

---

## Especificación de requisitos de software

Proyecto: **Control de riego**  
Revisión 1



# **Instrucciones para el uso de este formato**

*Este formato es una plantilla tipo para documentos de requisitos del software.*

*Está basado y es conforme con el estándar IEEE Std 830-1998.*

*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.*

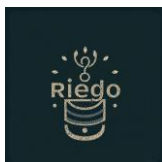
*Una vez terminada su redacción debe indicarse a Word que actualice todo su contenido para reflejar el contenido definitivo.*

Ficha del documento

Fecha	Revisión	Autor	Verificado dep. calidad.
06/12/20024	04	Victor Valentin	-

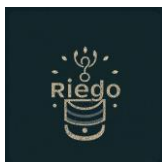
Documento validado por las partes en fecha: 06/12/20024

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



## Contenido

<b>FICHA DEL DOCUMENTO</b>	<b>3</b>
<b>CONTENIDO</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>
<b>5</b>	
<b>1.1 Propósito</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>1.2 Alcance</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>1.3 Personal involucrado</b>	<b>6</b>
<b>1.4 Definiciones, acrónimos y abreviaturas</b>	<b>7</b>
<b>1.5 Referencias</b>	<b>7</b>
<b>1.6 Resumen</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>2</b>	<b>DESCRIPCIÓN GENERAL</b>
<b>7</b>	
<b>2.1 Perspectiva del producto</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>2.2 Funcionalidad del producto</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>2.3 Características de los usuarios</b>	<b>8</b>
<b>2.4 Restricciones</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>2.5 Suposiciones y dependencias</b>	<b>9</b>
<b>2.6 Evolución previsible del sistema</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>REQUISITOS ESPECÍFICOS</b>
<b>10</b>	
<b>3.1 Requisitos comunes de los interfaces</b>	¡Error! Marcador no definido.
3.1.1	Interfaces de usuario
¡Error! Marcador no definido.	
3.1.2	Interfaces de hardware
¡Error! Marcador no definido.	
3.1.3	Interfaces de software
¡Error! Marcador no definido.	



3.1.4	Interfaces de comunicación
¡Error! Marcador no definido.	
3.2 Requisitos funcionales	¡Error! Marcador no definido.
3.2.1	Requisito funcional 1
¡Error! Marcador no definido.	
3.2.2	Requisito funcional 2
¡Error! Marcador no definido.	
3.2.3	Requisito funcional 3
¡Error! Marcador no definido.	
3.2.4	Requisito funcional n
¡Error! Marcador no definido.	
3.3 Requisitos no funcionales	¡Error! Marcador no definido.
3.3.1	Requisitos de rendimiento
11	
3.3.2	Seguridad
¡Error! Marcador no definido.	
3.3.3	Fiabilidad
¡Error! Marcador no definido.	
3.3.4	Disponibilidad
¡Error! Marcador no definido.	
3.3.5	Mantenibilidad
¡Error! Marcador no definido.	
3.3.6	Portabilidad
¡Error! Marcador no definido.	
3.4 Otros requisitos	¡Error! Marcador no definido.
4	APÉNDICES
14	



### 1.1.1 Introducción

La introducción de la Especificación de Requisitos de Software (SRS) para el proyecto "**Sistema de Monitoreo y Control de Riego Automatizado**" proporciona una descripción general del documento. Este SRS detalla los objetivos, el alcance, las definiciones, los acrónimos, las referencias y una visión general del sistema que se desarrollará. El documento servirá como guía para el desarrollo, implementación y evaluación del sistema.

## 1.1 Propósito

El propósito de este documento es describir de manera clara y detallada los requisitos funcionales y no funcionales necesarios para el diseño e implementación del "**Sistema de Monitoreo y Control de Riego Automatizado**". Este sistema busca automatizar el riego agrícola mediante sensores y actuadores, con el objetivo de optimizar el uso del agua y facilitar el trabajo del agricultor.

Este documento está dirigido a:

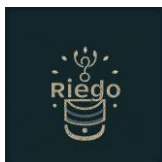
- **Desarrolladores:** quienes se encargarán del diseño y programación del sistema.
- **Integradores:** responsables de ensamblar los componentes electrónicos y mecánicos.
- **Usuarios finales:** agricultores interesados en implementar tecnologías de bajo costo para mejorar sus prácticas agrícolas.
- **Supervisores y evaluadores del proyecto:** quienes revisarán y aprobarán los avances y resultados del sistema.

## 1.2 Alcance

El "**Sistema de Monitoreo y Control de Riego Automatizado**" será un sistema basado en un microcontrolador ESP32, sensores de humedad, temperatura y pH del suelo, y actuadores como bombas y válvulas solenoides. Este sistema permitirá:

- **Monitoreo en tiempo real** de las condiciones del suelo a través de una interfaz móvil o web.
- **Automatización del riego** al detectar niveles críticos de humedad, optimizando el uso del agua.
- **Control remoto** para activar o desactivar el riego según las necesidades del usuario.

El sistema será compatible con pequeñas y medianas parcelas agrícolas, proporcionando una solución económica y eficiente. La descripción será consistente con la visión general del sistema presentada en documentos de nivel superior relacionados con este proyecto.



## 2 Personal involucrado

Nombre	Victor Valentín Suero E.
Rol	Desarrollador principal del sistema de riego
Categoría profesional	Ingeniero en Mecatrónica
Responsabilidades	Diseño del sistema, programación de controladores, integración de sensores y pruebas finales.
Información de contacto	suero.ev@email.com
Aprobación	Aprobado por el líder de proyecto

### 2.1 Definiciones, acrónimos y abreviaturas

SRS: Software Requirements Specification (Especificación de Requisitos de Software).

IoT: Internet de las cosas.

PID: Proporcional, Integral y Derivativo, técnica utilizada en control automático.

ESP32: Microcontrolador utilizado para la implementación del sistema.

API: Interfaz de programación de aplicaciones

### 2.2 Referencias

Referencia	Título	Ruta	Fecha	Autor
Ref. [1]	Manual de desarrollo en ESP32	<a href="http://www.esp32.com/manual">www.esp32.com/manual</a>	2023-05-15	Espressif Systems
Ref. [2]	Implementación de sistemas IoT en agricultura	<a href="http://www.iot-agri.org">www.iot-agri.org</a>	2024-01-10	Dr. Pedro Gómez

### 2.3 Resumen

Este documento proporciona una Especificación de Requisitos de Software (SRS) detallada para el sistema de monitoreo y control de riego automatizado. El objetivo principal de este proyecto es desarrollar un sistema que optimice el uso de agua en la agricultura mediante la recolección de datos ambientales y la automatización de los procesos de riego.

El documento está organizado de la siguiente manera:

- **Introducción:** Presenta el propósito del sistema, el alcance y los objetivos generales del proyecto.
- **Descripción General:** Incluye la perspectiva del producto, la funcionalidad, y las restricciones o dependencias que afectan al diseño del sistema.



- **Requisitos Específicos:** Detalla todos los requisitos funcionales y no funcionales, incluyendo interfaces, rendimiento, seguridad y fiabilidad, entre otros aspectos.
- **Apéndices:** Proporciona información adicional relevante que complementa el cuerpo principal del documento, como diagramas de arquitectura y normativas aplicables.

### 3 Descripción general

#### 3.1 Perspectiva del producto

El "**Sistema de Monitoreo y Control de Riego Automatizado**" es un producto independiente que está diseñado para facilitar el riego eficiente en parcelas agrícolas. Aunque se puede integrar dentro de sistemas más grandes de automatización agrícola o IoT (Internet de las Cosas), este sistema puede operar de manera autónoma en ambientes más pequeños o medianos.

El sistema se compondrá principalmente de un microcontrolador ESP32, sensores para medir la humedad del suelo, temperatura y pH, y actuadores como bombas y válvulas solenoides para el control del flujo de agua. Estos componentes están interconectados mediante un bus de datos controlado por el ESP32, que comunica la información de los sensores a una interfaz de usuario (UI) para su monitoreo y control.

#### Diagrama del sistema:

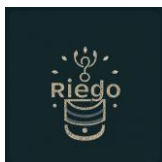
- El **ESP32** se conecta a los **sensores de humedad, temperatura y pH** para obtener datos sobre las condiciones del suelo.
- Los **actuadores (bomba y válvula solenoide)** se controlan a través de señales enviadas por el ESP32 en función de los parámetros de humedad y pH del suelo.
- **Interfaz de usuario** (app móvil o web): permite la visualización de datos en tiempo real y la intervención manual en el control del riego.

#### 3.2 Funcionalidad del producto

El sistema de monitoreo y control de riego automatizado tiene las siguientes funcionalidades principales:

1. **Monitoreo en tiempo real de las condiciones del suelo:**  
El sistema captura de forma continua la humedad, temperatura y pH del suelo mediante los sensores, proporcionando datos actualizados al usuario.
2. **Automatización del riego:**  
El sistema decide automáticamente cuándo activar el riego según los niveles de humedad detectados, optimizando el uso del agua y evitando el riego excesivo.
3. **Control remoto:**  
A través de una aplicación móvil o página web, el usuario puede controlar





manualmente el sistema de riego, activando o desactivando la bomba o válvulas en función de las necesidades del cultivo.

4. **Alertas** y **notificaciones:**  
El sistema envía alertas al usuario si las condiciones del suelo (por ejemplo, el pH o la humedad) están fuera de los parámetros óptimos, permitiendo al agricultor tomar decisiones informadas sobre el riego o la intervención en el suelo.
5. **Almacenamiento** de **datos:**  
El sistema almacena los datos históricos de humedad, temperatura y pH para su análisis posterior, ayudando en la optimización del riego y en la planificación agrícola a largo plazo.
6. **Eficiencia** **energética:**  
El sistema está diseñado para consumir la menor cantidad de energía posible, utilizando energía de fuentes renovables como paneles solares o mediante la gestión eficiente de las bombas y válvulas.

### 3.1 Características de los usuarios

Tipo de usuario	civil
Formación	bachiller
Habilidades	Manejo básico de tecnología
Actividades	Instalación de sistema de riego

### 3.2 Restricciones

Al diseñar y desarrollar el "**Sistema de Monitoreo y Control de Riego Automatizado**", se deben considerar las siguientes restricciones:

1. **Limitaciones** de **hardware:**  
El sistema dependerá de componentes específicos como el microcontrolador **ESP32**, sensores de humedad, temperatura y pH, y actuadores (bombas y válvulas solenoides). Las características de estos componentes (como el rango de operación, consumo de energía y precisión) pueden limitar el alcance del sistema.
2. **Consumo** de **energía:**  
El sistema debe ser diseñado para ser energéticamente eficiente, especialmente si se utiliza en áreas agrícolas donde la infraestructura eléctrica es limitada. Se debe considerar el uso de **paneles solares** o baterías recargables, lo que podría limitar la cantidad de energía disponible para los sensores y actuadores.
3. **Conectividad:**  
Dado que el sistema se basará en **Wi-Fi** para la comunicación con la interfaz de usuario, la **conectividad a Internet** debe ser estable y accesible en las áreas rurales donde se implementará el sistema. En zonas con señal débil o inestable, podría ser necesario integrar **comunicaciones alternativas** (como el uso de Bluetooth o módulos de radiofrecuencia).
4. **Normativas** de **seguridad:**  
El sistema debe cumplir con las **normas de seguridad eléctrica y ambiental**



locales, especialmente en cuanto al manejo de componentes eléctricos en ambientes húmedos y al uso de productos químicos para medir el pH del suelo.

5. **Restricciones de desarrollo:**

El desarrollo del software se realizará en **lenguajes compatibles con el ESP32**, como **C/C++** usando el entorno de desarrollo **PlatformIO**. Los lenguajes o herramientas que no sean compatibles con este entorno no serán considerados.

6. **Interfaz de usuario:**

La interfaz de usuario (ya sea en una aplicación móvil o página web) debe ser sencilla y de fácil acceso, lo cual puede limitar las opciones de diseño visual o funcional.

### 3.2 Suposiciones y dependencias

El éxito de este proyecto depende de varias suposiciones y condiciones que, si cambian, podrían afectar los requisitos del sistema. Estas son algunas de las suposiciones y dependencias clave:

1. **Disponibilidad de componentes:**

Se asume que los componentes como el **ESP32**, los sensores de humedad, temperatura y pH, y las bombas de agua estarán disponibles y serán lo suficientemente asequibles para ser integrados en el sistema. Si alguno de estos componentes se vuelve obsoleto o más costoso, se podría ver afectado el costo y la viabilidad del proyecto.

2. **Disponibilidad de Wi-Fi:**

Se supone que las zonas donde se implementará el sistema tienen cobertura de **Wi-Fi** adecuada. Si en el futuro se requiere usar una tecnología diferente (como **Lora** o **GSM**), las especificaciones del sistema tendrían que modificarse.

3. **Compatibilidad con sistemas operativos:**

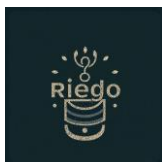
El sistema asumirá que el microcontrolador **ESP32** será compatible con los sistemas operativos empleados para el desarrollo, como **Arduino IDE** y **PlatformIO**. Si se cambia a otro sistema operativo que no sea compatible, el desarrollo del software deberá ser ajustado.

4. **Confiabilidad de sensores y actuadores:**

El sistema supone que los sensores de humedad, temperatura y pH proporcionarán lecturas confiables y que los actuadores (bombas y válvulas solenoides) funcionarán con la frecuencia y precisión necesarias. Cualquier cambio en la disponibilidad o la calidad de estos componentes afectará el rendimiento del sistema.

### 3.3 Evolución previsible del sistema

El sistema "**Sistema de Monitoreo y Control de Riego Automatizado**" puede evolucionar en varias áreas a lo largo del tiempo. Algunas posibles mejoras futuras son:



1. **Integración de nuevas tecnologías de sensores:**  
Se podría incorporar tecnología más avanzada en los sensores, como **sensores de calidad de agua** o **sensores de nutrientes del suelo**, para ampliar la gama de parámetros monitoreados y mejorar el control del riego.
2. **Implementación de algoritmos de inteligencia artificial:**  
A futuro, se podría integrar **aprendizaje automático** para que el sistema optimice los patrones de riego en función de datos históricos y pronósticos climáticos, adaptándose a las condiciones cambiantes de los cultivos.
3. **Monitoreo multicanal:**  
El sistema podría evolucionar para permitir el **monitoreo de varios puntos** de una finca agrícola, en lugar de limitarse a una sola área, permitiendo un control más preciso y extendido.
4. **Mejora en la interfaz de usuario:**  
La interfaz podría evolucionar para ser más **intuitiva y amigable**, con gráficos avanzados, pronósticos automáticos y recomendaciones personalizadas para el agricultor, todo accesible desde una plataforma móvil o web.
5. **Automatización de otros aspectos agrícolas:**  
El sistema podría expandirse para controlar otros sistemas agrícolas, como la **iluminación artificial** para cultivos en invernaderos o la **ventilación** en sistemas de cultivo hidropónico.

#### 4 requisitos específicos

Esta sección describe los requisitos detallados que el **Sistema de Monitoreo y Control de Riego Automatizado** debe cumplir para garantizar su correcto funcionamiento y cumplir con las expectativas de los usuarios. Los requisitos se agrupan en diversas categorías, como interfaces, requisitos funcionales y no funcionales, con el fin de proporcionar claridad al equipo de desarrollo y a los encargados de las pruebas.

Los requisitos se presentan en listas numeradas, y cada uno se detalla con su número, nombre, tipo, fuente y prioridad, seguido de una descripción completa.

Número de requisito	RF-01		
Nombre de requisito	Monitoreo de humedad del suelo		
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito	<input type="checkbox"/> Restricción	
Fuente del requisito	Usuarios finales y especificaciones del cliente		
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial	<input type="checkbox"/> Media/Deseado	<input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

#### 4.1 Requisitos comunes de los interfaces

En esta sección se describen todos los interfaces que el sistema utilizará para interactuar con usuarios, hardware y otros sistemas. Cada tipo de interfaz se detalla a continuación.

##### 4.1.1 Interfaces de usuario



El sistema proporcionará una interfaz de usuario (UI) tanto en una aplicación móvil como en una página web para facilitar el monitoreo y control del riego. La interfaz debe cumplir con los siguientes requisitos:

- **Diseño intuitivo:** La interfaz debe ser sencilla, fácil de navegar y entender, incluso para usuarios sin experiencia técnica.
- **Visualización de datos en tiempo real:** Mostrar la humedad, temperatura y pH del suelo en gráficos o tablas de fácil lectura.
- **Control manual del sistema:** Permitir al usuario activar o desactivar el sistema de riego (bomba y válvula solenoide) mediante botones en la UI.
- **Alertas y notificaciones:** Incluir un sistema de alertas para informar al usuario si los parámetros del suelo (humedad, temperatura, pH) están fuera de los valores ideales.
- **Estilo visual:** El diseño debe ser claro y profesional, utilizando colores suaves y con un esquema fácil de leer, adaptado a los requisitos de accesibilidad.

#### 4.1.2 Interfaces de hardware

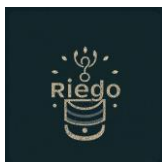
El sistema interconectará diversos componentes de hardware, como sensores y actuadores, con el microcontrolador **ESP32**. Las características de estos interfaces incluyen:

- **Sensores de humedad, temperatura y pH:** Deben estar conectados al ESP32 a través de interfaces de comunicación digital o analógica, proporcionando datos precisos a intervalos regulares.
- **Actuadores (bombas y válvulas solenoides):** El ESP32 enviará señales para activar o desactivar estos dispositivos. Los actuadores estarán conectados a través de relés o transistores controlados por el ESP32.
- **Alimentación:** El sistema de hardware debe operar bajo un rango de voltaje adecuado para todos los dispositivos involucrados, asegurando la estabilidad y fiabilidad del sistema.

#### 4.1.3 Interfaces de software

El sistema debe ser capaz de integrarse con software adicional, si es necesario. Las características de la interfaz de software incluyen:

- **Aplicación móvil y web:** La aplicación deberá interactuar con el microcontrolador **ESP32** para recibir los datos de los sensores y enviar las órdenes de control de los actuadores.
- **Interfaz de comunicación API (si se requiere):** Si se desea integrar con otros sistemas, se debe desarrollar una API RESTful que permita que los datos del sistema se compartan con otras aplicaciones o plataformas de monitoreo agrícola.
- **Formato de datos:** El sistema deberá utilizar formatos de intercambio de datos estándar como JSON o XML para facilitar la integración con otros sistemas.



#### 4.1.4 Interfaces de comunicación

El sistema empleará **Wi-Fi** como protocolo principal para la comunicación entre el **ESP32** y la interfaz de usuario (app web o móvil). Además, los protocolos de comunicación incluirán:

- **Protocolo HTTP/HTTPS:** Utilizado para la transmisión de datos entre el microcontrolador y la interfaz de usuario.
- **MQTT (opcional):** Si se considera necesario para una integración más robusta o IoT, se podrá emplear el protocolo MQTT para la comunicación en tiempo real con otros dispositivos o sistemas.
- **Seguridad:** El sistema debe asegurar que las comunicaciones estén cifradas (HTTPS, TLS) para proteger los datos del usuario

#### 4.2 Requisitos funcionales

Los requisitos funcionales describen las funciones que el sistema debe realizar al recibir datos, procesarlos y generar los resultados esperados. Los requisitos funcionales incluyen:

##### 4.2.1 Requisito funcional 1

- **Número de requisito:** RF 1
- **Nombre de requisito:** Monitoreo de condiciones del suelo
- **Tipo:** Requisito
- **Fuente del requisito:** Documento de especificación del sistema
- **Prioridad del requisito:** Alta/Esencial

##### Descripción:

El sistema debe monitorear continuamente los niveles de humedad, temperatura y pH del suelo a través de los sensores. Los valores obtenidos deben actualizarse cada 5 segundos y ser enviados al servidor para su procesamiento y visualización en la interfaz de usuario.

##### 4.2.2 Requisito funcional 2

- **Número de requisito:** RF 2
- **Nombre de requisito:** Control automático del riego
- **Tipo:** Requisito
- **Fuente del requisito:** Documento de especificación del sistema
- **Prioridad del requisito:** Alta/Esencial

##### Descripción:

El sistema debe activar automáticamente el riego (bomba y válvula solenoide) cuando el nivel de humedad del suelo esté por debajo de un valor predeterminado. La respuesta debe ser inmediata para evitar que las plantas se queden sin agua.



#### 4.2.3 Requisito funcional 3

- **Número de requisito:** RF 3
- **Nombre de requisito:** Alertas y notificaciones
- **Tipo:** Requisito
- **Fuente del requisito:** Documento de especificación del sistema
- **Prioridad del requisito:** Media/Deseado

**Descripción:**

El sistema debe enviar notificaciones al usuario cuando los parámetros del suelo (humedad, temperatura o pH) se encuentren fuera del rango ideal. Las notificaciones deben incluir recomendaciones sobre la acción a tomar.

#### 4.2.4 Requisito funcional 4

- **Número de requisito:** RF 4
- **Nombre de requisito:** Control manual del riego
- **Tipo:** Requisito
- **Fuente del requisito:** Documento de especificación del sistema
- **Prioridad del requisito:** Media/Deseado

**Descripción:**

El usuario debe poder desactivar el sistema de riego de manera manual desde la interfaz de usuario (app móvil o página web). Además, debe tener la opción de ajustar los parámetros de humedad, temperatura y pH.

#### 4.3 Requisitos no funcionales

Los requisitos no funcionales son aquellos que definen las características y limitaciones del sistema que no están relacionadas directamente con las funciones, pero que son cruciales para su desempeño.

- **Rendimiento:** El sistema debe ser capaz de manejar la entrada y salida de datos sin retrasos significativos, con una latencia máxima de 2 segundos entre la actualización de los sensores y la visualización en la UI.
- **Escalabilidad:** El sistema debe ser escalable para permitir la expansión del número de sensores y actuadores, sin afectar significativamente el rendimiento del sistema.
- **Seguridad:** El sistema debe incluir medidas de seguridad robustas, como el cifrado de las comunicaciones y el control de acceso basado en roles para asegurar que solo usuarios autorizados puedan modificar configuraciones críticas.
- **Fiabilidad:** El sistema debe funcionar sin interrupciones durante un mínimo de 1.000 horas de operación continua, garantizando la precisión y disponibilidad de los datos.

#### • 3.3.1 Requisitos de rendimiento



El sistema debe ser capaz de manejar una carga adecuada para garantizar un funcionamiento eficiente y rápido bajo diversas condiciones. Los requisitos de rendimiento incluyen:

- **Número de usuarios simultáneos:** El sistema debe ser capaz de soportar al menos 100 usuarios simultáneamente sin una degradación significativa en el rendimiento.
- **Número de transacciones por segundo:** El sistema debe ser capaz de procesar al menos 50 transacciones por segundo (por ejemplo, solicitudes de datos de sensores y comandos de control del riego).
- **Tiempo de respuesta:** El 95% de las consultas y transacciones del sistema deben completarse en menos de 2 segundos, incluyendo la actualización de datos de sensores y la respuesta del sistema de riego.
- **Escalabilidad:** El sistema debe poder manejar hasta 10.000 dispositivos de sensores conectados sin una caída en el rendimiento.
- **3.3.2 Seguridad**

La seguridad del sistema debe ser robusta para proteger la información crítica y evitar accesos no autorizados. Los requisitos de seguridad incluyen:

- **Criptografía:** Toda la información sensible, como las credenciales de acceso y los datos de los sensores, debe ser cifrada utilizando técnicas criptográficas como SSL/TLS para garantizar la privacidad y la integridad de los datos.
- **Registros de actividad:** El sistema debe generar y almacenar registros de actividad ("logs") detallados sobre las interacciones de los usuarios y las operaciones del sistema, como los accesos a la interfaz, las modificaciones en los parámetros y las activaciones del riego.
- **Control de acceso:** El sistema debe implementar autenticación de usuarios mediante contraseñas fuertes y autorización basada en roles, asegurando que solo los usuarios autorizados puedan realizar modificaciones en la configuración o acceder a los datos sensibles.
- **Integridad de la información:** El sistema debe verificar la integridad de los datos de los sensores y las configuraciones de riego mediante sumas de comprobación o hashes para garantizar que no hayan sido modificados maliciosamente o por error.
- **3.3.3 Fiabilidad**

El sistema debe ser altamente fiable para evitar fallos durante su funcionamiento, especialmente en entornos agrícolas críticos. Los requisitos de fiabilidad incluyen:

- **Tiempo medio entre fallos (MTBF):** El sistema debe tener un tiempo medio entre fallos de al menos 1.000 horas de funcionamiento continuo.
- **Tolerancia a fallos:** El sistema debe ser capaz de continuar operando de forma segura, aunque uno de sus componentes principales falle, mediante la implementación de mecanismos de redundancia y recuperación automática.





- **Mantenimiento preventivo:** Se debe realizar un mantenimiento preventivo para detectar y resolver posibles fallos antes de que afecten la operación del sistema.

- **3.3.4 Disponibilidad**

El sistema debe garantizar una alta disponibilidad para asegurar su funcionamiento continuo. Los requisitos de disponibilidad incluyen:

- **Disponibilidad del sistema:** El sistema debe tener una disponibilidad mínima del 99.5%, lo que significa que debe estar operativo durante al menos 99.5% del tiempo total de funcionamiento.
- **Mantenimiento programado:** El tiempo de inactividad planificado para mantenimiento no debe exceder las 4 horas mensuales.

- **3.3.5 Mantenibilidad**

El sistema debe ser fácil de mantener para asegurar su operación continua y eficiente. Los requisitos de mantenibilidad incluyen:

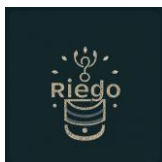
- **Mantenimiento preventivo:** El sistema debe permitir la detección de problemas antes de que afecten la operación. Las tareas de mantenimiento preventivo deben incluir la actualización de software, la revisión de la configuración y la calibración de los sensores.
- **Responsabilidad de mantenimiento:** Las tareas de mantenimiento deben ser realizadas por un desarrollador o ingeniero encargado del sistema, especialmente para las actualizaciones de software y la resolución de problemas de hardware.
- **Frecuencia de mantenimiento:** El sistema debe generar informes de actividad y estadísticas de uso de forma semanal y mensual, y permitir al personal de mantenimiento revisar los registros de actividad y solucionar problemas si es necesario.

- **3.3.6 Portabilidad**

El software debe estar diseñado para ser fácilmente portable a diferentes entornos y plataformas. Los requisitos de portabilidad incluyen:

- **Independencia de la plataforma:** El sistema debe ser independiente de cualquier plataforma de hardware o sistema operativo específico. Debe poder ejecutarse en plataformas basadas en Linux, Windows o sistemas embebidos compatibles con ESP32.
- **Lenguaje y compilador:** El software debe ser desarrollado en un lenguaje ampliamente compatible y portable, como C/C++, y debe utilizar un compilador que sea compatible con múltiples sistemas operativos y arquitecturas de hardware.
- **Dependencias del servidor:** El sistema debe minimizar el uso de componentes dependientes de un servidor específico, y siempre que sea posible, utilizar servicios en la nube o servidores configurables.





- **3.4 Otros requisitos**

Cualquier otro requisito que no se ajuste a las categorías anteriores debe ser especificado en esta sección. Ejemplos incluyen:

- **Requisitos culturales y políticos:** Si el sistema se utiliza en distintas regiones o países, debe cumplir con normativas locales y requisitos culturales que puedan influir en la forma de interacción con los usuarios o en la visualización de los datos.
- **Requisitos legales:** El sistema debe cumplir con las leyes locales e internacionales sobre protección de datos, como la **Reglamento General de Protección de Datos (GDPR)** si se manejan datos personales de los usuarios.

#### 4 Apéndices

Los apéndices contienen información adicional y relevante que puede ser útil para comprender mejor los detalles de la Especificación de Requisitos de Software (SRS), pero que no es fundamental para la sección principal del documento. A continuación se detallan los posibles apéndices para este documento:

- **Apendice A: Diagramas de Arquitectura del Sistema**  
Diagramas que muestran la estructura general del sistema, incluyendo la interacción entre los componentes de hardware, software y comunicaciones.
- **Apendice B: Glosario de Términos**  
Definiciones de términos clave utilizados en el documento y en el sistema para garantizar una comprensión común.
- **Apendice C: Normativas y Estándares Relevantes**  
Listado de los estándares y normativas legales que deben cumplirse, como las relacionadas con la seguridad de datos o las regulaciones agrícolas.
- **Apendice D: Plan de Pruebas**  
Descripción de los planes de prueba necesarios para asegurar que el sistema cumple con los requisitos funcionales y no funcionales establecidos.
- **Apendice E: Referencias**  
Cualquier documento adicional o fuente externa relevante para el desarrollo del proyecto, como manuales, investigaciones previas, o fuentes de datos.