterías, este se determina mediante la cantidad de paneles a conectar y los tipos de sistema a implementar.

Tipos de Controladores solares principales

Controladores MPPT

Por sus siglas en ingles Maximun Power Poin Tracking Incluye un cargador de punto de máxima potencia con lo cual pueden optimizar el aprovechamiento de los paneles solares, son más eficientes para instalaciones fotovoltaicas, una de las principales ventajas con respecto a los controladores PWM es el permitir que la tensión de los módulos solares puede ser diferente a las baterías.

Controladores PWM

Los controladores solares PWM o modulación por ancho de pulsos, poseen una lógica de funcionamiento sencilla actuando como interruptores entre los módulos fotovoltaicos y las baterías para un correcto desempeño es necesario que los paneles solares trabajen a la misma

tensión de las baterías, debido a esto se pueden presentar perdidas, radicando su ventaja principal en pequeños tamaños y bajos costos lo que los hace ideales para instalaciones de bajos consumos o pequeños proyectos.

Dimensionado del controlador solar

Al evaluar el dimensionamiento del controlador solar, es fundamental considerar los siguientes aspectos:

Tensión Nominal: Hace referencia a la tensión des el arreglo fotovoltaico para la cual está diseñado el regulador, esta normalmente se encuentra entre los valores de 12V, 24V Y 48V siendo estas las tensiones más comunes en módulos fotovoltaicos comerciales.

Intensidad nominal: La intensidad nominal se refiere directamente a la corriente producida por los módulos fotovoltaicos y que será recibida por el regulador, se toma en cuenta la intensidad en corto circuito o ISC de los paneles solares siendo recomendable aplicar un 1,25 como factor de seguridad esto con la finalidad de prever días en las cuales se puedan presentar condiciones climáticas adversas en los cuales los valores de radiación puedan sobrepasar los 1000W/M^2

Como determinar el regulador solar se emplea la formula descrita a continuación:

$$IR = 1.25 * \text{IGsc}$$

Donde:

1.25: Corresponde a una constante aplicada como factor de seguridad.

$I_{Gsc:}$ Corresponde a la intensidad en corto circuito del módulo fotovoltaico

Para determinar La tensión máxima de entrada al regulador se emplea la siguiente expresión:

$$TensióEntrada = \mathrm{VOC} + \beta * (\mathrm{T} - 25)$$

Donde:

Voc: Corresponde a la tensión en circuito abierto del modulo

β: coeficiente tension temperatura del modulo fotovoltaico

T: Temperatura, normalmente se toma en -10

Inversores

Todo sistema de energía solar funciona con corrientes de tipo DC hasta el momento que pasan por el inversor quien es el encargado de trasformar esta energía a los voltajes comerciales más conocidos como lo es 110V O 220V en AC se calcula tomando en cuenta la potencia a conectar.

Principales tipos de inversores solares

Existen diferentes tipos de inversores para energía solar dependiendo el ámbito de aplicación podemos encontrar inversores de red los cuales tienen la capacidad de sincronizar el voltaje de salida con el voltaje de la red eléctrica existente aportando así energía directamente a la red eléctrica donde será aprovechada inmediatamente, normalmente este tipo de dispositivos no usan bancos de baterías.

Por otra parte, los inversores Híbridos Poseen función de inversor y regulador por tanto los dos equipos están incorporados en única unidad, en esta categoría también ingresan los denominados inversores cargadores los cuales son dispositivos que permiten el uso de fuentes externas de energía como por ejemplo la red eléctrica convencional, generadores Diesel, entre otros para complementar la carga de las baterías en caso de que la potencia solar no sea suficiente.

Y por ultimo se encuentran los inversores aislados, son dispositivos comunes en proyectos totalmente autónomos donde no se tiene red eléctrica u otras fuentes de energía.

Baterías

Las baterías son un componente fundamental principalmente de sistemas fotovoltaicos aislados, se encargan de almacenar la energía recopilada por los paneles durante las horas diurnas para ser utilizadas principalmente en la noche o cuando los paneles no pueden suplir los consumos por si solos, se determinan teniendo en cuenta las cargas a conectar como también el tiempo de autonomía energética que se requiere para el sistema en cuestión.

Calcular sistema de baterías

Las fórmulas necesarias para determinar el banco de baterías se describen a continuación:

Definir el consumo promedio diario en Amperios, para ello se emplea la siguiente formula:

$$Qd = \frac{\mathrm{Wd}}{\mathrm{Un}}$$

Donde

Qd: Consumo medio diario en Amperios.

Wd: Consumo de energía diario en Watts.

Un: Tensión Nominal del sistema de Acumulación.

Determinar la capacidad nominal para el banco de baterías.

$$Cn = \frac{\text{Qd} * \text{A}}{\text{PDMax} * \text{inv} * \text{nrb}}$$

Donde:

Cn: Capacidad nominal de la batería.

Qd: Consumo medio diario en amperios.

A: Días de autonomía.

PDmax: Profundidad de descarga máxima.

Ninv:: Rendimiento o eficiencia del Inversor.

Nrb: Rendimiento de baterías y controlador.

Finalmente se determinan el número de módulos en serie

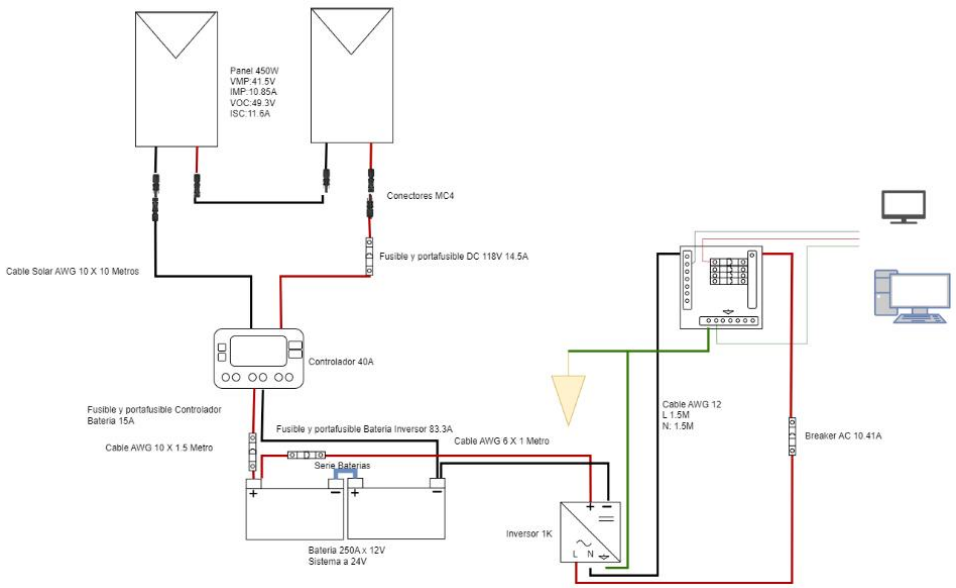
$$Nbs = \frac{\text{Un}}{\text{Voltaje Bateria}}$$

Donde:

U_n: Tensión nominal del sistema

Voltaje Batería: Corresponde a la tensión nominal del modelo de batería elegido.

Figura 5
Diseño de un sistema fotovoltaico aislado.



Nota: Sistema Fotovoltaico aislado, elaborado mediante Draw.io

1.1 Estado Del Arte

El estado del arte se ha elaborado mediante una exhaustiva revisión de proyectos e investigaciones científicas relevantes que abordan problemáticas similares a la planteada en esta investigación. Además, se ha investigado como las empresas manejan actualmente los cálculos fotovoltaicos por medio de herramientas en sus páginas web, así como algunos de los principales softwares empleados en la industria fotovoltaica, por tanto, el objetivo principal se ha enfocado en identificar trabajos previos, así como herramientas disponibles que puedan servir de orientación y fundamentación para el desarrollo de este estudio. A continuación, se detallan los hallazgos obtenidos en esta búsqueda.

Titulo Investigación	An interactive tool for visualization and prediction of solar radiation and photovoltaic generation in Colombia
Año	2023
Lugar	Universidad de los Andes
Autores	Gabriel Narvaez a,b, Luis Felipe Giraldo c, Michael Bressan a, Camilo A. Guillena,María A. Pabóna, Nicolás Díaza, Manuel Felipe Porrasa, Brayan Herney Medinad, Fernando Jiménez a, Guillermo Jiménez-Estévez a, Andres Pantoja e,Corinne Alonso b
Palabras clave	Atlas solar, potencial de energía fotovoltaica, cambio climático, Colombia, validación de datos.
Metodología	
Resumen	Este proyecto introduce la creación de un mapa interactivo llamado Atlas Solar de Colombia, cuyo objetivo principal es desarrollar una herramienta que permita visualizar datos meteorológicos y evaluar tanto el potencial actual como futuro de la generación fotovoltaica en el territorio colombiano.
Resultados	Como resultado se obtiene la implementación de un Atlas solar interactivo mediante la implementación de datos meteorológicos de la Base de datos nacional de radiación (NSRDB)
Conclusiones	Se concluye con la implementación de la solución planteada la cual permite no solo el análisis de el potencial de instalaciones solares en Colombia si no también funcionalidades adicionales como lo son la visualización y descarga de datos y como característica única la inclusión de mapas del cambio climático, siendo esta funcionalidad resaltada como única en su tipo el momento en que se realiza la investigación.
Enlace	Full article: An interactive tool for visualization and prediction of

	solar radiation and photovoltaic generation in Colombia (tandfonline.com)

Titulo Investigación	Diseño y modelado del simulador web que permite realizar estudios de factibilidad con los datos necesarios para ejecutar instalaciones de energía solar on grid en Colombia.
Lugar	Universidad Nacional Abierta Y A Distancia UNAD
Año	2020
Autores	Miguel Alfonso León Mendez
Palabras clave	Simulador web, paneles fotovoltaicos, energía solar, estudio de factibilidad, funcionamiento, eficiencia, usabilidad, adaptabilidad, sistema de cotizaciones online, kits de equipos.
Metodología	Como metodología se elige una investigación de tipo aplicada puesto que el propósito es la implementación de un simulador web, en cuanto al enfoque se elige de tipo mixto.
Resumen	Abordando la falta de un simulador web confiable para llevar a cabo análisis de viabilidad en proyectos de energía solar, este estudio se enfoca en detallar el proceso de creación de dicho simulador para su inclusión en la plataforma Colombia Renovable. Además de proporcionar esta herramienta, se agregará un sistema de cotización en línea que permitirá a los usuarios seleccionar los equipos más apropiados según sus necesidades específicas. El análisis y diseño del simulador tiene en cuenta como parámetros para el diseño del sistema fotovoltaico la ubicación, así como los datos del consumo eléctrico facturado.
Resultados	Como resultado final se logra la implementación de la pagina web denominada Colombia Renovable con el siguiente enlace (colombiarenovable.ga, no disponible en línea al momento de la consulta: 15/03/2024).

Conclusiones	Finalmente se concluye con la implementación del prototipo funcional del simulador web accesible a todos los interesados en el territorio colombiano, tomando en cuenta que este se cataloga como una versión inicial enfocada al fomento de herramientas que puedan promover las energías renovables y siendo la información contenida en el mismo de carácter meramente informativo.
Enlace	

Titulo Investigación	**Herramienta para el dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos aislados**
Lugar	Universidad del Quindío, Armenia Quindío
Año	2016
Autores	Andrés Felipe Serna Ruiz,Edward Johan Marín García,Sandra Liliana Alzate
Palabras clave	Acumuladores, celdas solares, eficiencia, inversores, paneles solares, radiación solar, reguladores, rendimiento.
Metodología	
Resumen	Esta investigación se centra en los pasos llevados a cabo para la creación de una herramienta capaz de realizar el dimensionado de sistemas fotovoltaicos de carácter aislado o también conocidos por sus siglas SFVA, la implementación fue realizada mediante interfaz gráfica del software MatLab por su capacidad de implementar los sistemas mencionados además de permitir evaluar los resultados obtenidos.
Resultados	Como resultado se obtiene la implementación de la herramienta mediante GUI MatLab, posteriormente para su validación se realizan comparaciones con software disponible en el mercado, PVSist y CalculationSolar, esto con el fin de corroborar que los resultados

	obtenidos presenten una alta fiabilidad, logrando este objetivo mediante la proposición de un escenario con consumos y características especificas y siendo calculadas en cada uno de los software ya mencionados obteniendo errores mínimos en su funcionamiento.
Conclusiones	Esta investigación concluye resaltando la importancia de variables determinantes para el calculo de sistemas fotovoltaicos como lo son la temperatura y la ubicación propia de cada implementación la cual determina otros factores como lo son la radiación, además resalta la importancia de bases de datos meteorológicos actualizadas y propias de cada región. Otro factor considerado es la implementación de interfaces amigables con el usuario las cuales le permitan desenvolverse con facilidad en el software a todo tipo de interesados en el tema con o sin conocimientos técnicos sobre energía solar.
Enlace	

Titulo Investigación	Software para el diseño de soluciones con sistemas de paneles solares y su beneficio económico de costos
Lugar	Universidad de Cartagena
Año	2020
Autores	Esmerlis Camargo Torres, Marieth Orcasitas Peñaloza, Jesús Céspedes Rangel, Carlos Antonio Salas Solano, David José Garcés Conde
Palabras clave	Energía fotovoltaica, diseño, rendimiento, aplicación, electricidad
Metodología	Investigación de tipo cualitativa y aplicada
Resumen	Este articulo explora la creación de un aplicativo web el para el

	diseño de soluciones con paneles solares, resaltando la importancia de un buen diseño al momento de realizar este tipo de implementaciones, con el fin de conseguir el máximo rendimiento y economización de materiales.
Resultados	El proyecto se dividio en 4 fases principales, siendo estas: Inicial: Esta fase aborda el diseño inicial de un sistema solar con sus componentes, asi como ahonda en la caracterización de los principles software disponibles en el mercado con funcionalidades de diseño de sistemas fotovoltaicos, finalmente esta fase consluye con la definición de requerimientos funcionales del software a implementar. Fase de elaboración: Esta fase se centra principalmente en al construcción de artefactos así como la identificación e entidades y casos de uso. Fase de Construcción: Esta fase se centra en el desarrollo de la aplicación de acuerdo con las características planteadas con anterioridad. Fase de transición: En esta fase se realizan diferentes pruebas de funcionamiento del aplicativo en un entorno real.
Conclusiones	Finalmente las conclusiones se centran en la facilidad de uso ofrecida por el software principalmente para personas con conocimientos nulos en diseño de sistemas fotovoltaicos, otro factor recalcado es el apoyo al consumidor en la toma de decisiones informadas al momento de implementar este tipo de sistemas.
Enlace	

En cuanto a las empresas que se encargan de la venta de sistemas de energía solar

brindan la posibilidad de calcular sistemas fotovoltaicos a través de sus plataformas o apps, estas generalmente consisten en formularios donde los usuarios introducen las potencias y horas de

uso de cada uno de los dispositivos conectados a la red eléctrica o proporcionan manualmente los históricos de consumos suministrados por las empresas proveedoras de electricidad, a continuación, se detallan algunas empresas y la descripción del sistema manejado actualmente.

Tabla 6
Algunas Empresas del sector y como manejan los cálculos fotovoltaicos

Empresa	Sede Principal	Variables de entrada para el calculo	Salida Obtenida	Fuente
Emergente	Envigado	Para calcular es necesario que el cliente provea los siguientes datos: Categoría, Equipo, Potencia (W), Cantidad y Tiempo de uso. También se ofrece la posibilidad de calcular mediante la factura eléctrica n la cual se da la ubicación y demás datos de consumo de manera manual	Una vez introducidos todos los datos solicitados se obtiene el promedio de los consumos y se sugieren kits que pueden suplir estos consumos	https://www.emergente.com.co/calculadora/
Secretaria de Ambiente	Bogotá	Ofrece la posibilidad de conocer de forma general el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico, para ello es necesario proporcionar el consumo promedio mensual, el consumo del último mes, valor de	Se obtiene resultados de cómo se realizó el cálculo, así como posibles ahorros y datos ambientales relacionados con	https://www.ambientebogota.gov.co/herramienta

		ultima factura, tipo de panel y área disponible para instalación	las emisiones de carbono	
Enel	Bogotá	Ofrece la posibilidad de calcular el posible ahorro de las empresas al realizar implementaciones fotovoltaicas, desglosa el proceso en 3 pasos brindando 3 variables, dirección, superficie disponible, consumo actual y perfil de consumo	Ingresados los datos se obtienen posibles ahorros, energía a producir y emisiones de carbono a evitar	https://www.enelx.com/co/es/simulator-es
JRE Ingeniería SAS	Bogotá	Brinda la posibilidad de calcular parámetros básicos de sistemas solares proporcionando información como lo es Consumo de energía, Valor total por pagar, Precio kWh con impuestos	Posible generación, así como detalles de costos de excedentes generados por la instalación fotovoltaica	https://jreingenieria.com/calculadora-solar/
Solartex	Medellín	Busca simplificar el cálculo del consumo eléctrico para ello se requiere suministrar artefacto, cantidad consumo y horas de uso diario.	Se obtiene la potencia diaria necesaria, así como la capacidad del inversor requerido.	https://www.solartex.co/contacto/

En el mercado podemos encontrar diferentes softwares especializados ya sea en el análisis y diseño de sistemas fotovoltaicos como también en la simulación de estos, se mencionan algunos de los principales a continuación detallando sus características principales:

Tabla 7
Software Comercial para Cálculos Fotovoltaicos

Característica	PVsyst	SAM (System Advisor Model)	Helioscope	HOMER Pro
Funciones de Simulación	Simulación del rendimiento del sistema bajo diversas condiciones climáticas y tomando en cuenta la ubicación de la instalación	Centrado principalmente en la simulación del rendimiento y análisis económico de los costos	Simulación de la producción de energía solar.	Modelado y análisis de sistemas de diferentes sistemas de energía, permitiendo simular microrredes hibridas para periodos de hasta inclusive un año

Modelado de Sistemas	Modelado de sistemas fotovoltaicos completos, incluyendo componentes como paneles solares, inversores, y baterías además de permitir el modelado de diferentes tipos de sistemas como por ejemplo aislados, de bombeo, interconectados	Puede modelar diferentes tipos de sistemas no solo fotovoltaicos de pequeña y gran escala si no también otros tipos de sistemas, por ejemplo de energía eólica	Modelado de sistemas fotovoltaicos y térmicos.	Modelado de sistemas de energía híbridos, aislados y otras fuentes renovables como por ejemplo eólica
Análisis de Sombras	Permite el diseño y modelado de sistemas fotovoltaicos tomando en cuenta su ubicación para calcular posicionamiento del sol y por tanto proyección de sombras.	Permite el cálculo de afectaciones por sombreados en los sistemas solares	Análisis del sombreado y evaluación de la eficiencia del sistema.	Permite el análisis del sombreado y su impacto en la operación del sistema.

Base de Datos Meteorológica	Incluye una base de datos meteorológica con datos de irradiación solar, temperatura, y otros parámetros, obtenidos principalmente de Meteonorm, también brinda la posibilidad de incluir data propia del usuario	Incorpora datos meteorológicos para cálculos de rendimiento principalmente de NREL	Utiliza datos meteorológicos para simulaciones.	Utiliza datos meteorológicos para modelado.
Dimensionamiento Automático	Proporciona herramientas para calcular automáticamente el tamaño óptimo del sistema.	Permite el dimensionamiento automático del sistema basado en criterios económicos.	Ofrece herramientas para dimensionamiento automático del sistema.	Facilita el dimensionamiento automático del sistema.
Informes y Resultados	Genera informes detallados con resultados de simulaciones, rendimiento anual, y otros parámetros.	Ofrece informes detallados con resultados de	Proporciona informes con resultados de simulaciones y pérdidas por sombreado.	Genera informes con resultados de simulaciones y análisis económico.

		simulación y análisis económico.		
Interfaz de Usuario	interfaz fácil de usar que simplifica la introducción de datos y la comprensión de los resultados, aunque se enfoca a usuarios con conocimientos en sistemas fotovoltaicos	Interfaz de usuario amigable con opciones de personalización, enfocada a usuarios con conocimientos técnicos	Interfaz de usuario fácil de usar e intuitiva, enfocada principalmente a personal con conocimiento técnico.	Interfaz de usuario amigable con opciones avanzadas, Necesario conocimiento técnico para sacar máximo provecho de sus funcionalidades.

Costos	Ofrece una versión de prueba gratuita por 30 días, después de este periodo se requiere licenciamiento, una versión pro puede tener un costo de CHF 600 o $2´636.122,91COP a la fecha de la consulta(15/03/2024), también ofrece otras alternativas más económicas. (https://www.pvsyst.com/shop-prices/)	herramienta de carácter gratuito	Ofrece versión de prueba gratuita por 30 días, trascurrido este periodo se requiere licenciamiento, Parte de un plan básico por 159 USD	Ofrece una versión de prueba por 21 Días, pasado este periodo ofrece diferentes tipos de licenciamiento que pueden partir desde los 4 USD mensuales para estudiantes, así como alcanzar los 379USD en versiones expert.
Fuente	https://www.pvsyst.com/	https://sam.nrel.gov/	https://helioscope.aurorasolar.com	https://homerenergy.com/index.html

1.2 Marco Legal

1.2.1 Leyes de Software Libre en Colombia:

Ley 1834 de 2017: Esta ley busca promover el uso del software libre en entidades estatales. En el contexto del proyecto de grado, esto podría implicar que el aplicativo web se desarrolle utilizando tecnologías de código abierto y que se comparta el código fuente de manera abierta para fomentar la transparencia y la colaboración (Congreso de Colombia, 2017).

1.2.2 Política de Gobierno Digital

Política de Gobierno Digital: La política de Gobierno Digital respalda la utilización de software libre en el sector público. Por lo tanto, el proyecto podría alinearse con esta política al ofrecer una solución de software libre para el dimensionado de sistemas fotovoltaicos que pueda ser adoptada por entidades gubernamentales (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2018).

1.2.3 Protección del Software desde la Propiedad Intelectual en Colombia

Ley 23 de 1982: Esta ley protege la aplicación como una obra literaria, otorgando al autor derechos exclusivos sobre su creación. En el proyecto de grado, es fundamental respetar los

derechos de autor al desarrollar el aplicativo web y asegurarse de obtener las licencias necesarias para cualquier software de terceros utilizado (Congreso de Colombia, 1982).

Ley 603 de 2000: Esta ley amplía la protección del software en el entorno digital, lo que implica que el aplicativo web y su código fuente deben ser protegidos contra la piratería y la copia no autorizada (Congreso de Colombia, 2000).

Resolución 001050 de 2016: La inscripción en el Registro Nacional de Derechos de Autor brinda una mayor protección legal al software desarrollado en el proyecto, estableciendo una prueba fehaciente de la autoría (Dirección Nacional de Derecho de Autor, 2016).

1.2.4 Leyes sobre Paneles Solares en Colombia

Ley 1715 de 2014: Esta ley fomenta el desarrollo de energías renovables, incluida la solar. En el contexto del proyecto, esto significa que el dimensionado de sistemas fotovoltaicos se ajusta a las políticas de energía renovable del país, lo que podría aumentar su relevancia y aceptación (Congreso de Colombia, 2014).

Resolución 000315 de 2018: La regulación en la instalación de sistemas de energía solar garantiza que el proyecto cumpla con estándares técnicos y de seguridad específicos, asegurando

que los sistemas fotovoltaicos dimensionados a través del aplicativo web cumplan con las normativas vigentes (Ministerio de Minas y Energía, 2018).

Decreto 083 de 2019: Este decreto establece pautas para la implementación de sistemas solares, lo que puede impactar en la concepción y ejecución del aplicativo para garantizar la compatibilidad con las regulaciones existentes (Presidencia de la República, 2019).

1.2.5 Normativas Sectoriales

Norma Técnica Colombiana NTC 5613: Esta norma determina los requisitos técnicos para la implementación de sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica. Por lo tanto, el aplicativo web debe proporcionar dimensionamientos que cumplan con estos estándares técnicos para asegurar la seguridad y eficiencia de los sistemas (ICONTEC, 2014).

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE): El cumplimiento del RETIE es esencial para garantizar la seguridad eléctrica de los sistemas fotovoltaicos dimensionados a través del aplicativo web, lo que implica que el proyecto debe tener en cuenta estas regulaciones durante su desarrollo (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

1.2.6 Normativa de Conexión a la Red Eléctrica

El aplicativo debe considerar las disposiciones regulatorias relacionadas con la conexión de sistemas fotovoltaicos a la red eléctrica para garantizar su legalidad y viabilidad técnica (Comisión de Regulación de Energía y Gas, 2017).

1.2.7 Protección de Datos

Ley 1581 de 2012: Esta ley determina principios para el uso adecuado de datos personales. En el proyecto de grado, es primordial garantizar la privacidad y seguridad de los datos de los usuarios que utilicen el aplicativo web para el dimensionado de sistemas fotovoltaicos, cumpliendo así con las disposiciones de esta ley (Congreso de Colombia, 2012).

1.2.8 Normas de Seguridad y Salud Ocupacional

Resolución 1409 de 2012: Esta resolución establece normas de seguridad y salud ocupacional en el trabajo. Durante la instalación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos, se deben aplicar medidas de seguridad para proteger la integridad física de los trabajadores, lo que podría influir en la forma en que se diseñan y operan los sistemas dimensionados a través del aplicativo web (Ministerio del Trabajo, 2012).

1.2.9 Normativas Ambientales

Ley 99 de 1993: Esta ley establece disposiciones para la protección del medio ambiente. En el contexto del proyecto, se deben considerar las implicaciones ambientales de la instalación y operación de sistemas fotovoltaicos, asegurando el cumplimiento de esta ley para minimizar el impacto ambiental negativo y promover prácticas sostenibles (Congreso de Colombia, 1993).

1. Análisis del proyecto

1.1 Recolección de información

Durante la fase de recolección de información, se llevó a cabo un proceso exhaustivo para recabar datos relevantes que informarían el desarrollo de la aplicación de sistemas fotovoltaicos. Este proceso se dividió en varias etapas:

Revisión de literatura:

Se realizó una revisión sistemática de la literatura científica y técnica relacionada con sistemas fotovoltaicos, regulaciones específicas de Colombia en materia energética, tecnologías disponibles en el mercado local y global, así como las mejores prácticas en la implementación y gestión de proyectos fotovoltaicos. Esta revisión no solo permitió comprender el estado del arte

en el campo, sino también identificar tendencias emergentes, desafíos comunes y soluciones innovadoras aplicables al contexto colombiano.

Encuestas:

Para complementar la información obtenida a través de las entrevistas y la revisión de literatura, se diseñaron encuestas estructuradas dirigidas a una muestra representativa de profesionales y stakeholders del sector fotovoltaico en Colombia. Estas encuestas abordaron temas como experiencias previas con tecnologías fotovoltaicas, conocimientos técnicos, preferencias en cuanto a funcionalidades de software, expectativas de rendimiento y aspectos regulatorios relevantes para el desarrollo del proyecto.

Observaciones y análisis contextual:

Además de las actividades formales de recolección de información, se realizaron observaciones directas en entornos reales donde se implementan y operan sistemas fotovoltaicos. Esto permitió comprender de primera mano los desafíos operativos, las dinámicas del mercado, las interacciones entre los diferentes actores involucrados y las condiciones específicas que pueden influir en el diseño y la funcionalidad de la aplicación.

Análisis de datos recopilados:

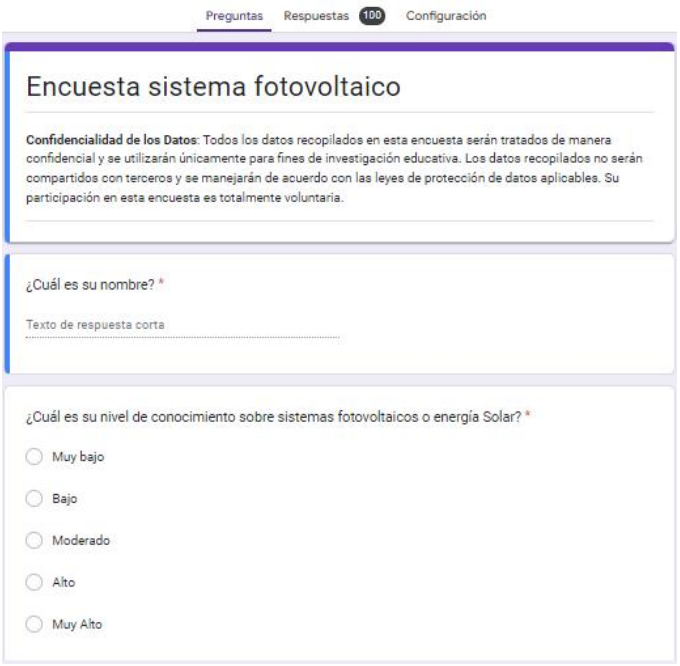
Todos los datos recopilados a través de la revisión de literatura, encuestas y observaciones fueron meticulosamente analizados utilizando técnicas cualitativas y cuantitativas. Se

identificaron patrones comunes, tendencias significativas, áreas de consenso y discrepancias entre las diferentes fuentes de información. Este análisis crítico permitió extraer insights clave que fueron fundamentales para definir los requisitos y especificaciones del proyecto.

1.2 Resultados análisis

Análisis de resultados basados en una población de 100 personas encuestadas.

Figura 6
Encuesta Sistemas Fotovoltaicos



¿Tiene experiencia previa en la instalación o uso de sistemas fotovoltaicos? *

- No
- Sí

Cual considera fue uno de los mayores retos al momento de realizar el diseño de su sistema.

- Consecución de Dispositivos necesarios.
- Cálculos asociados a la implementación.
- Comunicación con instaladores o Empresas.
- Instalación del Sistema.

¿Qué tipo de información considera más relevante al planificar un proyecto fotovoltaico? *

- Análisis de costos y beneficios
- Datos de radiación solar
- Normativas y regulaciones locales
- Dimensionamiento del sistema

¿Qué tipo de usos consideraría si tuviese la posibilidad de implementar proyectos de energía Solar? *

- Residencial
- Comercial
- Industrial
- Otros:

¿Cuál es su principal motivación para considerar la adopción de sistemas fotovoltaicos? *

- Ahorro en costos de energía
- Contribución a la protección del medio ambiente
- Independencia energética
- Cumplimiento de regulaciones o políticas ambientales
- Otros:

¿Cuál sería su principal preocupación al considerar la adopción de sistemas fotovoltaicos? *

- Costo inicial de instalación
- Mantenimiento y reparaciones
- Durabilidad y vida útil de los paneles solares
- Impacto estético en la propiedad
- Otros:
- Conocimiento del Tema

Si tuviese la posibilidad de en una página web calcular que necesita para cubrir los consumos energéticos de su hogar o empresa con energía solar, haría uso de ella. *

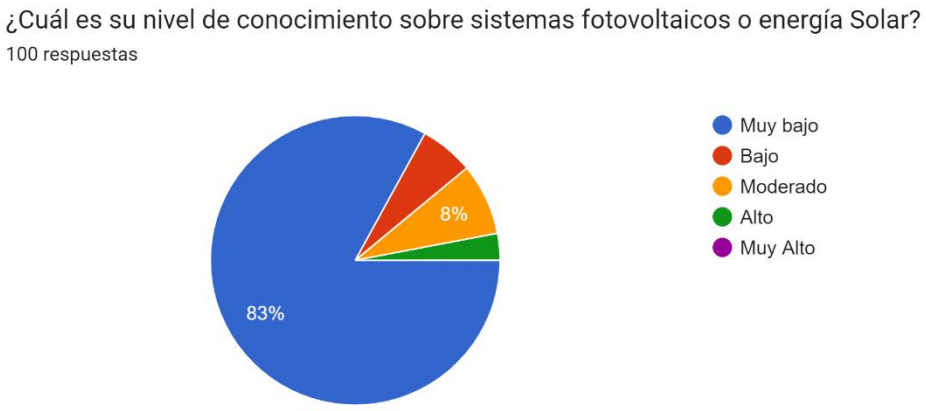
- Si
- No

¿Qué funcionalidades consideraría imprescindibles en una aplicacion de planificación de sistemas fotovoltaicos?

- Simulación de dimensionamiento
- Análisis de viabilidad económica
- Acceso a bases de datos actualizadas
- Herramientas de gestión de proyectos

¿Prefiere una apicacion online o uno que se instale en su computadora?

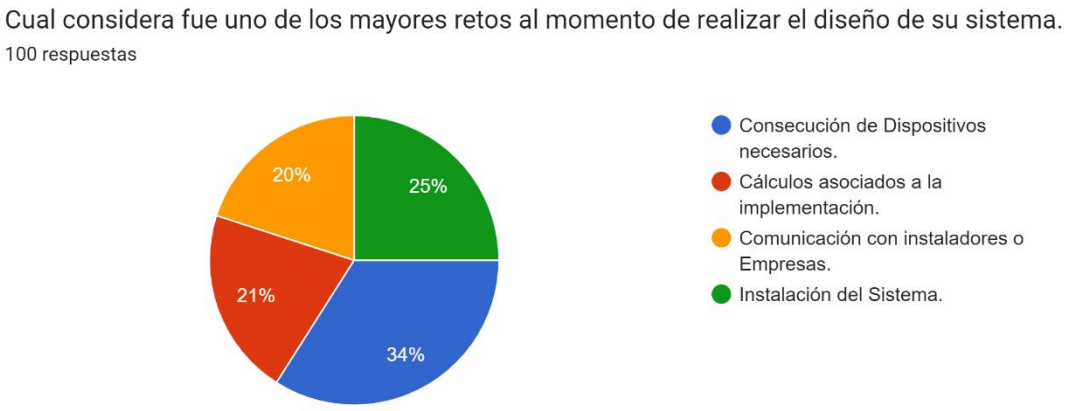
- Instalado en la computadora
- online
- No tengo preferencia



La mayoría de la población encuestada tiene un nivel muy bajo de conocimiento sobre sistemas fotovoltaicos (83%), lo que resalta la importancia de proporcionar información clara y accesible en la aplicación.



La mayoría (89%) no tiene experiencia previa en la instalación o uso de sistemas fotovoltaicos, lo que sugiere la necesidad de una interfaz intuitiva y herramientas de apoyo para usuarios novatos.



El resultado muestra una distribución significativa en cuanto a los desafíos enfrentados durante el diseño de sistemas fotovoltaicos, según la percepción de los encuestados. La "Consecución de Dispositivos necesarios" fue identificada por el 34% de los participantes como uno de los mayores retos. Esto indica que asegurar el acceso oportuno y adecuado a los componentes necesarios para la implementación de sistemas fotovoltaicos puede ser una tarea complicada y crucial para el éxito del proyecto.

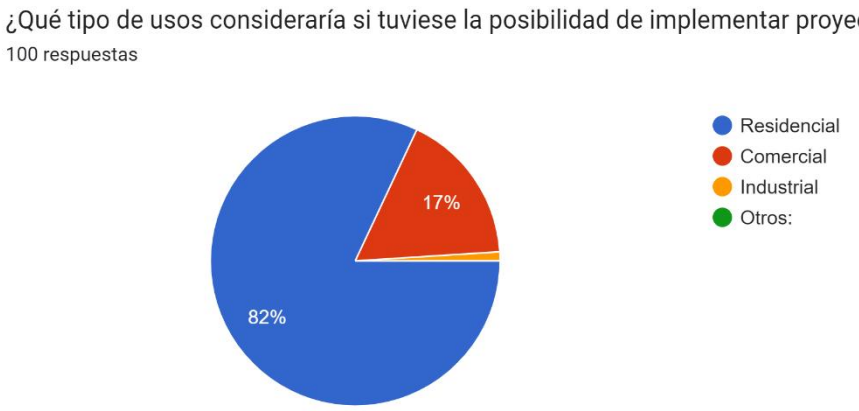
Por otro lado, el 25% de los encuestados señaló la "Instalación del Sistema" como un desafío significativo. Esto sugiere que la fase de instalación puede presentar dificultades considerables, ya sea debido a la complejidad técnica de la instalación misma o a otros factores relacionados con la logística y la ejecución del proyecto.

Además, el 21% de los participantes identificó los "Cálculos asociados a la implementación" como un desafío. Esto implica que aspectos como el dimensionamiento adecuado del sistema, la estimación de la producción de energía y la planificación de la disposición de los componentes pueden ser áreas de preocupación y dificultad para aquellos involucrados en el diseño de sistemas fotovoltaicos.

Por último, el 20% de los encuestados mencionó la "Comunicación con instaladores o Empresas" como un desafío importante. Esto resalta la importancia de una comunicación efectiva y fluida entre los diferentes actores involucrados en el proceso, incluyendo instaladores, empresas proveedoras y clientes, para garantizar una ejecución exitosa del proyecto.



La mayoría considera el análisis de costos y beneficios como la información más relevante al planificar un proyecto fotovoltaico (75%), indicando la importancia de incluir herramientas de análisis económico en la aplicación.



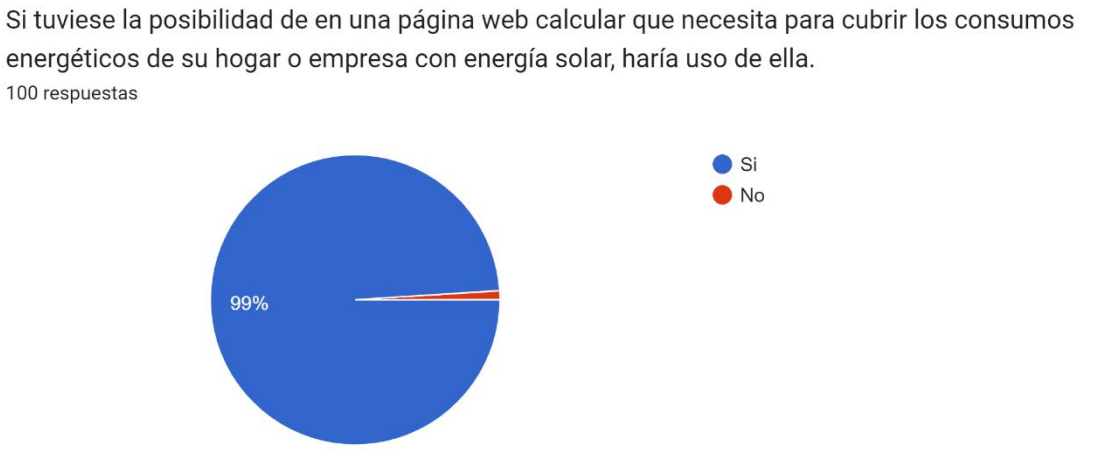
El resultado revela una clara preferencia hacia el uso residencial de la energía solar, con un abrumador 82% de los encuestados considerando este tipo de implementación. Este hallazgo refleja una tendencia creciente hacia la adopción de sistemas fotovoltaicos en hogares, posiblemente motivada por la búsqueda de ahorros en costos de energía, la contribución a la protección del medio ambiente y la independencia energética.

Por otro lado, aunque en menor medida, un 17% de los participantes considera el uso comercial de la energía solar. Esto sugiere que también existe interés en la implementación de proyectos fotovoltaicos en negocios y establecimientos comerciales, posiblemente impulsado por beneficios económicos y la imagen de responsabilidad ambiental que conlleva el uso de energía renovable.

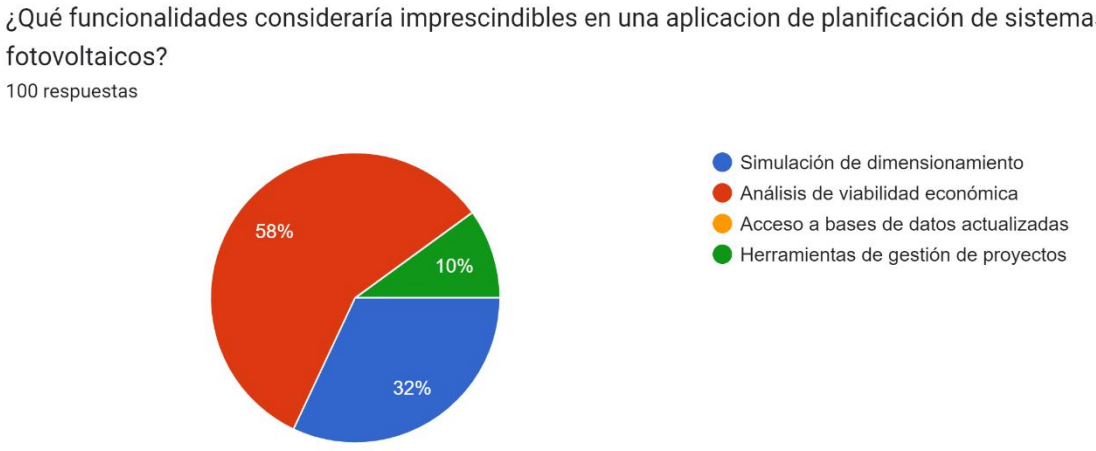
Por último, solo el 1% de los encuestados considera el uso industrial de la energía solar. Si bien este porcentaje es bajo en comparación con los otros usos, aún indica que hay un pequeño interés en la aplicación de sistemas fotovoltaicos en entornos industriales, donde pueden existir oportunidades para reducir costos operativos y mitigar el impacto ambiental.



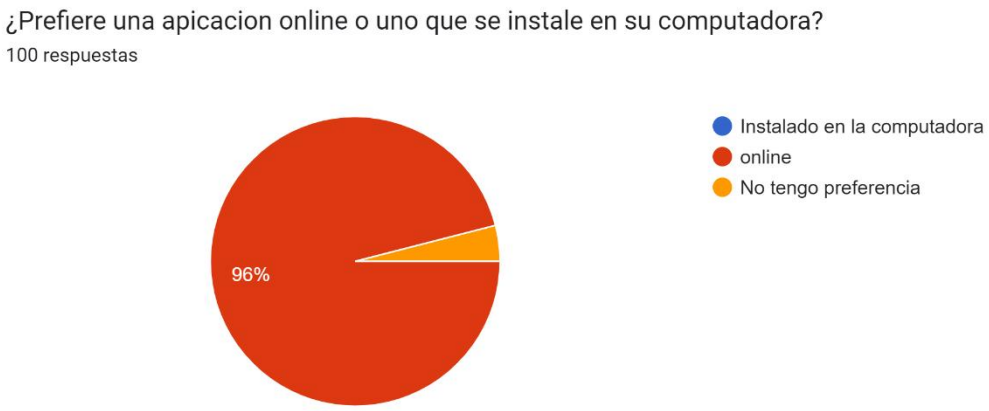
El análisis indica que el ahorro en costos de energía es la principal motivación para adoptar sistemas fotovoltaicos, seguido de la búsqueda de independencia energética. Aunque existe interés ambiental, este aspecto no es tan predominante, y las regulaciones apenas influyen en la decisión.



El análisis muestra que casi todos los encuestados, un 99%, estarían dispuestos a utilizar una página web para calcular los requerimientos energéticos de sus hogares o empresas con energía solar. Esto refleja una alta demanda y aceptación de herramientas en línea para la planificación de proyectos fotovoltaicos.



La simulación de dimensionamiento (32%) y el análisis de viabilidad económica (58%) son funcionalidades consideradas imprescindibles, lo que debe reflejarse en la aplicación.



La aplicación debe ser online (96% de preferencia), lo que implica garantizar una alta disponibilidad y rendimiento.

Los resultados del análisis proporcionaron una visión detallada y enriquecedora de diversos aspectos relacionados con la implementación y el uso de sistemas fotovoltaicos en Colombia. Estos resultados fueron el producto de un análisis exhaustivo de la información recopilada a través de la revisión de literatura, encuestas, observaciones y análisis contextual. A continuación, se detallan algunos de los principales hallazgos derivados del análisis:

1.2.1 Tendencias y desafíos del sector fotovoltaico

Se identificaron tendencias emergentes en el mercado fotovoltaico colombiano, como el crecimiento constante de la adopción de energía solar tanto a nivel residencial como comercial, impulsado por aspectos como la reducción de costos de tecnologías fotovoltaicas y los incentivos gubernamentales. Asimismo, se destacaron desafíos significativos en el sector, como la falta de estándares uniformes en la instalación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos, la necesidad de capacitación técnica especializada y el manejo efectivo de la información y los datos relacionados con el rendimiento de los sistemas.

1.2.2 Necesidades y preferencias de los usuarios

A través de las entrevistas y encuestas, se obtuvo una comprensión profunda de las necesidades y preferencias de los diversos actores del sector fotovoltaico en Colombia. Se identificaron requerimientos específicos relacionados con la gestión de datos, el monitoreo en tiempo real del rendimiento de los sistemas, la generación de informes personalizados y la integración con otros sistemas de gestión energética. Además, se destacaron aspectos clave en términos de usabilidad, como la importancia de una interfaz intuitiva y fácil de usar, especialmente para usuarios con niveles variables de experiencia técnica.

1.2.3 Requisitos regulatorios y de seguridad

Se analizaron en detalle los requisitos regulatorios y de seguridad aplicables a la implementación y operación de sistemas fotovoltaicos en Colombia. Se identificaron normativas relevantes relacionadas con la calidad de los equipos, los estándares de instalación, la protección de datos personales y la seguridad eléctrica. Estos requisitos fueron considerados críticos en el diseño y desarrollo de la aplicación, asegurando el cumplimiento de las regulaciones vigentes y la protección de la información sensible de los usuarios.

1.2.4 Perspectivas de mejora y oportunidades de innovación

El análisis también reveló áreas específicas donde existían oportunidades de mejora y posibilidades de innovación en el desarrollo de la aplicación de sistemas fotovoltaicos. Esto incluyó la identificación de funcionalidades adicionales que podrían agregar valor a los usuarios, como herramientas de análisis predictivo, sistemas de alerta temprana y funcionalidades de optimización del rendimiento energético. Además, se resaltó la importancia de la flexibilidad y escalabilidad del sistema para adaptarse a las necesidades cambiantes del mercado y los avances tecnológicos futuros.

3. REQUERIMIENTOS:

Los requerimientos del proyecto se desglosan en dos categorías principales: requerimientos funcionales y requerimientos no funcionales. Estos fueron definidos en base a los resultados del análisis realizado durante la fase de recolección de información, que proporcionó una comprensión profunda de las necesidades, desafíos y expectativas de los usuarios, así como de los requisitos regulatorios y de seguridad pertinentes.

1.2.5 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

En el ámbito del desarrollo de sistemas de información, los Requerimientos Funcionales constituyen un aspecto crucial para definir el comportamiento del sistema y las funcionalidades que debe proporcionar. Según (Montes de Oca Hernández & Brito Díaz, 2012) , los requerimientos funcionales son declaraciones que describen los servicios o funciones que el sistema ofrecerá, así como la manera en que reaccionará ante entradas específicas. Estos requisitos varían según el tipo de software y el sistema que se esté desarrollando, así como los posibles usuarios de este.

A continuación, se detallan algunos de los requerimientos funcionales principales del sistema de forma minuciosa, incluyendo sus entradas, salidas.

Gestión de Dispositivos: El sistema deberá permitir la gestión de los diferentes dispositivos necesarios para realizar los cálculos fotovoltaicos.

Tabla 8
Requerimiento Funcional REQF_1

NOMBRE REQUERIMIENTO	CRUD de Paneles Solares	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR	REQF_1
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá permitir la visualización, creación, actualización y eliminación de distintos modelos de paneles solares que serán utilizados en los cálculos.			
ENTRADAS	Usuarios autenticados con rol empresa podrán ingresar al sistema y administrar las características de los paneles solares. Para la creación se requiere poder agregar las características técnicas necesarias para los cálculos como lo son: Potencia:W Peso:K (Noct): Coeficiente de corriente temperatura(tc_of_isc): Coeficiente de voltaje temperatura (tc_of_voc): Coeficiente de potencia temperatura (tc_of_pmax): modelo			

	Voltaje a máxima potencia (VMPP):V Intensidad a máxima potencia (IMPP): A Voltaje en circuito abierto (VOC): V Intensidad en cortocircuito (ISC):A Eficiencia: % Tensión trabajo: V Otros valores: Portada Descripción
SALIDAS	CRUD de Paneles Solares

Tabla 9
Requerimiento Funcional REQF_2

NOMBRE REQUERIMIENTO	CRUD de Controladores Solares	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR	REQF_2
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá permitir la visualización, creación, actualización y eliminación de diferentes modelos de controladores solares que serán utilizados en los cálculos.			
ENTRADAS	Usuarios autenticados como empresas podrán ingresar al sistema y administrar los diferentes modelos de controladores solares. Para la creación se requiere poder agregar características como lo son: portada Descripción Características propias de los Controladores solares necesarias para los cálculos: Tipo de Tecnología (MPPT/PWM)			

	Amperaje: A Tensiones de funcionamiento permitidas: V Máximo voltaje de entrada solar: V Máxima Potencia de entrada Solar: W Tipos de baterías Permitidos:
SALIDAS	CRUD de Controladores Solares

Tabla 10
Requerimiento Funcional REQF_3

NOMBRE REQUERIMIENTO	CRUD de Inversores	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR	REQF_3
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá permitir la visualización, creación, actualización y eliminación de diferentes modelos de inversores solares que serán utilizados en los cálculos.			
ENTRADAS	Usuarios autenticados como empresas podrán ingresar al sistema y administrar los diferentes modelos de Inversores. Para la creación se requiere poder agregar características como lo son: portada Descripción Características propias de los Inversores necesarias para los cálculos: Tipo de inversor: Tipo de Onda: Potencia de salida: W			

	Voltaje de Entrada DC: V Voltaje de Salida AC: V
SALIDAS	CRUD de Inversores

Tabla 11
Requerimiento Funcional REQF_4

NOMBRE REQUERIMIENTO	CRUD de Baterías	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR	REQF_4
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá permitir la visualización, creación, actualización y eliminación de diferentes modelos de baterías que serán utilizados en los cálculos.			
ENTRADAS	Usuarios autenticados como empresas podrán ingresar al sistema y administrar los diferentes modelos de Baterías. Para la creación se requiere poder agregar características como lo son: portada Descripción Características propias de las baterías necesarias para los cálculos: Tipo de batería: Voltaje: V Amperaje: A			
SALIDAS	CRUD de Inversores			

Realizar Cálculos: Se requiere que el sistema permita la realización de cálculos de los sistemas de energía solar, para ello se hacen necesarios los siguientes requerimientos:

Tabla 12

Requerimiento Funcional REQF_5

NOMBRE REQUERIMIENTO	opciones de Cálculos	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR	REQF_5
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá permitir diferentes alternativas de cálculos, Por facturas, mediante potencias y mediante valores predefinidos.			
ENTRADAS	Usuarios autenticados tendrán la posibilidad de seleccionar el tipo de calculo que deseen realizar.			
SALIDAS	El sistema desplegara los formularios dependiendo del tipo de calculo seleccionado.			

Tabla 13

*Requerimiento Funcional REQF_*

NOMBRE REQUERIMIENTO	Cálculos mediante facturas	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá permitir realizar cálculos mediante el promedio de consumo suministrado en las facturas de electricidad de los diferentes proveedores de energía		
ENTRADAS	Los usuarios deberán ingresar los últimos 6 promedios indicados en las facturas de electricidad.		
SALIDAS	El sistema registrara los datos y realizara el cálculo de los dispositivos necesarios tomando como referencia los valores suministrados.		

Tabla 14

Requerimiento Funcional REQF_6

NOMBRE REQUERIMIENTO	Cálculos mediante potencias predefinidas	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR	REQF_6
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá permitir realizar cálculos mediante la agregación de electrodomésticos con potencias y tiempos de uso ya predefinidos los cuales deben ser organizados categóricamente de acuerdo a su tipo.			
ENTRADAS	Los usuarios deberán elegir los electrodomésticos que deseen añadir al sistema fotovoltaico, así como tener la posibilidad de modificar los tiempos de uso.			
SALIDAS	El sistema registrara los datos de cada equipo agregado, distribuyendo los consumos mediante un perfil de consumo diario además calculara los siguientes parámetros: Consumo eléctrico diario(W) Emisiones de carbono (Toneladas/Año) Potencia Simultanea(W)			

Tabla 15

Requerimiento Funcional REQF_7

NOMBRE REQUERIMIENTO	Identificar latitud y longitud.	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR	REQF_7

DESCRIPCIÓN	El sistema deberá permitir indicar la ubicación donde se realizaría la posible instalación con el fin de determinar las horas de radiación presentes en el lugar.
ENTRADAS	El usuario deberá posicionar un indicador sobre un mapa en el punto donde desea implementar la instalación.
SALIDAS	El sistema registrara los datos de ubicación obtenido la latitud y longitud, y determinara la radiación presente en dicha Ubicación.

Tabla 16

Requerimiento Funcional REQF_8

NOMBRE REQUERIMIENTO	Filtrar dispositivos	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR	REQF_8
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá permitir realizar filtro de los dispositivos de acuerdo a las necesidades del usuario.			
ENTRADAS	El usuario deberá elegir entre tres posibles opciones: equipos de proveedores cercanos al punto de instalación. Equipos Propios Equipos de Proveedores favoritos.			
SALIDAS	Filtro de dispositivos de acuerdo con el filtro seleccionado.			

Tabla 17

Requerimiento Funcional REQF_9

NOMBRE REQUERIMIENTO	Agregar electrodomésticos al calculo	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR	REQF_9
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá permitir agregar electrodomésticos para tenerlos en			

	cuenta en los cálculos.
ENTRADAS	Los usuarios deberán poder agregar las características de los diferentes dispositivos para realizar los cálculos, el sistema deberá permitir registrar las siguientes datos: Nombre. Potencia. Cantidad. Horas de uso diario.
SALIDAS	El sistema actualizara automáticamente la potencia simultanea y la potencia diaria mostrándola en pantalla.

Tabla 18

Requerimiento Funcional REQF_10

NOMBRE REQUERIMIENTO	Modificar Electrodomésticos agregados al calculo	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR	REQF_10
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá permitir modificar (Editar / eliminar) electrodomésticos que hayan sido agregados previamente al cálculo.			
ENTRADAS	Los usuarios deberán seleccionar el electrodoméstico deseado y posteriormente la acción a tomar Editar o eliminar.			
SALIDAS	El sistema actualizara automáticamente la potencia simultanea y la potencia diaria mostrándola en pantalla.			

Tabla 19

Requerimiento Funcional REQF_11

NOMBRE REQUERIMIENTO	Tensión sugerida del sistema	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR	REQF_11
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá sugerir la tensión de funcionamiento adecuada para el sistema de acuerdo con los consumos de los electrodomésticos.			
ENTRADAS	Al momento de modificar o agregar la potencia de los electrodomésticos el sistema deberá calcular la tensión que mas se adecue al sistema.			
SALIDAS	El sistema mostrara en pantalla mediante un select la tensión más adecuada para el cálculo.			

Tabla 20

Requerimiento Funcional REQF_12

NOMBRE REQUERIMIENTO	Elegir Tensión deseada	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR	REQF_12
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá permitir elegir la tensión de trabajo deseada, la cual puede ser diferente a la sugerida.			
ENTRADAS	Los usuarios deberán seleccionar la tensión de trabajo deseada, cambiando así la tensión de trabajo sugerida.			

SALIDAS	El sistema registrara los datos de tensión a trabajar.

Tabla 21

Requerimiento Funcional REQF_13

NOMBRE REQUERIMIENTO	Selección de paneles solares	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR	REQF_13
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá permitir elegir entre diferentes paneles solares para calcular.			
ENTRADAS	Los usuarios deberán seleccionar de los diferentes paneles solares disponibles.			
SALIDAS	El sistema registrara los datos de paneles solares para el calculo y determinara la cantidad necesaria de acuerdo con los consumos diarios mostrando en pantalla: Cantidad de paneles totales. Cantidad de paneles en serie. Cantidad de paneles en paralelo. Potencia del arreglo fotovoltaico. Voltaje del Arreglo fotovoltaico. Corriente del arreglo fotovoltaico. Voltaje mínimo del controlador. Amperaje mínimo del controlador.			

Tabla 22

Requerimiento Funcional REQF_14

NOMBRE REQUERIMIENTO	Selección de controlador	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR	REQF_14

	solar.
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá permitir elegir entre diferentes tipos de controladores solares.
ENTRADAS	Los usuarios deberán seleccionar de los diferentes controladores solares disponibles además de poder visualizar las diferentes opciones de tensión ofrecidas por cada modelo de controlador.
SALIDAS	El sistema registrara los datos del controlador solar elegido.

Tabla 23

Requerimiento Funcional REQF_15

NOMBRE REQUERIMIENTO	Selección de baterías, días de autonomía y profundidad de descarga.	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR	REQF_15
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá permitir agregar baterías disponibles de acuerdo con el filtro elegido para calcular sistema Fotovoltaico, permitiendo también configurar los parámetros asociados, días de autonomía y profundidad de descarga.			
ENTRADAS	Los usuarios deben seleccionar baterías disponibles, estableciendo profundidad de descarga deseada, así como los días de autonomía que requiera el sistema.			
SALIDAS	El sistema registrara los datos concernientes a las baterías para el cálculo. Una vez seleccionados los parámetros (batería, Días de autonomía, profundidad de descarga) el sistema deberá mostrar en pantalla: cantidad total de baterías requeridas.			

	Numero de baterías en Serie Numero de baterías en Paralelo.

Tabla 24

Requerimiento Funcional REQF_16

NOMBRE REQUERIMIENTO	Selección de Inversores	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR	REQF_16
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá mostrar los inversores disponibles de acuerdo con los filtros configurados previamente.			
ENTRADAS	Los usuarios deben seleccionar el inversor deseado para agregarlo al calculo			
SALIDAS	El sistema registrara los datos concernientes a el inversor seleccionado.			

Tabla 25

Requerimiento Funcional REQF_1

NOMBRE REQUERIMIENTO	Simulación del sistema	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá mostrar una simulación del funcionamiento del sistema.		
ENTRADAS	Completados todos los pasos previos (ubicación, potencias, selección de paneles, baterías, controladores e inversores), el usuario podrá seleccionar la opción simular sistema		
SALIDAS	Diagramas donde se presentará el funcionamiento del sistema fotovoltaico configurado:		

	Gráfico de radiación. Gráfico de energía (Capturada, aprovechada, desperdiciada.)

Tabla 26

Requerimiento Funcional REQF_17

NOMBRE REQUERIMIENTO	Nombre de calculo	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR	REQF_17
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá permitir agregar un nombre para identificar el cálculo realizado.			
ENTRADAS	El usuario deberá proporcionar el nombre deseado para identificar el cálculo.			
SALIDAS	El sistema registrara el nombre de cálculo proporcionado.			

Tabla 27

Requerimiento Funcional REQF_18

NOMBRE REQUERIMIENTO	Notificar propietarios	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR	REQF_18
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá permitir a los usuarios la posibilidad de notificar a los propietarios de los dispositivos utilizados en el calculo de tal manera que estos puedan ponerse en contacto previamente. Por defecto el valor será no notificar.			
ENTRADAS	El usuario deberá elegir si autoriza o no autoriza realizar la notificación a los propietarios.			

SALIDAS	El sistema registrará la opción de notificar los propietarios de dispositivos, en caso no ser modificada por defecto se mantendrá en no notificar.

Tabla 28

Requerimiento Funcional REQF_19

NOMBRE REQUERIMIENTO	Guardar Calculo	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR	REQF_19
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá permitir guardar los cálculos realizados por los usuarios.			
ENTRADAS	Se espera que el usuario haya completado todos los pasos necesarios para obtener calculo. El sistema deberá permitir guardar los cálculos realizados para su posterior modificación, visualización o eliminado.			
SALIDAS	El sistema guardara los datos de cálculo realizado.			

Tabla 29

Requerimiento Funcional REQF_20

NOMBRE REQUERIMIENTO	Resumen de calculo	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR	REQF_20
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá mostrar un resumen del cálculo realizado.			
ENTRADAS	Finalizado todos los pasos previos y cuando el usuario seleccione el botón guardar calculo.			

SALIDAS	El sistema deberá mostrar un resumen del cálculo realizado en el cual deberá contener la siguiente información: 1. Datos del cliente y radiación. 2. Panel solar elegido, cantidad calculada Y potencia del arreglo. 3. Controlador solar elegido. 4. Inversor elegido 5. Datos de baterías seleccionadas.

Tabla 30

Requerimiento Funcional REQF_21

NOMBRE REQUERIMIENTO	Consulta de cálculos.	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR	REQF_21
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá permitir Consultar cálculos previamente realizados			
ENTRADAS	Usuarios autenticados podrán consultar cálculos que se hayan realizado y guardado en el sistema.			
SALIDAS	El sistema desplegara lista de cálculos guardados por el usuario.			

Gestión de usuarios: El sistema deberá permitir la gestión de los diferentes usuarios

Tabla 31

Requerimiento Funcional REQF_22

NOMBRE REQUERIMIENTO	CRUD de Usuarios	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR	REQF_22
DESCRIPCIÓN	El sistema deberá permitir la creación de los diferentes Usuarios			
ENTRADAS	Usuarios autenticados como administradores podrán ingresar al sistema y realizar el registro de nuevos usuarios para ello será necesario suministrar los siguientes datos: Nombre Apellidos Correo Contraseña rol			
SALIDAS	CRUD de usuarios			

Tabla 32

Requerimiento Funcional REQF_23

NOMBRE REQUERIMIENTO	Registro de usuarios	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR	REQF_23
DESCRIPCIÓN	Permitir a los usuarios registrarse en la plataforma proporcionando información básica de acuerdo con el tipo de usuario elegido			
ENTRADAS	El usuario deberá suministrar los siguientes datos: Nombre Apellido Correo			

	Teléfono Contraseña,
SALIDAS	Si todos los campos son correctos se dará Confirmación de registro y creación de cuenta de usuario.

Tabla 33

Requerimiento Funcional REQF_24

NOMBRE REQUERIMIENTO	Inicio de sesión	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR	REQF_24
DESCRIPCIÓN	Permitir a los usuarios iniciar sesión en la plataforma con sus credenciales.			
ENTRADAS	Correo electrónico y contraseña del usuario.			
SALIDAS	Acceso autorizado a la cuenta de usuario.			

Tabla 34

Requerimiento Funcional REQF_25

NOMBRE REQUERIMIENTO	Gestión de perfiles de usuario	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR	REQF_25
DESCRIPCIÓN	Permitir a los usuarios gestionar su perfil, incluyendo la actualización de información personal.			
ENTRADAS	Edición de información de perfil por parte del usuario.			
SALIDAS	Actualización exitosa del perfil de usuario.			

Tabla 35

Requerimiento Funcional REQF_26

NOMBRE REQUERIMIENTO	Generación de informes	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR	REQF_26
DESCRIPCIÓN	Permitir a los usuarios generar informes detallados sobre los proyectos, incluyendo especificaciones técnicas, análisis de viabilidad y presupuestos.			
ENTRADAS	Selección de parámetros para el informe por parte del usuario.			
SALIDAS	Informe generado en formato PDF o similar.			

Tabla 36

Requerimiento Funcional REQF_27

NOMBRE REQUERIMIENTO	Acceso basado en roles	FECHA Abril/2024	IDENTIFICADOR	REQF_27
DESCRIPCIÓN	Limitar el acceso a ciertas funcionalidades y datos dentro de la aplicación según el rol asignado a cada usuario.			
ENTRADAS	Configuración de roles y permisos por parte del administrador del sistema o de acuerdo al perfil seleccionado al momento de realizar registro.			
SALIDAS	Acceso restringido según el rol y los permisos asignados a cada usuario.			

1.2.6 REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES

Los Requerimientos No Funcionales, según (Ministerio de Educación nacional, 2012), abarcan las principales características que no están directamente relacionadas con las funciones específicas del sistema de información, pero que son fundamentales para su operación efectiva y su cumplimiento con los estándares de calidad y seguridad. Algunos de los requerimientos no funcionales de la aplicación se detallan a continuación:

Tabla 37
Requerimiento No Funcional _1

Código Identificador:	RNF01
Nombre del Requerimiento:	Interfaz gráfica, usabilidad
Características:	El sistema ofrecerá una interfaz de usuario sencilla para facilitar el uso de esta.
Resumen del requerimiento:	El sistema debe contar con una interfaz la cual facilite tanto su navegación, aprendizaje e ingreso de datos.
Prioridad:	Alta

Tabla 38

Requerimiento No Funcional _2

Código Identificador:	RNF02
Nombre del Requerimiento:	Desempeño
Características:	El sistema deberá garantizar un desempeño como mínimo del 90% en velocidad de recuperación de datos almacenados en sistema
Resumen del requerimiento:	Garantizar un óptimo rendimiento a los diferentes usuarios mediante la consulta y almacenamiento de datos de manera concurrente afectando de manera mínima el tiempo de respuesta.
Prioridad:	Alta

Tabla 39

Requerimiento No Funcional _3

Código Identificador:	RNF03
Nombre del Requerimiento:	Confiabilidad
Características:	Ofrecer un funcionamiento continuo, exceptuando tiempos empleados para mantenimientos o posibles actualizaciones.
Resumen del requerimiento:	La disponibilidad del sistema 24/7
Prioridad:	Alta

Tabla 40

Requerimiento No Funcional _4

Código Identificador:	RNF04
Nombre del Requerimiento:	Seguridad.
Características:	Garantizar la protección de datos sensibles o privados pertenecientes a los usuarios ante accesos no autorizados.
Resumen del requerimiento:	Asegurar la protección del sistema en relación con la información y los datos gestionados, como documentos, archivos, identidades, direcciones de correo electrónico y detalles personales de los usuarios y clientes, mediante el uso de RBAC.
Prioridad:	Alta

Tabla 41

Requerimiento No Funcional _5

Código Identificador:	RNF05
Nombre del Requerimiento:	Funcionalidad
Características:	Cada función del sistema y la realización de transacciones de documentos o datos deben completarse en un plazo inferior a 1

	segundo.
Resumen del requerimiento:	Garantizar una buena experiencia con el sistema siendo rápido y eficaz en sus procesos.
Prioridad:	Alta

Tabla 42

Requerimiento No Funcional _6

Código Identificador:	RNF06
Nombre del Requerimiento:	sesiones concurrentes
Características:	El sistema debe de tener la capacidad de operar adecuadamente con hasta 10 usuarios con sesiones simultaneas.
Resumen del requerimiento:	El sistema deberá permitir la conexión de varios usuarios en simultaneo sin que se vea afectado su funcionamiento.
Prioridad:	Alta

Código Identificador:	RNF07
Nombre del Requerimiento:	Compatibilidad
Características:	Compatibilidad con navegadores Principales
Resumen del requerimiento:	Asegurar la compatibilidad con las versiones mas recientes de navegadores comúnmente usados, Google, Mozilla, Edge.
Prioridad:	Alta

Tabla 43

Requerimiento No Funcional _8

Código Identificador:	RNF08
Nombre del Requerimiento:	acceso a datos
Características:	Los permisos para acceso al sistema solamente serán modificados por usuarios con roles específicos.
Resumen del requerimiento:	La actualización de datos personales así como registro de dispositivos será realizada únicamente por usuarios cuyos roles posean los permisos necesarios.
Prioridad:	Alta

Tabla 44

Requerimiento No Funcional _9

Código Identificador:	RNF09
Nombre del Requerimiento	Disponibilidad
Características:	Acceso al sistema
Resumen del requerimiento:	El sistema deberá mantenerse en línea las 24 horas 7 días a la semana tal que pueda ser accedido en cualquier hora del día.
Prioridad:	Alta

Tabla 45

Requerimiento No Funcional _10

Código Identificador:	RNF10
Nombre del Requerimiento	Escalabilidad
Características:	Permitir que la plataforma pueda manejar un aumento en el número de usuarios y proyectos sin degradación del rendimiento.
Resumen del requerimiento:	Garantizar la posibilidad de escalar tanto horizontal como verticalmente en caso de que el nuero de usuarios o demanda del sistema así lo requiera
Prioridad:	Alta

2. Diseño del proyecto

2.1 Modelado

2.1.1 Diccionario de datos

En el contexto del desarrollo y mantenimiento de sistemas de información, el Diccionario de Datos se erige como una herramienta fundamental, como lo describe el Departamento Nacional de Planeación (DNP) en su "Guía para la Definición de Diccionario de Datos" (Departamento Nacional de Planeación DNP, 2020) Se define como un conjunto organizado de datos que detalla de manera rigurosa sus características lógicas y puntuales, incluyendo nombre, tipo de contenido y descripción de negocio. Este recurso proporciona un elemento común esencial para el entendimiento y la gestión de la base de datos dentro de un sistema de información.

El Diccionario de Datos no solo cumple un papel crucial durante la fase de desarrollo inicial de un sistema, sino que también se convierte en un componente esencial de la documentación técnica para su mantenimiento a lo largo del tiempo. Al proporcionar una referencia centralizada y clara de los datos utilizados en el sistema, el Diccionario de

Datos nos facilita la comunicación entre los desarrolladores, analistas y otros stakeholders involucrados en la elaboración de la aplicación.

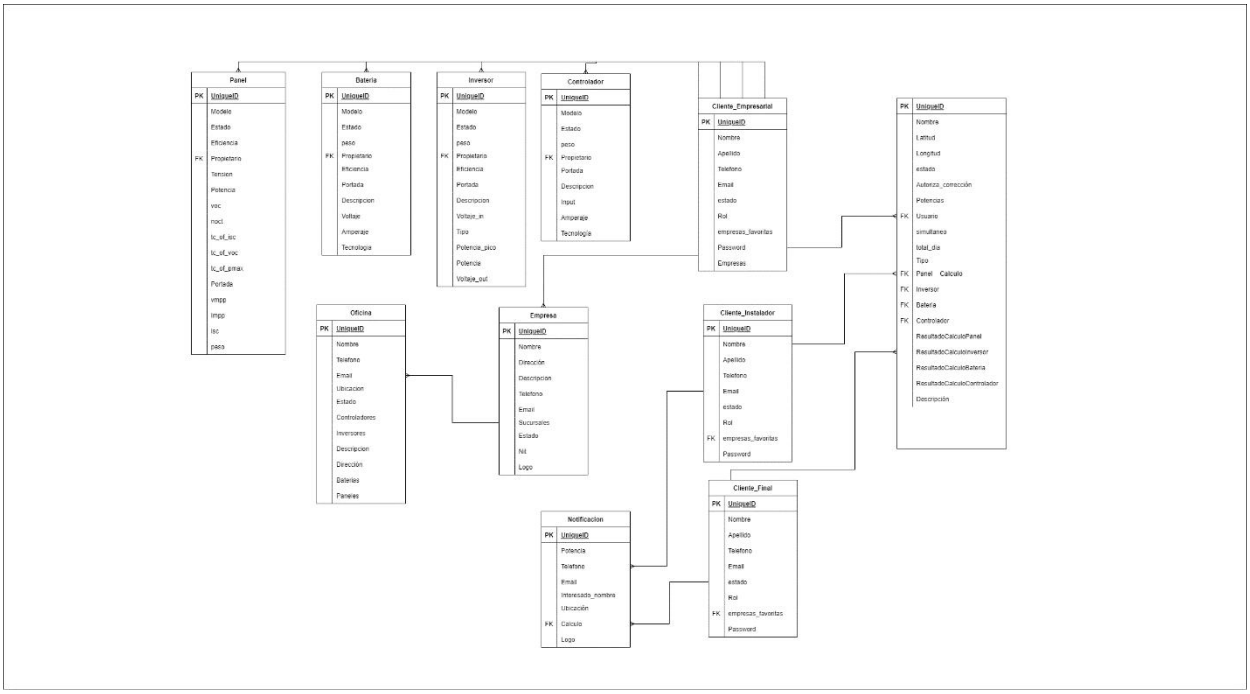
Consultar anexo A, diccionario de Datos.

2.1.2 Modelo relacional

El modelo entidad-relación (ER) es una herramienta de modelado de datos utilizada para representar las entidades relevantes en un sistema y las relaciones entre ellas. Este modelo se basa en la idea de que el mundo real se puede representar mediante entidades y las relaciones entre ellas.

Según lo menciona (ROCHA C., 2017), el modelo entidad-relación no solo sirve como una forma de documentar rápidamente un sistema, sino que también es una herramienta de comunicación efectiva con los usuarios finales. Los diagramas entidad-relación permiten a los usuarios comprender fácilmente la estructura de los datos, validar su completitud y consistencia, y colaborar en la identificación de formas más adecuadas de modelar el sistema, de acuerdo con esto se podrá observar a continuación el diagrama de entidad relación del sistema.

Figura 7
Modelo Entidad Relación

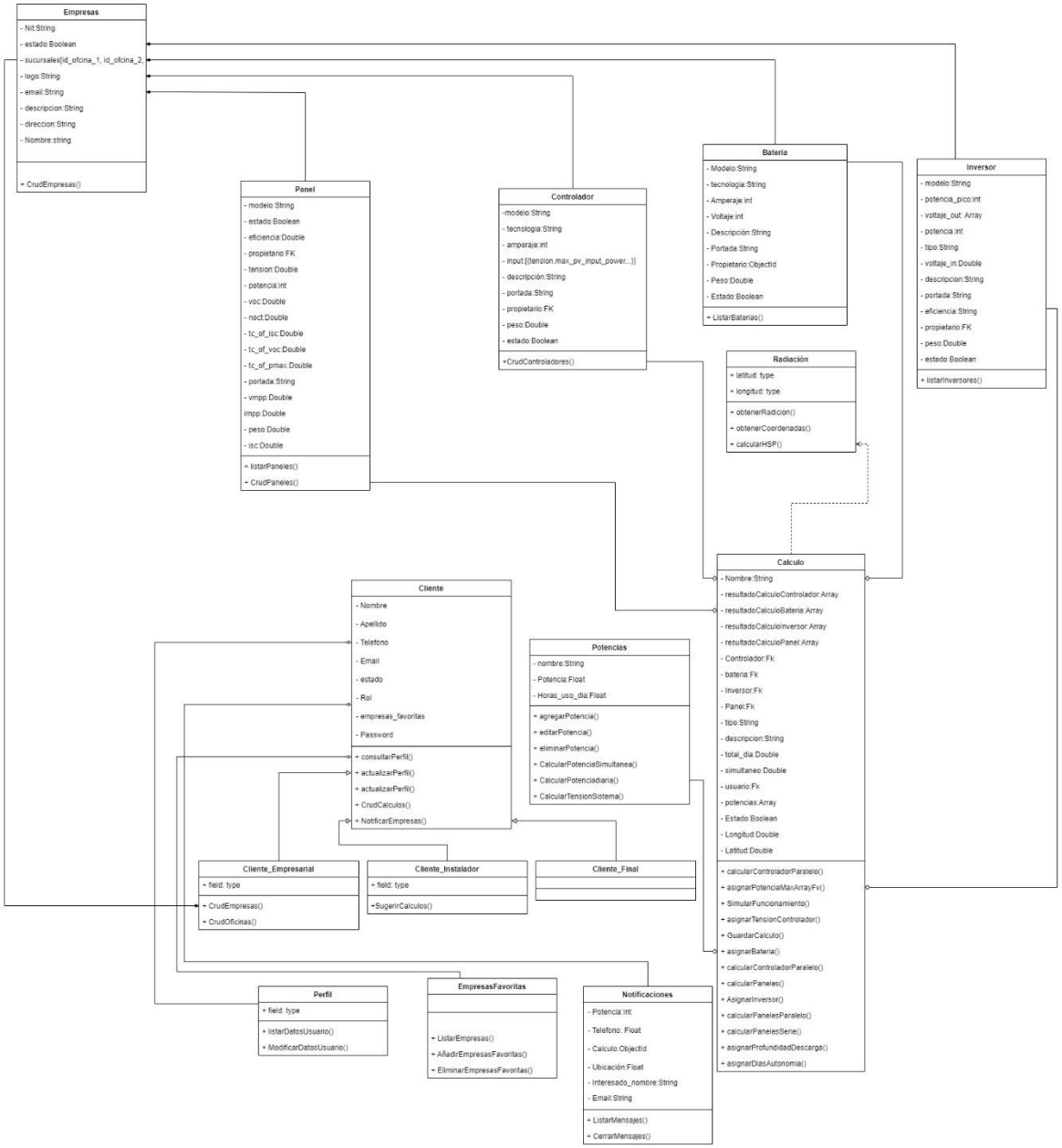


2.2 Diagramación

2.2.1 Diagrama de clases

Figura 8

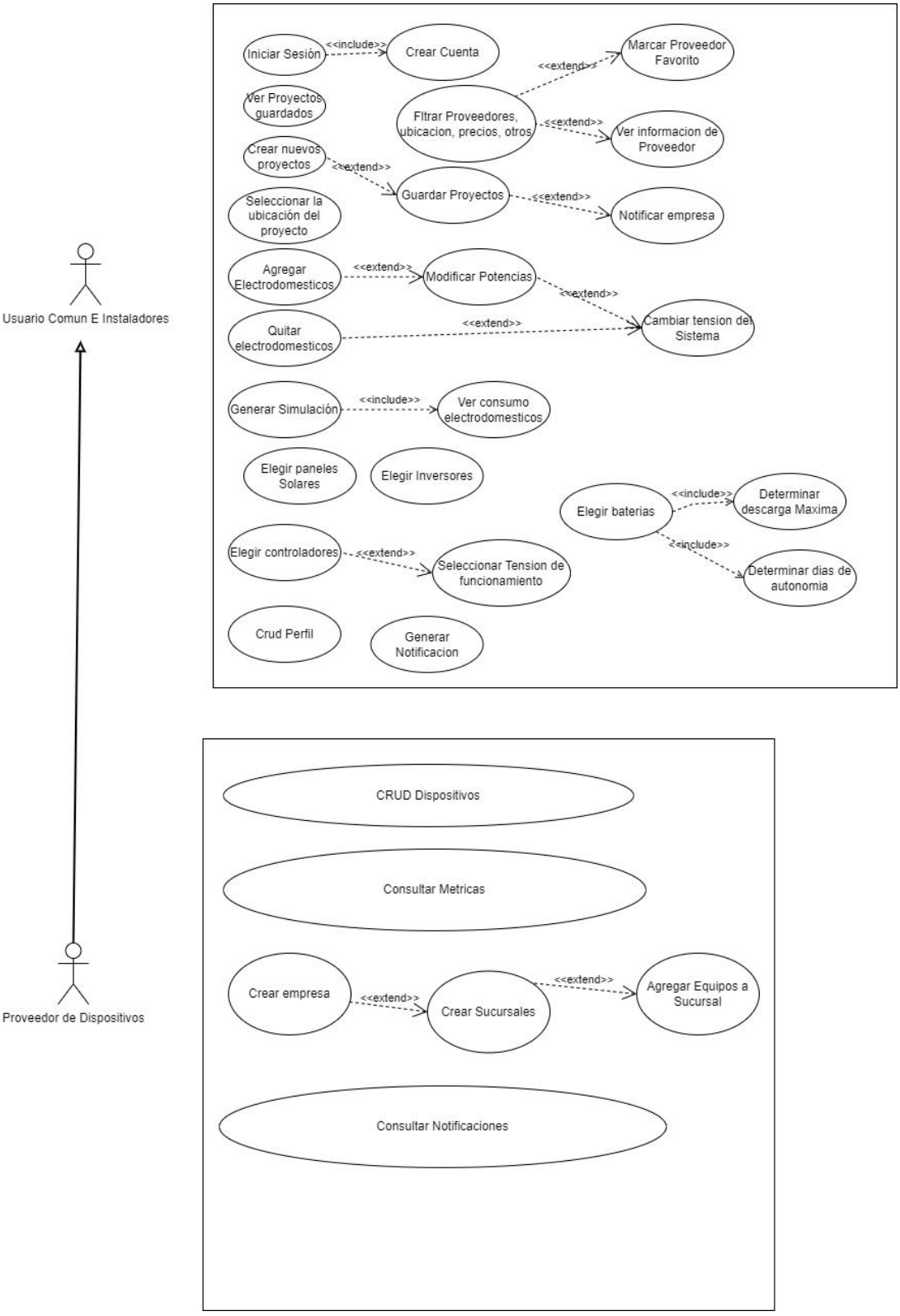
Diagrama de Clases



2.2.2 Diagrama de casos de uso

Los diagramas de Casos de Uso son una herramienta esencial para capturar y especificar los requisitos funcionales del sistema desde la perspectiva del usuario. Como lo mencionan (García Peñalvo & Alicia , 2018) un caso de uso se describe como una serie de acciones llevadas a cabo por el sistema que desembocan a un resultado observable. Estos casos de uso especifican el comportamiento del sistema en colaboración con actores externos, sin detallar su estructura interna. Además, los casos de uso pueden incorporar variantes de comportamiento, como la gestión de fallos y excepciones, para abordar diferentes situaciones de uso, de acuerdo con esto se representan a continuación los casos de uso más significativos acorde al sistema en cuestión:

Figura 9
Casos de uso


Usuario Comun E Instaladores
Iniciar Sesión
<<include>>
Crear Cuenta
Marcar Proveedor Favorito
<<extend>>
Ver Proyectos guardados
Fltrar Proveedores, ubicacion, precios, otros
<<extend>>
Ver informacion de Proveedor
Crear nuevos proyectos
<<extend>>
Guardar Proyectos
<<extend>>
Notificar empresa
Seleccionar la ubicación del proyecto
Agregar Electrodomesticos
<<extend>>
Modificar Potencias
<<extend>>
Cambiar tension del Sistema
Quitar electrodomesticos
<<extend>>
Generar Simulación
<<include>>
Ver consumo electrodomesticos
Elegir paneles Solares
Elegir Inversores
Elegir baterias
<<include>>
Determinar descarga Maxima
<<include>>
Determinar dias de autonomia
Elegir controladores
<<extend>>
Seleccionar Tension de funcionamiento
Crud Perfil
Generar Notificacion
Proveedor de Dispositivos
CRUD Dispositivos
Consultar Metricas
Crear empresa
<<extend>>
Crear Sucursales
<<extend>>
Agregar Equipos a Sucursal
Consultar Notificaciones

2.2.3 Diagrama de secuencia

los Diagramas de Secuencia desempeñan un papel crucial al representar la interacción entre los objetos a lo largo del tiempo. Según lo señalado por (Zapata & Garcés, 2008) y publicado en la Revista EIA, estos diagramas son una herramienta fundamental en la especificación y el análisis de sistemas.

Los Diagramas de Secuencia permiten visualizar y comprender cómo los objetos interactúan entre sí y en qué secuencia se llevan a cabo esas interacciones. Esta representación gráfica captura tanto la ordenación temporal de los mensajes intercambiados entre los objetos como los cambios de estado que pueden ocurrir durante la ejecución de un escenario particular.

Al proporcionar una visión dinámica de la ejecución de un sistema, los Diagramas de Secuencia facilitan la identificación de las responsabilidades de cada objeto, la detección de posibles problemas de diseño y la validación de la lógica del sistema. Además, sirven como una herramienta efectiva para la comunicación entre los desarrolladores y los stakeholders, al ofrecer una representación visual intuitiva de los procesos y las interacciones del sistema.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente a continuación se representarán los diagramas de secuencia más representativos para el sistema.

Figura 10

Diagrama de Secuencia Calculo

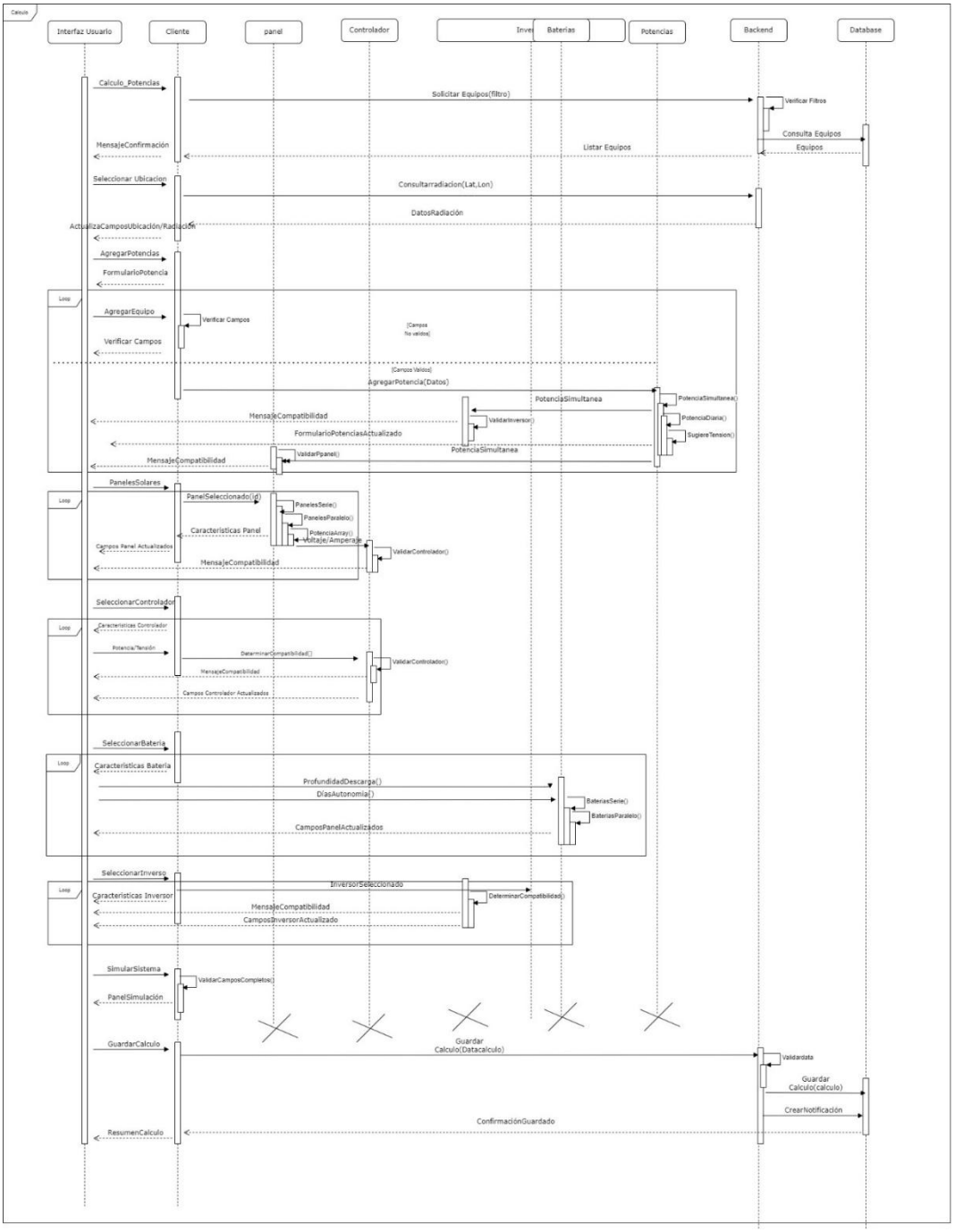


Figura 11
Diagrama de Secuencia registro Equipo

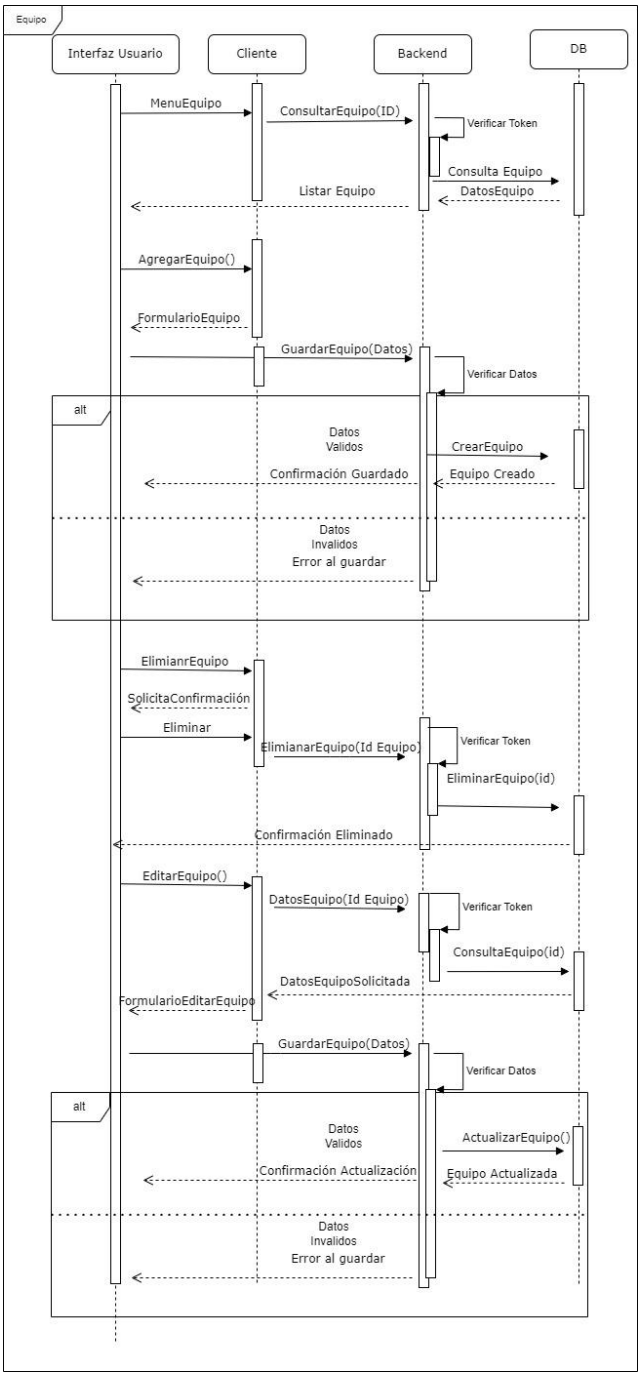


Figura 12

Diagrama de Secuencia registro de cliente

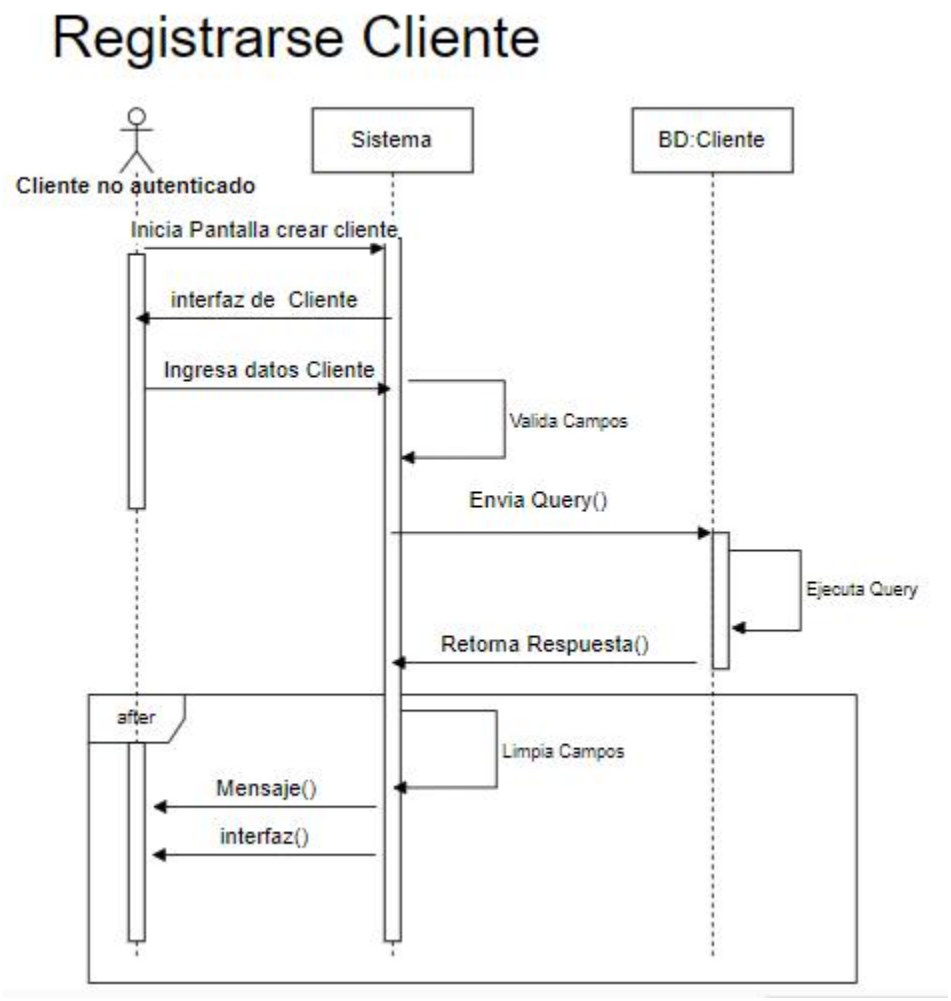
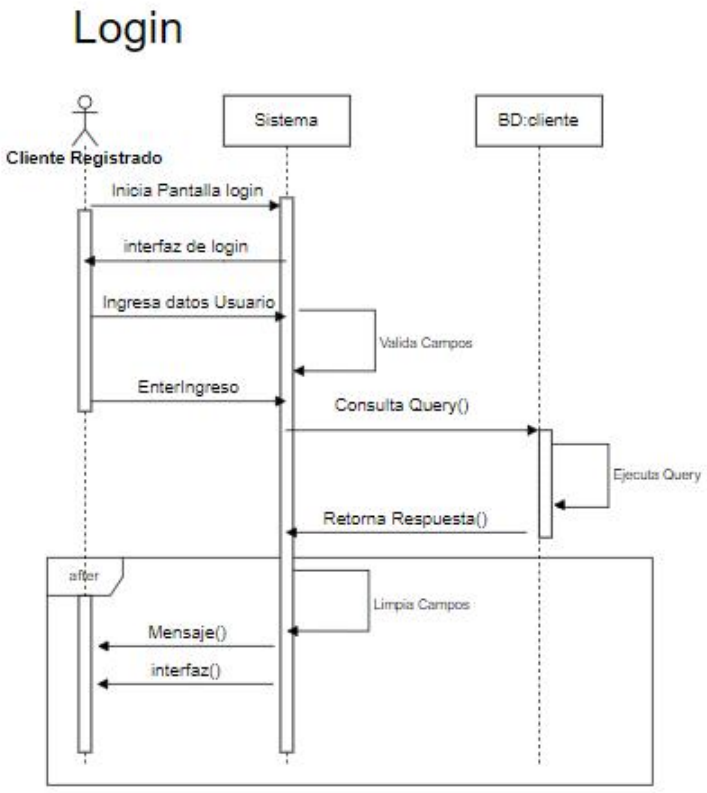


Figura 13

Diagrama de Secuencia Login


Login
Cliente Registrado
Sistema
BD:cliente
Inicia Pantalla login
interfaz de login
Ingresa datos Usuario
Valida Campos
EnterIngreso
Consulta Query()
Ejecuta Query
Retorna Respuesta()
after
Limpia Campos
Mensaje()
interfaz()

3.implementación del proyecto

3.1 Arquitectura

Arquitectura general del sistema

Figura 14

Arquitectura general del sistema



Este apartado proporciona una visión detallada de las tecnologías utilizadas en el diseño e implementación del aplicativo en cuestión. Este sistema está diseñado para permitir a tres

tipos diferentes de usuarios el interactuar y calcular sistemas fotovoltaicos, inicialmente sistemas autónomos, así como también acceder a información relevante sobre producción, ahorro entre otras.

En este apartado se presentarán las tecnologías utilizadas en el desarrollo, incluyendo a mongoDb como sistema gestor de bases de datos NoSQL, express como framework de aplicación web para la gestión del backend y angular para la construcción de interfaz de usuario en el FrontEnd, tecnologías seleccionadas con el fin de garantizar un desarrollo eficiente y escalable, así como buscando la posibilidad de ofrecer una experiencia de usuario intuitiva y de alto rendimiento.

3.1.1 MongoDB

MongoDB es una base de datos NoSQL capaz de ofrecer una alta flexibilidad además de una excelente escalabilidad horizontal ofreciendo grandes ventajas para implementaciones futuras con sistemas IOT gracias a su facilidad de manejar datos no estructurados y semiestructurados (Calvo, Durán, Quirós, & Malinowski, 2018).

Al ofrecer un rápido rendimiento tanto en lectura como escritura genera ventajas en el manejo de datos en tiempo real, imprescindible si la aplicación escala a un sistema de simulación con datos en tiempo real.

Otra de las ventajas radica en la indexación geoespacial integrada directamente en mongodb lo que facilita consultas relacionadas con coordenadas geográficas, un atributo de alta importancia en aplicaciones relacionadas a datos de puntos geográficos específicos

facilitando este atributo el cálculo de distancias, o búsquedas de información asociada a la ubicación, para este caso proveedores de dispositivos en determinadas ubicaciones o regiones, a esto se suma la posibilidad de realizar búsquedas avanzadas permitiendo así la creación de mapas interactivos y más.

3.1.2 Angular

Angular es un framework de JavaScript de código abierto, desarrollado por Google al utilizar HTML como lenguaje de plantillas facilita la creación de interfaces de usuarios interactivas, atractivas e intuitivas, entre las principales características cabe mencionar el enrutamiento cuya función es permitir la navegación entre diferentes páginas, el enlazado de datos bidireccional también denominado Two-Way Data Binding capaz de proporcionar sincronización automática entre el modelo y la vista lo cual facilita el desarrollo de aplicaciones reactivas entre otras como por ejemplo la inyección de Dependencias y su arquitectura basada en componentes lo hacen una excelente herramienta la momento de modularizar el software y reutilizar código.

3.1.3 Express

Es uno de los frameworks web mas populares de nodeJs entre sus principales características se destaca el procesamiento de peticiones y middlewares capaces de acceder al objeto de la solicitud lo cual hace el procesamiento y manejo de peticiones mas

organizado, además el manejo de distintos tipos de peticiones http GET,POST PUT DELETE facilitan la creación de Apis, tal como la implementada en el presente proyecto.

3.1.4 Node

Node Js como lo menciona (Herrera Infante, Diana Catalina;, 2023) es un entorno de ejecución multiplataforma de un solo hilo el cual se basa en el motor V8 de javascript Google, entre las ventajas de implementar Node Js podemos mencionar el Stack en javascript facilita la comunicación de contexto al usar un mismo lenguaje en el lado del cliente como en el servidor evitando la integración de diferentes lenguajes de programación, además al ser soportado por diversos proveedores web ofreciendo infraestructura y documentación facilita la portabilidad del sistema.

3.2 Pruebas

Las pruebas tanto funcionales como no funcionales ayudan a asegurar tanto el cumplimento de los requisitos propuestos, así como un rendimiento optimo del sistema tal que se garanticen todas las funcionalidades propuestas de una manera adecuada.

Con la finalidad de Probar el comportamiento de la solución se realizaron primero las pruebas funcionales en las cuales se tomaron los requerimientos principales o mas representativos, como por ejemplo creación de dispositivos, para ello se proporcionaron fichas técnicas de dispositivos (Controladores, inversores Paneles Solares y Baterías) con el fin de determinar el comportamiento optimo del sistema ante la creación de estos

Las pruebas de requerimientos no funcionales se llevaron a cabo mediante la herramienta Jmeter para probar el rendimiento de la aplicación, para ello se definieron diferentes casos de prueba centrados en puntos críticos como lo son el registro de dispositivos y la consulta de estos al momento de realizar los cálculos.

Adicionalmente Tomando en cuenta que la aplicación debe generar datos precisos se realizo una prueba comparativa de funcionamiento utilizando el software PVSyst en su versión 7.4 esto con el fin de garantizar que la solución presentada este arrojando valores validos para ello se realizo un calculo en ambas aplicaciones para una ubicación especifica y con electrodomésticos y consumos iguales obtenido así un punto de vista del estado actual.

3.2.1 Pruebas funcionales

Las pruebas funcionales son un componente esencial de todo software independientemente de su tipo, su función principal es la de validar que se cumplan cada uno de los

requerimientos propuestos de tal manera que se asegure un correcto funcionamiento del sistema.

3.2.2 Pruebas No funcionales

Las pruebas no funcionales son aquellas enfocadas a detectar posibles deficiencias principalmente de rendimiento en el software su función principal es la de encontrar posibles errores asociados a la codificación y que puedan afectar el rendimiento

3.3 Manuales

Los manuales son un componente especial para el manejo no solo de dispositivos físicos si no también en el software donde tener una guía de cada una de las funcionalidades del sistema permite una curva de aprendizaje más rápida.

Tomando en cuenta las características del software se desarrollaron dos manuales, el primero de ellos, *Anexo D manual de usuario Empresa* está enfocado a los roles de empresas en los cuales refleja los procesos necesarios para el registro de dispositivos principalmente, mientras que el segundo *Anexo E manual de Cálculos* se enfoca de manera general en el paso a paso necesario para llevar a cabo cálculos en el sistema desarrollado.

Consultar anexos D y E Manuales de usuario Empresa y Calculo

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

El presente proyecto se enfocó en cada una de las fases necesarias para la implementación de una plataforma web que permite dimensionar sistemas fotovoltaicos, brindando acceso a la información a usuarios con diferentes niveles de conocimientos. Esta plataforma tiene el potencial de convertirse en una referencia para la implementación de sistemas fotovoltaicos en el mercado colombiano, mediante la incorporación y perfeccionamiento de sus funcionalidades.

La recopilación de información a través de diversas fuentes permitió comprender el funcionamiento de un sistema fotovoltaico aislado. Además, la aplicación de encuestas a usuarios de diferentes profesiones y potenciales usuarios permitió estimar los requerimientos principales, los cuales se implementaron en una primera versión de la plataforma, disponible en https://energiasolar.cloud

Las pruebas realizadas demostraron un alto grado de exactitud en los resultados de la plataforma, comparables con softwares profesionales como PVsyst, una herramienta ampliamente reconocida y especializada en el dimensionado de sistemas fotovoltaicos.

La interfaz de la plataforma simplifica los pasos necesarios para el dimensionado de un sistema fotovoltaico aislado de baja potencia, al tiempo que permite a los usuarios comprender la influencia del consumo eléctrico de los electrodomésticos en el costo de sus facturaciones.

4.2 Recomendaciones

En términos de beneficios podemos mencionar como primer punto la plataforma logra integrar a los clientes interesados en sistemas de energía solar con empresas propias del mercado colombiano a diferencia de otros software los cuales contienen grandes conjuntos de datos y que hacen difícil determinar realmente qué dispositivos están disponibles en el mercado, como segundo punto podemos mencionar la facilidad de uso abre la posibilidad a que más personas se interesen en conocer sobre este tipo de sistemas.

La implementación de características de notificación directa a empresas de aquellos interesados en sus productos permite la posibilidad de orientar sus campañas de marketing así como contactar con clientes interesados.

A diferencia de software comerciales el ofrecer una plataforma de fácil y rápido acceso brinda la posibilidad de realizar cálculos sin la necesidad de adquirir licencias o descargas facilita el acceso a la información así como a la exploración por parte del usuario.

Adicionalmente se es consciente de las múltiples posibilidades disponibles y por integrar al sistema para hacerlo mas completo entre ellas podemos mencionar la implementación de dispositivos de mayor tecnología como lo son equipos híbridos con controladores MPPT, inyección a la red, micro inversores, entre otros además cabe mencionar incorporación de bases de datos e información que permita la simulación de sistemas en tiempo real o producción a lo largo del tiempo así como también la incorporación de herramientas IA e iot con el fin de mejorar la eficiencia en los resultados tal que la aplicación se haga mas llamativa a un mayor numero de usuarios, Esperamos que este sea un punto de partida para investigaciones futuras así como para nuevas implementaciones.

A. Anexo: Diccionario de Datos

El diccionario de datos brinda la información correspondiente a cada uno de los campos implementados en la base de datos con el propósito de mejorar su comprensión y facilitar su uso.

Nombre de la tabla de la base de datos	Etiqueta del campo o variable	Descripción	Tipo de dato	Rango o valores que permite el campo	Obligatoriedad del campo
Batería	modelo	Especifica el modelo de la batería	String	texto	Obligatorio
Batería	voltaje	Especifica la tensión o voltaje de funcionamiento de la batería	int	2 a 48	Obligatorio
Batería	peso	Especifica el peso en kilogramos de la batería	int	12 a 48	Obligatorio
Batería	amperaje	Especifica la capacidad en amperios de la batería	int	0 a 10000A	Obligatorio
Batería	tecnología	Indica la tecnología a la cual pertenece la batería	String	AGM: GEL: LITIO: OTRO:	Obligatorio
Batería	estado	Especifica el estado de visibilidad de la batería	Boolean	true: visible false:no visible	Obligatorio

Batería	descripción	Se refiere a la descripción detallada u otra información adicional proporcionada por el usuario al momento de crear la batería	String	texto	Obligatorio
Batería	portada	Enlace a la imagen de referencia de la batería	String	texto	Obligatorio
Batería	createdAT	Fecha de registro de la información	Date	2000-01-0100:00:00a 2020-12-3123:59:59	Obligatorio
Batería	propietario	id de referencia al usuario que registra la batería	ObjectId	texto	Obligatorio
Batería	_id	identificador propio de la batería	ObjectId	texto	Obligatorio
calculo	autoriza_correccion	identifica si el usuario que crea el cálculo permitirá que otros usuarios puedan ver y ponerse en contacto para ofrecer productos o asesorar sobre el sistema deseado	Boolean	true:Autoriza false:No autoriza	Obligatorio
calculo	potencias	Lista todos los aprametros de consumo de cada uno de electrodomesticos involucrados en el calculo.	Array	codigo: >0 nombre: texto potencia: 1-3200 cantidad: >1 w_totales: >1 horas_dia: 1-24 consumo_diario: >1	Obligatorio
calculo	estado	Estado de visibilidad o disponibilidad del calculo	Boolean	true: visible false:no visible	Obligatorio
calculo	usuario	identificador del usuario que realiza el calculo	ObjectId	texto	Obligatorio
calculo	latitud	Latitud del lugar en el cual se realiza el calculo	Double	-90 a +90	Obligatorio
calculo	longitud	Longitud del lugar en el cual se realiza el calculo	Double	0 a 180	Obligatorio
calculo	simultaneo	Consumo simultaneo en Watts (W) de los electrodomesticos implicados en el calculo	int	0-100000	Obligatorio
calculo	total_dia	demanda diaria de energía de las cargas a conectar al sistema fotovoltaico	int	0-100000	Obligatorio

calculo	descripción	Información adicional proporcionada por el usuario al momento de crear el calculo	String	0-100000	Obligatorio
calculo	tipo	Identifica la forma mediante la cual se realizo el calculo	String	potencias: "potencias" Estandar: "estandar" Facturas: "facturas"	Obligatorio
calculo	nombre	Nombre proporcionado por el usuario para identificar el cálculo realizado	String	texto	Obligatorio
calculo	panel	Identificador del panel solar utilizado	ObjectId	texto	Obligatorio
calculo	inversor	Identificador del inversor utilizado	ObjectId	texto	Obligatorio
calculo	batería	Identificador de la batería utilizada	ObjectId	texto	Obligatorio
calculo	controlador	Identificador del controlador utilizado	ObjectId	texto	Obligatorio
calculo	resultadoCalculoControlador	Almacena los resultados matemáticos derivados del cálculo del Controlador solar	Array	controlador_tension controlador_max_input_power controlador_max_pv_input_voltaje controlador_cantidad_paralelo minCorrienteControlador minVoltageControlador	Obligatorio
calculo/resultadoCalculoControlador	controlador_tension	Hace referencia a la tensión de funcionamiento típica de un controlador solar	int	12,24,48	Obligatorio
calculo/resultadoCalculoControlador	controlador_max_input_power	Máxima potencia admitida por el controlador desde el arreglo Fotovoltaico	int	>0	Obligatorio
calculo/resultadoCalculoControlador	controlador_max_pv_input_voltaje	Máximo voltaje admitida por el controlador desde el arreglo Fotovoltaico	int	>0	Obligatorio
calculo/resultadoCalculoControlador	controlador_cantidad_paralelo	Cantidad de controladores a usar en paralelo	int	>0	Obligatorio
calculo/resultadoCalculoControlador	minCorrienteControlador	Almacena el cálculo de corriente mínimo sugerido para el controlador a utilizar	int	>0	Obligatorio
calculo/resultadoCalculoControlador	minVoltageControlador	Almacena el cálculo de voltaje mínimo sugerido para el controlador a utilizar	int	>0	Obligatorio

calculo	resultadoCalculoPanel	Almacena los resultados matematicos asociados al cálculo del panel solar	Array	potencia_arreglo_fv cantidad_paneles paneles_serie paneles_paralelo voltaje_array_fv amperaje_array_fv	Obligatorio
calculo/resultadoCalculoPanel	potencia_arreglo_fv	Corresponde a la potencia calculada del arreglo fotovoltaico tal que para una radiacion determinada logre cubrir el consumo diario	int	>0	Obligatorio
calculo/resultadoCalculoPanel	cantidad_paneles	Almacena la cantidad de paneles necesarios para cubrir los consumos indicados	int	>0	Obligatorio
calculo/resultadoCalculoPanel	paneles_serie	Almacena la cantidad de paneles en serie calculados	int	>0	Obligatorio
calculo/resultadoCalculoPanel	paneles_paralelo	Almacena la cantidad de paneles en paralelo calculados	int	>0	Obligatorio
calculo/resultadoCalculoPanel	voltaje_array_fv	Almacena el valor correspondiente a el voltaje a producirpor el arreglo fotovoltaico en Vmax	int	>0	Obligatorio
calculo/resultadoCalculoPanel	amperaje_array_fv	Almacena valor correspondiente al amperaje a producir por el arreglo fotovoltaico	int	>0	Obligatorio
calculo	resultadoCalculoBateria	Corresponde a los valores calculados para las baterias calculadas asi como su disposicion	Array	baterias_serie baterias_paralelo total_baterias batterysize cuttoff	Obligatorio
Calculo/resultadoCalculoBateria	baterias_serie	corresponde a la cantidad de baterias a disponer en serie	int	>0	Obligatorio
Calculo/resultadoCalculoBateria	baterias_paralelo	corresponde a la cantidad de baterias a disponer en paralelo	int	>0	Obligatorio

Calculo/resultadoCalculoBateria	total_baterias	corrresponde a la cantidad de baterias necesarias para el sistema	int	>0	Obligatorio
Calculo/resultadoCalculoBateria	batterysize	Corresponde al tamaño del banco de baterias en watts	int	>0	Obligatorio
Calculo/resultadoCalculoBateria	cuttoff	Corresponde al valor de descarga maxima para el sistema	int	>0	Obligatorio
Calculo	resultadoCalculoInversor	Almacena los valores calculados para el sistema de acuerdo al inversor selecionado	Array	voltaje_in_invversor voltaje_out_inversor potencia_inversor potencia_pico_inversor	Obligatorio
Calculo/resultadoCalculoInversor	voltaje_in_inversor	Corresponde al voltaje al cual funcionara el inversor para el calculo especifico	int	>0	Obligatorio
Calculo/resultadoCalculoInversor	voltaje_out_inversor	Corresponde al voltaje de salida en el cual trabajara el inversor para el calculo realizado	int	>0	Obligatorio
Calculo/resultadoCalculoInversor	potencia_inversor	Corresponde a la potencia a suministrar por el inversor	int	>0	Obligatorio
Calculo/resultadoCalculoInversor	potencia_pico_inversor	Potencia maxima que es capas de suministrar el inversor de acuerdo a su configuración.	int	>0	Obligatorio
clienteempresarial	rol	Rol que identifica el tipo de cliente	String	texto	Obligatorio
clienteempresarial	estado	Estado que identifica si el cliente se encuentra en un estado activo inactivo	Boolean	True:activo False:Inactivo	Obligatorio
clienteempresarial	nombres	Nombres del cliente registrado	String	texto	Obligatorio
clienteempresarial	apellidos	Apellidos del cliente registrado	String	texto	Obligatorio
clienteempresarial	dni	Documento de identificacion	int	>1	Obligatorio
clienteempresarial	email	Correo del cliente registrado	String	texto	Obligatorio

clienteempresarial	telefono	telefono de contacto del cliente registrado	int	>1	Obligatorio
clienteempresarial	password	Contraseña de acceso al sistema para el cliente registrado	String	texto	Obligatorio
clienteempresarial	empresas	Arreglo que contiene los id de todas las empresas de las cuales el cliente es propietario	Array	ObjectId	Obligatorio
clienteempresarial	empresas_favoritas	Arreglo que contiene los id de todas las empresas las cuales el cliente a marcado como favoritas	Array	ObjectId	Obligatorio
clienteempresarial	createdAT	Fecha que almacena el momento en que se crea el registro	Date	2000 - 01 - 01 00 : 00 : 00 a --	Obligatorio
clienteinstalador	rol	Rol que identifica el tipo de cliente	texto	empresa	Obligatorio
clienteinstalador	estado	Estado que identifica si el cliente se encuentra en un estado activo inactivo	Boolean	True:activo False:Inactivo	Obligatorio
clienteinstalador	nombres	Nombres del cliente registrado	String	texto	Obligatorio
clienteinstalador	apellidos	Apellidos del cliente registrado	String	texto	Obligatorio
clienteinstalador	dni	Documento de identificacion	int	>1	Obligatorio
clienteinstalador	email	Correo del cliente registrado	String	texto	Obligatorio
clienteinstalador	telefono	telefono de contacto del cliente registrado	Double	>1	Obligatorio
clienteinstalador	password	Contraseña de acceso al sistema para el cliente registrado	String	texto	Obligatorio
clienteinstalador	empresas_favoritas	Arreglo que contiene los id de todas las empresas las cuales el cliente a marcado como favoritas	Array	ObjectId	Obligatorio
clienteinstalador	createdAT	Fecha que almacena el momento en que se crea el registro	Date	2000 - 01 - 01 00 : 00 : 00 a --	Obligatorio
cliente	rol	Rol que identifica el tipo de cliente	texto	empresa	Obligatorio

cliente	estado	Estado que identifica si el cliente se encuentra en un estado activo inactivo	Boolean	True:activo False:Inactivo	Obligatorio
cliente	nombres	Nombres del cliente registrado	String	texto	Obligatorio
cliente	apellidos	Apellidos del cliente registrado	String	texto	Obligatorio
cliente	dni	Documento de identificación	int		Obligatorio
cliente	email	Correo del cliente registrado	String	texto	Obligatorio
cliente	teléfono	teléfono de contacto del cliente registrado	int		Obligatorio
cliente	password	Contraseña de acceso al sistema para el cliente registrado	String	texto	Obligatorio
cliente	empresas_favoritas	Arreglo que contiene los id de todas las empresas las cuales el cliente a marcado como favoritas	Array	ObjectId	Obligatorio
cliente	createdAT	Fecha que almacena el momento en que se crea el registro	Date	2000 - 01 - 01 00 : 00 : 00 a --	Obligatorio
Controlador	modelo	Corresponde al modelo registrado por el cliente para el controlador	String	texto	Obligatorio
Controlador	peso	Peso en kilogramas del equipo	Double	>1	Obligatorio
Controlador	amperaje	Corresponde a la capacidad maxima en amperios que puede soportar el controlador soalr	int	>1	Obligatorio
Controlador	input	Registra los datos de capacidad de entrada del controlador solar	Array	tension max_pv_input_power max_pv_input_voltaje	Obligatorio
Controlador/input	tension	Identifica la tension de funcionamiento que admite el controlador	int	12,24,48	Obligatorio
Controlador/input	max_pv_input_power	Identifica la maxima potencia admitida desde el Arreglo fotovoltaico de acuerdo a la tension especificada	Double	>1	Obligatorio

Controlador/input	max_pv_input_voltaje	Identifica el maximo voltaje admitido por el controlador en una tension determinada	Double	>1	Obligatorio
Controlador	estado	Identifica si el controlador se encuentra visible o inactivo	Boolean	True:activo False:Inactivo	Obligatorio
Controlador	tecnología	Identifica la tecnología a la cual pertenece el controlador	String	texto	Obligatorio
Controlador	descripción	Almacena la descripción proporcionada por el cliente como datos adicionales	String	texto	Obligatorio
Controlador	portada	Almacena la url a la imagen del controlador almacenada en cloudinary	String	texto	Obligatorio
Controlador	createdAt	Fecha que almacena el momento en que se crea el registro	Date	2000 - 01 - 01 00 : 00 : 00 a --	Obligatorio
Empresa	estado	Identifica si la empresa se encuentra visible o inactivo	Boolean	True:activo False:Inactivo	Obligatorio
Empresa	oficinas	Array que almacena los id de todas las oficinas que posee esta empresa	Array	texto	Obligatorio
Empresa	nombre	Nombre o razon social que identifica la empresa	String	texto	Obligatorio
Empresa	nit	Numero de identificacion de la empresa	String	texto	Obligatorio
Empresa	direccion	Direccion de ubicación fisica de la oficina principal de la empresa	String	texto	Obligatorio
Empresa	createdAt	Almacena Date en que se realiza el registro	Date	2000 - 01 - 01 00 : 00 : 00 a --	Obligatorio
Empresa	descripción	Almacena datos adicionales proporcionados por el empresario al momento de crear la empresa	String	texto	Obligatorio
Empresa	email	Almacena el email principal o de contacto de la empresa	String	texto	Obligatorio
Empresa	logo	Almacena la url a la imagen del logo de la empresa almacenada en cloudinary	String	texto	Obligatorio
Inversors	voltaje_in	Almacena el voltaje o tension de funcionamiento en la entrada del inversor en corriente DC	Double		Obligatorio

Inversors	potencia	Identifica la potencia nominal del inversor	int		Obligatorio
Inversors	potencia_pico	identifica la potencia pico admisible por el inverosr	int		Obligatorio
Inversors	peso	Almacena el valor del peso en kilogramos del inversor	Double		Obligatorio
Inversors	estado	Identifica si el inversor se encuentra visible o inactivo	Boolean	True: activo False:Inactivo	Obligatorio
Inversors	modelo	Corresponde al modelo registrado por el cliente para el inversor	String	texto	Obligatorio
Inversors	voltaje_out	Almacena el valor de la salida en corriente dc del inversor	int	110/120/220	Obligatorio
Inversors	tipo	Almacena el valor para la tecnología que identifica al inversor	String	Inversor Inversor_Cargador Inversor_Hibrido	Obligatorio
Inversors	descripción	Almacena datos adicionales proporcionados por el empresario al momento de crear la empresa	String	texto	Obligatorio
Inversors	portada	Almacena la url a la imagen del controlador almacenada en cloudinary	String	texto	Obligatorio
Inversors	createdAt	Almacena Date en que se realiza el registro	Date	2000 - 01 - 01 00 : 00 : 00 a --	Obligatorio
Inversors	eficiencia	Almacena el valor para la eficiencia de funcionamiento del inversor	Double	0-1	Obligatorio
Notificacions	propietarios	Almacena los id correspondientes a todos los clientes que deben ser notificados puesto que sus equipos pertenecen al mismo calculo	Array	propietarioId: ObjectId de propietario estado: El propietario activa elimina la notificacion(True/False)	Obligatorio
Notificacions	potencia	Almacena el valor de la potencia calculada	Double	>1	Obligatorio
Notificacions	ubicacion	Almacena las coordenadas del punto donde se realiza el calculo	Double	Latitud: -90 a +90 Longitud: 0 a 180	Obligatorio
Notificacions	calculo	almacena el id al calculo realizado	ObjectId	texto	Obligatorio

Notificacions	descripción	almacena descripción adicional proporcionada por el cliente al momento de realizar la notificacion	String	texto	Obligatorio
Notificacions	telefono	Almacena el telefono del cliente	int	>1	Obligatorio
Notificacions	correo	almacena correo del cliente	String	texto	Obligatorio
Notificacions	interesado_nombre	Almacena el nombre completo del cliente que autoriza la notificación	String	texto	Obligatorio
Notificacions	createdAt	Almacena Date en que se realiza el registro	Date	2000 - 01 - 01 00 : 00 : 00 a --	Obligatorio
Oficina	ubicacion	Coordenadas del punto en donde se lozaliza la oficina	Point	[Latitud: -90 a +90 : Longitud: 0 a 180]	Obligatorio
Oficina	estado	Identifica si la oficina se encuentra activa o inactiva	Boolean	True:activo False:Inactivo	Obligatorio
Oficina	inversores	Contiene Todos los id que identifican los inversores que pertenecen o estan disponibles en esta oficina	ObjectId	ObjectId	Obligatorio
Oficina	controladores	Contiene Todos los id que identifican los Controladores que pertenecen o estan disponibles en esta oficina	ObjectId	ObjectId	Obligatorio
Oficina	paneles	Contiene Todos los id que identifican los paneles Solares que pertenecen o estan disponibles en esta oficina	ObjectId	ObjectId	Obligatorio
Oficina	baterias	Contiene Todos los id que identifican llas baterias que pertenecen o estan disponibles en esta oficina	ObjectId	ObjectId	Obligatorio
Oficina	nombre	Contiene el nombre o razon social que identifica la oficina	String	texto	Obligatorio
Oficina	telefono	Almacena el numero de telefono principal de la oficina	Double	>1	Obligatorio
Oficina	email	Almacena direccion de correo principal de la oficina	String	texto	Obligatorio
Oficina	direccion	Almacena direccion de Ubicación de la Oficina	String	texto	Obligatorio
Oficina	descripción	Almacena descripciones o datos adicionales proporcionados por el cliente	String	texto	Obligatorio

Oficina	createdAt	Almacena Date en que se realiza el registro	Date	2000 - 01 - 01 00 : 00 : 00 a --	Obligatorio
Panel	potencia	Almacena el Valor correspondiente a la potencia de funcionamiento del panel solar	int	>1	Obligatorio
Panel	voc	Almacena el valor de voltaje de circuito abierto del panel solar	Double	>1	Obligatorio
Panel	isc	Almacena el valor de corriente en corto Circuito del panel solar	Double	>1	Obligatorio
Panel	eficiencia	Almacena valor de eficiencia de conversión del panel solar	Double	1-100	Obligatorio
Panel	tension	Almacena el valor de tension nominal de funcionamiento del panel solar	Int	12/24/48	Obligatorio
Panel	vmpp	Corresponde a voltaje de operación al cual funcionara el panel cuando este entrega su maxima potencia	Double	>1	Obligatorio
Panel	impp	Corresponde a el amperaje que entregara el panel cuando este entrega su maxima potencia	Double	>1	Obligatorio
Panel	peso	Peso del panel solar en Kilogramos	Double	>1	Obligatorio
Panel	noct	Almacena el valor de la temperatura de operación nominal de la celula fotovoltaica, tambien puede denominarse TONC	Double	>1	Obligatorio
Panel	tc_of_isc	Almacena el valor correspondiente al coeficiente de corriente temperatura en condiciones tonc	Double	0-1	Obligatorio
Panel	tc_of_voc	Almacena el valor correspondiente al coeficiente de voltaje temperatura en condiciones tonc	Double	0-1	Obligatorio
Panel	tc_of_pmax	Almacena el valor correspondiente al coeficiente de potencia temperatura en condiciones tonc	Double	0-1	Obligatorio
Panel	estado	Identifica si el panel se encuentra en estado activo o inactivo	Boolean	True:activo False:Inactivo	Obligatorio
Panel	modelo	Corresponde al modelo o nombre del panel solar	String	texto	Obligatorio

Panel	descripción	Corresponde a la descripción proporcionada o parametros adicionales del panel solar	String	texto	Obligatorio
Panel	portada	Almacena la URL de la imagen del panel soalr almacenada en cloudinary	String	texto	Obligatorio
Panel	propietario	Corresponde al indice o identificador del propietario del panel Solar	ObjectId	texto	Obligatorio
Panel	createdAt	Almacena Date en que se realiza el registro	Date	2000 - 01 - 01 00 : 00 : 00 a --	Obligatorio

Bibliografía

Agustín Castejón Oliva, & Germán Santamaría Herranz. (s.f.). *Instalaciones Solares Fotovoltaicas.* Editex.

Calvo, K., Durán, J., Quirós, E., & Malinowski, E. (2018). *MongoDB: alternativas de implementar y consultar documentos.* Costa Rica.

Comunicaciones, S. d. (15 de 08 de 2023). *Alcaldia de Medellin*. Obtenido de Gov.co: https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/energia-solar-definicion-caracteristicas-y-ventajas-de-esta-energia-limpia

Departamento Nacional de Planeación DNP. (2020). *GUÍA PARA LA DEFINICIÓN DE DICCIONARIO DE DATOS DNP.* Bogota.

Garcia Mendive , R. (23 de 11 de 2020). *Hiberus*. Obtenido de https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/tecnologia-gestion-centrales-solares-fotovoltaicas/

García Peñalvo , F. J., & Alicia , G. H. (2018). *Fundamentos de la vista de casos de uso.* Obtenido de Repositorio Grial:

https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1155/1/UML%20-%20Casos%20de%20uso.pdf

Herrera Infante, Diana Catalina;. (19 de 04 de 2023). *Qué es Node.js: Casos de uso comunes y cómo instalarlo*. Obtenido de Hostinger: https://www.hostinger.co/tutoriales/que-es-node-js#%C2%BFQue_es_Nodejs

Hugo Rodriguez Zapata. (27 de 1o de 2021). *Technosun*. Obtenido de Technosun: https://b2b.technosun.com/en/blog/professional-photovoltaic-area-1/solar-panels-12v-24v-and-48v-147#:~:text=Solar%20panels%20classified%20as%2012V,their%20use%20is%20less%20frequent.

Imagine Easy Solutions. (09 de 2016). *Normas APA*. Obtenido de http://normasapa.net/

Lamigueiro, O. P. (2013). *ENERGÍA SOLAR.* Progensa.

LEÓN MENDEZ, M. A. (2020). *DISEÑO Y MODELADO DEL SIMULADOR WEB QUE PERMITE REALIZAR.* Bogota.

Marin, E. (07 de 08 de 2023). *Univergy Solar*. Obtenido de https://univergysolar.com/energias-renovables-desafios-y-barreras/

Mendeley. (09 de 2016). *Mendeley*. Obtenido de https://www.mendeley.com/

Miguel Alonso Abella. (s.f.). *Sistemas Fotovoltaicos.* Madrid.

Ministerio de Educación nacional. (2012). *REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES.* Bogota.

Montes de Oca Hernández, Y., & Brito Díaz, Y. (2012). *Módulo para La Gestión de Información de Trámites Protocolizables Complejos en la notaría Buen Viaje de Santa Clara.* Cuba.

Ordoñez Gutiérrez, Á. V., Méndez Morales, A., & Herrera, M. (2023). *Barreras a la innovación: una revisión sistemática de la literatura.*

Ortiz Tocora, J. D. (2020). *BARRERAS CORPORATIVAS A LA ADOPCIÓN DE.* Bogota.

Pep Puig, M. J. (s.f.). *Energía Solar.*

Polledo, M. R. (2015). *Efecto fotovoltaico en materiales ferroeléctricos en forma.* Madrid.

ROCHA C., R. (2017). *EL MODELO ENTIDAD-RELACIÓN.* Medellin.

Roy Rosenzweig Center for History and New Media. (09 de 2016). *Zotero*. Obtenido de https://www.zotero.org

Sáenz, J. (09 de 09 de 2016). *Wiki Sistemas Digitales*. Obtenido de http://sistdig.wikidot.com

SILVA SARASTY, P. J. (2015). *APLICATIVO PARA DISEÑO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS:.* Pereira.

Style, O. (2012). *Energía Solar Autónoma: Planificación, dimensionado e instalación de un sistema fotovoltaico autónomo.* Oliver Style, 2012.

Style, O. (2012). *Energía Solar Autónoma: Planificación, dimensionado e instalación de un sistema fotovoltaico autónomo.* Oliver Style, 2012.

Suárez, R. (2015). Energías renovables, Impacto y Efectividad. *Revista Científica Ingeniería y Desarrollo en Energía*, 48-53.

Thomson Reuters. (09 de 2016). *EndNote*. Obtenido de http://endnote.com/

UPME. (2015). *Integración de las energías.* Bogota.

Vázquez Fernández, M. (2022). *El mercado de las energias renovables en colombia.* Bogota: ICEX España Exportación e Inversiones, E.P.E.

Willam Bladimir Cevallos Cevallos, R. L. (2019). *"La energía fotovoltaica.* Revista contribuciones a la Economía (enero-marzo 2019).

Zapata, C. M., & Garcés, G. L. (2008). GENERACIÓN DEL DIAGRAMA DE SECUENCIAS DE UML 2.1.1 DESDE ESQUEMAS PRECONCEPTUALES. Envigado Colombia.

Congreso de Colombia. (1982). Ley 23 de 1982. Por la cual se expone el Código Civil.

Congreso de Colombia. (1993). Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y se organiza el Sistema Nacional Ambiental - SINA.

Congreso de Colombia. (2000). Ley 603 de 2000. Por la cual se modifica la Ley 23 de 1982 y se dictan otras disposiciones sobre derechos de autor.

Congreso de Colombia. (2012). Ley 1581 de 2012. Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales.

Congreso de Colombia. (2014). Ley 1715 de 2014. Por la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional.

Congreso de Colombia. (2017). Ley 1834 de 2017. Por la cual se promueve el uso del software libre en las entidades del Estado.

Dirección Nacional de Derecho de Autor. (2016). Resolución 001050 de 2016. Por la cual se establecen los procedimientos para la inscripción de obras en el Registro Nacional de Derechos de Autor.

ICONTEC. (2014). Norma Técnica Colombiana NTC 5613. Sistemas fotovoltaicos. Requisitos de instalación.

Ministerio de Minas y Energía. (2013). Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).

Ministerio de Minas y Energía. (2018). Resolución 000315 de 2018. Por la cual se establecen los requisitos técnicos y de seguridad para la instalación de sistemas de energía solar.

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2018). Política de Gobierno Digital.

Ministerio del Trabajo. (2012). Resolución 1409 de 2012. Por la cual se establece el reglamento de seguridad para trabajo en alturas.

Presidencia de la República. (2019). Decreto 083 de 2019. Por el cual se dictan disposiciones para la implementación de sistemas de energía solar.

Comisión de Regulación de Energía y Gas. (2017). Resolución CREG 030 de 2017. Por la cual se establece el procedimiento para la conexión de sistemas de generación distribuida a la red eléctrica.