
Documento de Especificaciones de Producto [DEP]

Proyecto: SolarWind Emergency Power

Logo

[Mes de año]

Instrucciones para el uso de este formato

Este formato es una plantilla tipo para documentos de requisitos de producto para su desarrollo.

Está basado y es conforme con el estándar IEEE Std 830-1998 y ha sido modificada para su uso en un ambiente de desarrollo mecatrónico simplificado.

El uso de este documento permite capturar la información relevante para desarrollar un producto o algunas de sus partes, sean electrónicas, mecánicas, de software o funcionales.

Las secciones que no se consideren aplicables al sistema descrito podrán de forma justificada indicarse como no aplicables (NA).

Notas:

Los textos en color azul son indicaciones que deben eliminarse y, en su caso, sustituirse por los contenidos descritos en cada apartado.

Los textos entre corchetes del tipo “[Inserte aquí el texto]” permiten la inclusión directa de texto con el color y estilo adecuado a la sección, al pulsar sobre ellos con el puntero del ratón.

Los títulos y subtítulos de cada apartado están definidos como estilos de MS Word, de forma que su numeración consecutiva se genera automáticamente según se trate de estilos “Titulo1, Titulo2 y Titulo3”.

La sangría de los textos dentro de cada apartado se genera automáticamente al pulsar Intro al final de la línea de título. (Estilos Normal indentado1, Normal indentado 2 y Normal indentado 3).

El índice del documento es una tabla de contenido que MS Word actualiza tomando como criterio los títulos del documento.

Una vez terminada su redacción debe indicarse a Word que actualice todo su contenido para reflejar el contenido definitivo.

Ficha del documento

Fecha	Revisión	Autor	Verificado dep. calidad.
25-Oct-24	01	Marcos Jese Rochet Rosario	M.R.
25-Oct-24	01	Keila Esther Canelo Meliton	K.C.

Documento validado por las partes en fecha: [\[Fecha\]](#)

Por el cliente	Por la empresa suministradora
N/A	N/A
Fdo. D./ Dña [Nombre]	Fdo. D./Dña [Nombre]

Contenido

FICHA DEL DOCUMENTO	3
CONTENIDO	4
1 INTRODUCCIÓN	6
1.1 Propósito	6
1.2 Alcance	6
1.3 Personal involucrado	6
1.4 Definiciones, acrónimos y abreviaturas	7
1.5 Referencias	7
1.6 Resumen	7
2 DESCRIPCIÓN GENERAL	8
2.1 Perspectiva del producto	8
2.2 Funcionalidad del producto	8
2.2.1 Generación autónoma de energía renovable:	8
2.2.2 Gestión y almacenamiento de energía:	8
2.2.3 Suministro de energía para dispositivos críticos:	8
2.2.4 Portabilidad y modularidad:	8
2.2.5 Operación resiliente:	8
2.3 Características de los usuarios	9
2.4 Restricciones	9
2.4.1 Restricciones de hardware:	9
2.4.2 Restricciones de metodologías:	10
2.4.3 Normas y estándares aplicables:	10
2.4.4 Restricciones económicas:	10
2.4.5 Restricciones operativas:	10
2.5 Suposiciones y dependencias	10
2.6 Evolución previsible del sistema	10
3 REQUISITOS ESPECÍFICOS	11
3.1 Requisitos comunes de los interfaces	12
3.1.1 Interfaces de usuario	12
3.1.2 Interfaces de hardware	12
3.1.3 Interfaces de software	13
3.2 Requisitos funcionales	14
3.2.1 Requisito funcional 1	14
3.2.2 Requisito funcional 2	14



3.2.3	Requisito funcional 3	15
3.2.4	Requisito funcional 4	15
3.3	Requisitos no funcionales	15
3.3.1	Requisitos de rendimiento	15
3.3.2	Fiabilidad	16
3.3.3	Disponibilidad	16
3.3.4	Mantenibilidad	17

1 Introducción

El presente Documento de Especificaciones de Producto (DEP) tiene como propósito proporcionar una descripción completa del sistema energético híbrido solar-eólico "SolarWind Emergency Power" diseñado para la resiliencia ante desastres naturales.

Objetivo:

El objetivo principal del sistema es garantizar un suministro eléctrico constante en áreas vulnerables a fenómenos meteorológicos adversos, como huracanes, donde las redes eléctricas convencionales suelen fallar.

1.1 Propósito

El propósito de este documento es establecer los requisitos técnicos y funcionales necesarios para el desarrollo del sistema energético híbrido solar-eólico, asegurando que todas las partes involucradas comprendan las especificaciones y lineamientos para su diseño, implementación y evaluación.

Este documento está dirigido a:

- Equipos de diseño e implementación del sistema energético híbrido.
- Especialistas en energías renovables interesados en soluciones para desastres naturales.
- Agencias gubernamentales y organizaciones de gestión de emergencias.

1.2 Alcance

El sistema híbrido combina paneles solares, turbinas eólicas tipo Savonius y un sistema de almacenamiento de energía, diseñado para operar en situaciones de emergencia como huracanes y tormentas tropicales. Su aplicación principal está dirigida a comunidades, hogares y refugios.

1.3 Personal involucrado

Nombre	Marcos Jese Rochet Rosario
Rol	Investigación y desarrollo
Categoría profesional	Tecnólogo en Energías Renovables
Responsabilidades	Investigar y evaluar las tecnologías disponibles a usar
Información de contacto	20220561@itla.edu.do
Aprobación	Aprobado

Nombre	Keila Esther Canelo Meliton
Rol	Estructura y ensamble
Categoría profesional	Tecnólogo en Energías Renovables
Responsabilidades	Ensamblar los componentes y verificar su funcionamiento
Información de contacto	20220269@itla.edu.do
Aprobación	Aprobado

1.4 Definiciones, acrónimos y abreviaturas

- **Sistema híbrido:** Combina dos o más fuentes de energía para generar electricidad.
- **Aerogenerador Savonius:** Turbina eólica de eje vertical caracterizada por su simplicidad y eficiencia en condiciones de viento bajas y turbulentas.
- **Resiliencia:** Capacidad de un sistema para adaptarse y seguir funcionando bajo condiciones adversas.

1.5 Referencias

Referencia	Título	Ruta	Fecha	Autor
1	ESTUDIO TÉCNICO PARA LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO-SOLAR UTILIZANDO UN SISTEMA DE CONTROL	https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/10849/ESTUDIO%20T%C3%89CNICO%20PARA%20LA%20IMPLEMENTACION%20DE%20UN%20SISTEMA%20H%C3%84BRIDO%20E%C3%93LICO-SOLAR%20UTILIZANDO%20UN%20SISTEMA%20DE%20CONTROL%20-%20PG-20-1-06.pdf?sequence=1&isAllowed=y	2021	Arias
2	DISEÑO DE UN SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO SOLAR PARA EL BOMBEO DE AGUA	https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/4dfcc44-a715-4e46-a110-e79b7737c048/content#page=99&zoom=100,148,148	2016	Sánchez
3	ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DE UN SISTEMA HÍBRIDO DE BAJA POTENCIA EÓLICO SOLAR CONECTADO A LA RED.	https://pirhua.udep.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/147df169-6fa7-45e3-899b-5db4ffeaeaa5/content	2014	Serván
4	Global Solar Atlas	https://globalsolaratlas.info/detail?c=18.5649,-69.855881,11&s=18.564697,-69.856012&m=site&pv=small,180,20,1	N/A	N/A
5	Global Wind Atlas	https://globalwindatlas.info/es/area/Dominican%20Republic/Santo%20Domingo	N/A	N/A

1.6 Resumen

El DEP detalla los requisitos esenciales del sistema híbrido solar-eólico, abordando aspectos técnicos, operativos y de implementación. Incluye una descripción clara de sus funcionalidades, las características de los usuarios objetivo, restricciones de diseño, y referencias relevantes. Este documento servirá como guía clave para el desarrollo del sistema, asegurando que cumpla con los estándares necesarios para enfrentar desafíos energéticos en contextos de desastres naturales.

2 Descripción general

2.1 Perspectiva del producto

El sistema energético híbrido solar-eólico es un producto independiente, diseñado para operar de manera autónoma y portátil en situaciones de emergencia. Su principal objetivo es garantizar el suministro energético en áreas afectadas por desastres naturales, como huracanes y tormentas tropicales, donde las redes eléctricas convencionales suelen fallar.

Este sistema no depende de ninguna infraestructura externa para su funcionamiento, ya que combina fuentes de energía renovables (solar y eólica) con un sistema de almacenamiento. Sin embargo, puede integrarse en sistemas mayores, como redes eléctricas descentralizadas o microgrids, para complementar la generación de energía en comunidades rurales o en instalaciones de emergencia más grandes.

2.2 Funcionalidad del producto

El sistema energético híbrido solar-eólico está diseñado para cumplir con las siguientes funcionalidades principales:

2.2.1 Generación autónoma de energía renovable:

- Captar energía solar mediante paneles fotovoltaicos.
- Aprovechar la energía eólica mediante un aerogenerador tipo Savonius, optimizado para bajas velocidades de viento.

2.2.2 Gestión y almacenamiento de energía:

- Controlar el flujo de energía generada mediante un controlador de carga híbrido.
- Almacenar energía en un banco de baterías para garantizar un suministro continuo durante la noche, en días nublados o en ausencia de viento.

2.2.3 Suministro de energía para dispositivos críticos:

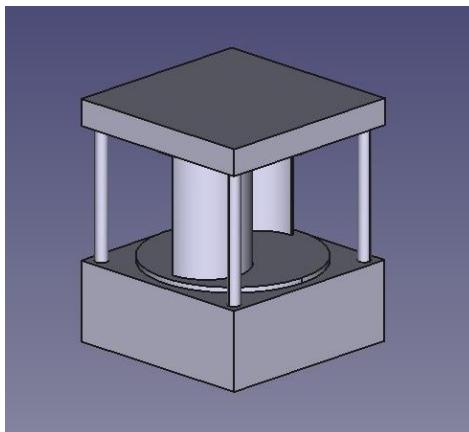
- Alimentar equipos esenciales como routers, iluminación, ventiladores y dispositivos de comunicación en situaciones de emergencia.
- Proporcionar un nivel de energía suficiente para cubrir un consumo aproximado de 2 kWh por día.

2.2.4 Portabilidad y modularidad:

- Permitir un transporte e instalación rápida en zonas afectadas por desastres naturales.
- Configuración adaptable según la demanda energética y las condiciones del lugar.

2.2.5 Operación resiliente:

- Diseñado para soportar condiciones climáticas adversas como fuertes vientos y lluvias.



2.3 Características de los usuarios

Tipo de usuario	Personas que podrían ser afectadas por desastres naturales
Formación	Básica en manejo de equipos eléctricos simples
Habilidades	Capacidad para seguir instrucciones básicas, manejar conexiones simples y realizar mantenimiento preventivo básico
Actividades	Uso del sistema para alimentar dispositivos esenciales

Tipo de usuario	Personal técnico de emergencias
Formación	Formación técnica en sistemas energéticos o eléctricos
Habilidades	Diagnóstico y solución de problemas técnicos en el sistema. Mantenimiento avanzado de componentes
Actividades	Instalación, configuración inicial del sistema y solución de fallas

Tipo de usuario	Organismos de gestión de emergencias
Formación	Formación general en logística y gestión de recursos en emergencias
Habilidades	Planificación y supervisión del despliegue del sistema
Actividades	Supervisión de la distribución y operación de sistemas en diferentes ubicaciones

2.4 Restricciones

2.4.1 Restricciones de hardware:

- **Dimensiones:** El sistema debe tener una base compacta (1m x 1m) y una altura máxima de 0.75m para garantizar su portabilidad y facilidad de transporte por dos personas.
- **Resistencia estructural:** Los materiales utilizados deben soportar condiciones climáticas adversas, como fuertes vientos y lluvias.
- **Capacidad de almacenamiento:** El banco de baterías debe ser capaz de almacenar energía suficiente para cubrir un consumo promedio de 2 kWh diarios.

2.4.2 Restricciones de metodologías:

- El desarrollo debe seguir prácticas de diseño modular para facilitar el ensamblaje y mantenimiento del sistema.
- Es imprescindible garantizar la compatibilidad entre los paneles solares, el aerogenerador Savonius, el controlador de carga y las baterías.

2.4.3 Normas y estándares aplicables:

- Cumplir con normativas internacionales de seguridad eléctrica y calidad para sistemas híbridos renovables (por ejemplo, estándares IEC para paneles solares y aerogeneradores).
- Asegurar el uso de materiales no contaminantes y reciclables, promoviendo la sostenibilidad ambiental.

2.4.4 Restricciones económicas:

- El costo de implementación debe mantenerse dentro de un rango accesible, especialmente para comunidades vulnerables y organizaciones de gestión de emergencias.

2.4.5 Restricciones operativas:

- El sistema debe ser autónomo y no depender de infraestructuras externas como redes eléctricas.
- Debe ser capaz de funcionar eficientemente en condiciones de baja irradiación solar o velocidades de viento reducidas.

2.5 Suposiciones y dependencias

El desarrollo y operación del sistema híbrido solar-eólico asume que las ubicaciones donde se implementará cuentan con recursos renovables mínimos, como una irradiancia solar promedio diaria de al menos 4 kWh/m² y velocidades de viento superiores a 3 m/s, necesarias para el funcionamiento del aerogenerador Savonius. También se presupone que los usuarios tendrán formación básica para manejar sistemas eléctricos simples y que los costos de los componentes, como paneles solares, baterías y aerogeneradores, se mantendrán estables durante la implementación del proyecto.

El rendimiento del sistema depende de la correcta instalación y orientación de los paneles solares y el aerogenerador, además de un mantenimiento periódico básico, como la limpieza de los paneles solares y la revisión de las baterías. Adicionalmente, el sistema requiere baterías compatibles con el controlador de carga híbrido. Las condiciones climáticas específicas, como nubosidad prolongada o ausencia de viento, también pueden influir en su eficiencia.

2.6 Evolución previsible del sistema

El sistema híbrido solar-eólico tiene potencial para varias mejoras futuras que podrían incrementar su eficiencia, adaptabilidad y funcionalidad. Entre las posibles evoluciones, se contempla la incorporación de tecnologías de almacenamiento más avanzadas que

aumenten la capacidad y vida útil del sistema. También se podrían implementar sensores inteligentes para monitorear el rendimiento en tiempo real y optimizar la generación y distribución de energía según las condiciones ambientales.

Adicionalmente, el diseño modular del sistema permite que se explore la escalabilidad, permitiendo integrar más paneles solares o aerogeneradores para aumentar su capacidad en función de necesidades específicas. Finalmente, la integración con sistemas de microgrids o el uso de software de gestión energética podría mejorar la flexibilidad y la interacción con otras fuentes de energía en redes descentralizadas.

3 Requisitos específicos

Número de requisito	RF 1.0
Nombre de requisito	Generación de energía mediante paneles solares y aerogenerador.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Diseño del sistema híbrido.
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

Descripción: El sistema debe integrar paneles solares y un aerogenerador tipo Savonius que generen energía de manera complementaria, asegurando una producción mínima de 650 W bajo condiciones estándar.

Número de requisito	RF 1.1
Nombre de requisito	Gestión de energía mediante controlador híbrido y baterías.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Diseño del sistema híbrido.
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

Descripción: El sistema debe contar con un controlador de carga híbrido que administre eficientemente la energía generada y un banco de baterías capaz de almacenar al menos 2 kWh diarios para uso continuo.

Número de requisito	RF 1.2
Nombre de requisito	Diseño compacto y portátil.
Tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input checked="" type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Requerimientos de movilidad en emergencias.
Prioridad del requisito	<input type="checkbox"/> Alta/Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

Descripción: El sistema debe ser modular y de dimensiones máximas de 1m x 1m x 0.75m, con un peso manejable por dos personas, para facilitar su transporte e instalación en zonas afectadas.

Número de requisito	RF 1.3
Nombre de requisito	Operación bajo condiciones climáticas adversas.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Requerimientos de movilidad en emergencias.
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

Descripción: El sistema debe ser resistente a vientos de hasta 100 km/h y lluvia intensa, asegurando su funcionamiento continuo durante emergencias.

Número de requisito	RF 1.4
---------------------	--------

Nombre de requisito	Alimentación de dispositivos esenciales.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Especificaciones de emergencia.
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

Descripción: El sistema debe proporcionar energía suficiente para alimentar dispositivos como routers, iluminación, ventiladores y puntos de carga USB, garantizando un consumo total de 2 kWh diarios.

3.1 Requisitos comunes de los interfaces

El sistema híbrido solar-eólico tiene interfaces clave para la comunicación y control de los componentes del sistema. A continuación se detallan las entradas y salidas del sistema:

3.1.1 Interfaces de usuario

El sistema híbrido solar-eólico debe contar con una interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar, que permita a los usuarios gestionar y monitorear el rendimiento del sistema en tiempo real. Los requisitos principales son los siguientes:

Pantalla de monitoreo:

- **Descripción:** El sistema incluirá una pantalla que muestre datos sobre el estado del sistema, tales como la generación de energía, el nivel de carga de las baterías y el rendimiento de los aerogeneradores.

- **Elementos clave de la interfaz:**

Indicadores de energía generada: Se mostrarán las cantidades de energía generada por los paneles solares y el aerogenerador, representadas en kilovatios hora (kWh).

Estado de las baterías: Un gráfico de barras o un indicador numérico mostrará el porcentaje de carga de las baterías.

Condiciones climáticas: Se mostrarán datos relevantes como la velocidad del viento (para el aerogenerador) y la irradiación solar (para los paneles solares).

Alertas del sistema: El sistema debe alertar visualmente sobre problemas como un bajo nivel de carga en las baterías o mal funcionamiento de algún componente.

Diseño visual:

- **Estilo:** La interfaz debe ser clara, sin elementos innecesarios que distraigan al usuario.

3.1.2 Interfaces de hardware

El sistema híbrido solar-eólico cuenta con diversas interfaces de hardware para la conexión y operación eficiente de sus componentes. A continuación, se describen las características lógicas de estas interfaces:

1. Conexión entre los paneles solares y el controlador de carga híbrido:

Cableado directo en corriente continua (DC).

Características lógicas:

- Voltaje de entrada: 12V o 24V.
- Protección contra sobrevoltaje y desconexión por bajo voltaje.
- Detección automática de fallas en los paneles solares.

2. Conexión entre el aerogenerador Savonius y el controlador de carga híbrido:

Cableado de corriente continua (DC) con terminales específicos para sistemas de generación eólica.

Características lógicas:

- Voltaje de entrada: 12V o 24V.
- Protección contra sobrecarga por ráfagas de viento.
- Regulación de velocidad del aerogenerador para evitar daños en caso de vientos extremos.

3. Conexión entre el controlador de carga híbrido y el banco de baterías:

Cableado de corriente continua (DC) con terminales protegidos contra polaridad inversa.

Características lógicas:

- Voltaje nominal: 12V o 24V, según la configuración del banco de baterías.
- Monitoreo continuo del estado de carga y descarga de las baterías.
- Protección contra sobrecarga y descarga profunda para prolongar la vida útil de las baterías.

4. Conexión entre el controlador de carga híbrido y las cargas:

Cableado de corriente continua (DC) o corriente alterna (AC) dependiendo de las cargas conectadas.

Características lógicas:

- Regulación automática de voltaje para adaptarse a los dispositivos conectados.
- Salidas configurables para cargas prioritarias (iluminación, dispositivos de comunicación, etc.).

5. Sistema de monitoreo y alarmas:

Interfaces electrónicas para sensores de temperatura, voltaje, y corriente.

Características lógicas:

- Recopilación de datos sobre el rendimiento del sistema en tiempo real.
- Activación de alarmas en caso de condiciones críticas, como sobrecalentamiento o falla de componentes.

3.1.3 Interfaces de software

El sistema híbrido solar-eólico está diseñado para integrarse con otros productos de software que facilitan el monitoreo, control y gestión eficiente del sistema energético, entre los cuales están:

1. Software de monitoreo local

El software de monitoreo local es una aplicación gráfica integrada en la pantalla del sistema. Este software muestra en tiempo real los datos operativos del sistema, incluyendo la generación de energía, el estado de las baterías y el rendimiento del aerogenerador.

Propósito del interfaz: Permitir a los usuarios observar y gestionar directamente el funcionamiento del sistema desde su ubicación física.

Definición del interfaz, conteniendo y formato: Presenta una interfaz gráfica de usuario clara y concisa, con indicadores visuales de la energía generada, el estado de las baterías, las condiciones climáticas y las alertas del sistema.

2. Aplicación móvil para monitoreo remoto

La aplicación móvil es una herramienta desarrollada para móviles que permite a los usuarios acceder a la información del sistema híbrido solar-eólico de manera remota. Esta aplicación se conecta al sistema a través de una red Wi-Fi.

Propósito del interfaz: Facilitar el monitoreo y control del sistema desde cualquier ubicación, proporcionando a los usuarios la capacidad de supervisar el rendimiento y recibir alertas sin necesidad de estar físicamente presentes en el sitio del sistema.

Definición del interfaz, conteniendo y formato: La interfaz de la aplicación móvil incluye un Dashboard principal, detalles del sistema, configuración y control, alertas y notificaciones, interfaz amigable.

3.2 Requisitos funcionales

3.2.1 Requisito funcional 1

Validación de las entradas

El software debe verificar la validez de los datos recibidos de los sensores de irradiancia solar, velocidad del viento, voltaje y corriente, asegurando que se encuentren dentro de los rangos establecidos.

Acciones fundamentales:

- Validar que las entradas se ajusten a los parámetros esperados:
- Velocidad del viento: 0-15 m/s.
- Voltaje de entrada de paneles solares: 12V-24V.
- Generar alertas y descartar valores fuera de rango para evitar cálculos erróneos.

3.2.2 Requisito funcional 2

Procesamiento y distribución de energía

El software debe procesar los datos generados por los paneles solares y el aerogenerador, tomando decisiones en tiempo real sobre cómo distribuir la energía generada.

Acciones fundamentales:

- Determinar las necesidades de carga de las baterías y la demanda de las cargas conectadas.
- Priorizar la carga de las baterías si su nivel está por debajo del 35%.
- Enviar directamente la energía generada a las cargas cuando las baterías estén completamente cargadas.
- Equilibrar dinámicamente la distribución de energía entre las cargas y el banco de baterías.

3.2.3 Requisito funcional 3

Gestión de situaciones anormales

El software debe detectar condiciones anormales en el sistema y activar medidas de protección para evitar daños en los componentes.

Acciones fundamentales:

- Identificar sobrecargas, fallos en la comunicación entre sensores, y niveles bajos de batería.
- Activar alarmas visuales y auditivas para informar al usuario de las anomalías detectadas.
- Implementar acciones correctivas, como desconectar componentes afectados o limitar la generación de energía.

3.2.4 Requisito funcional 4

Generación y presentación de resultados

El software debe procesar y presentar al usuario los resultados operativos del sistema de manera clara y comprensible.

Acciones fundamentales:

- Generar y almacenar reportes sobre la energía producida, el consumo y el estado de las baterías.
- Proveer gráficos históricos de rendimiento y tendencias de generación y consumo.
- Mostrar indicadores en tiempo real sobre el estado del sistema en una interfaz gráfica.
- Permitir al usuario acceder a los datos desde una interfaz local o remota.

3.3 Requisitos no funcionales

3.3.1 Requisitos de rendimiento

Rendimiento de generación de energía:

El sistema debe ser capaz de generar un mínimo de 650 W de potencia en condiciones estándar.

Rendimiento del almacenamiento:

El banco de baterías debe tener capacidad suficiente para almacenar al menos 2 kWh de energía, asegurando un suministro continuo durante 24 horas en caso de baja generación.

Capacidad de carga soportada:

El sistema debe ser capaz de alimentar simultáneamente hasta **5 dispositivos** críticos, incluyendo:

- 1 router de internet.
- 3 bombillas LED de bajo consumo.
- 1 ventilador de tamaño estándar.
- 1 toma de corriente para carga de dispositivos móviles.

El sistema debe garantizar que la alimentación de estos dispositivos no se interrumpa durante el 99% del tiempo de operación diaria, siempre que las baterías estén cargadas al menos al 35%.

Tiempo de respuesta del sistema:

El software debe procesar y responder a los datos de entrada (como niveles de generación y estado de las baterías) en menos de 1 segundo, ajustando dinámicamente la distribución de energía.

3.3.2 Fiabilidad

Tolerancia a fallos:

El sistema debe continuar operando parcialmente en caso de fallos en uno de los subsistemas principales (paneles solares o aerogenerador). Por ejemplo, si el aerogenerador falla, el sistema debe depender exclusivamente de la energía solar para mantener las cargas prioritarias.

Verificación periódica:

El sistema debe realizar autocomprobaciones automáticas cada semana para verificar la funcionalidad del controlador de carga y la integridad del banco de baterías.

3.3.3 Disponibilidad

Condiciones críticas:

En situaciones de emergencia (por ejemplo, durante un huracán o sus secuelas inmediatas), el sistema debe mantener una disponibilidad del 95%, asegurando que las cargas críticas (iluminación, comunicación y ventilación) reciban energía.

Continuidad operativa:

Durante períodos de baja generación, el sistema debe garantizar al menos 6 horas de suministro continuo a las cargas críticas mediante el banco de baterías.

Recuperación de disponibilidad:

Ante un fallo temporal, el sistema debe restablecer su operación al 100% de capacidad en un tiempo no mayor a 30 minutos, siempre que las condiciones de generación lo permitan.

Acceso al sistema:

Las interfaces de monitoreo (local y remota) deben estar disponibles al menos el 98% del tiempo, asegurando que los usuarios puedan acceder a datos en tiempo real y gestionar el sistema de manera eficiente.

3.3.4 Mantenibilidad

Tipo de mantenimiento:

El sistema requiere dos tipos principales de mantenimiento:

Mantenimiento preventivo: Inspecciones y acciones regulares para garantizar el funcionamiento óptimo de los componentes.

Mantenimiento correctivo: Reparaciones y ajustes necesarios en caso de fallos o desgastes detectados.

Responsable del mantenimiento:

- **Usuarios:** Realizar inspecciones visuales básicas, como verificar la limpieza de los paneles solares y el estado físico de los cables y conectores y reportar alertas o fallos observados en el sistema a los técnicos responsables.
- **Técnicos especializados:** Ejecutar pruebas funcionales en el controlador de carga, aerogenerador y banco de baterías; además de reparar o reemplazar componentes dañados, como fusibles, conectores o módulos del sistema.