

PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA

RECINTOS DE CULTIVO HOGAREÑOS

AUTOGESTIONADOS

Morcecian, Carlos Armen – LU 133895

Ingeniería en Informática

Ottaviano, Ignacio Javier – LU 1013391

Ingeniería en Informática

Tutor:

Rousselot, Julián. Universidad Argentina de la Empresa.

17 de Marzo del 2016



UNIVERSIDAD ARGENTINA DE LA EMPRESA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS

1. RESUMEN

En las últimas décadas, gracias al avance de las tecnologías alimentarias, la humanidad ha sido testigo de grandes cambios en la forma en que se cultivan los alimentos y, en consecuencia, en la forma en que nos alimentamos.

Los cultivos transgénicos permiten un mayor volumen de alimentos gracias a la resistencia que presentan a distintos factores ambientales, como por ejemplo, a ciertas plagas y a determinadas condiciones climáticas. También, a través de este tipo de cultivos se puede obtener una mejora en la calidad de los alimentos.

Sin embargo, en los últimos años se han cuestionado los beneficios de los alimentos transgénicos y su incidencia sobre la salud humana. Como consecuencia, se generó una nueva contracultura que vuelve a resaltar el poder y los beneficios de los cultivos orgánicos.

Teniendo en cuenta este nuevo paradigma y el avance tecnológico de los últimos años, en áreas como la domótica y la programación, desarrollamos un producto de rápida implementación, modificación, soporte y venta, que brinda la posibilidad de manejar en forma remota una huerta hogareña.

Para ello, hicimos un relevamiento de aquellas plantas que pueden ser cultivados en espacios reducidos y de sus necesidades. Identificamos la luz y el agua como los parámetros más importantes a tener en cuenta.

De acuerdo a la necesidad de cada cultivo, el producto desarrollado ofrece la posibilidad de controlar en forma remota la humedad del suelo y la luz. En función de esta información se realiza un análisis de los datos para la creación reglas, que pueden ser activadas por el usuario. Estas permitirán que el sistema administre la luz y el agua que el cultivo necesita diariamente.

Creemos que la solución desarrollada permitirá eliminar una barrera que presenta actualmente el uso de cultivos orgánicos, ofreciendo la oportunidad de consumir alimentos de mejor calidad.

2. ABSTRACT

In recent decades, thanks to advances in food technology, mankind has witnessed a change in the way of growing food and consequently, the way in which we feed.

Genetically modified crops allow a greater volume of food due to their resistance to various environmental factors, for example, certain pests and weather conditions. Also, they produce an improvement in the food quality.

On the other hand, the benefits of the genetically modified crops and its incidence in human health have been questioned in the last years. As a result, a counterculture was generated. It highlights the power and the benefits of organic crops.

Based on this new paradigm and the technological advances of recent years, in areas such as home automation and programming; we were able to develop a product with fast implementation, modification and sales support that offers the possibility to remotely manage a home.

To do so, we surveyed the main crops with potential to be germinated and items that require greater attention from each, identifying the light and water as the most important values to consider.

According to the need of cultivation, the developed product provides the ability to remotely control soil moisture and light. Based on this information performs an analysis of the data and creates rules. This information allows the system to manage light and water the crop needs daily.

We believe that developed solution contribute to eliminate a barrier that is currently present on the use of organic farming. Offering the opportunity to consume higher quality foods.

Contenido

1.	RESUMEN	2
2.	ABSTRACT	3
3.	INTRODUCCIÓN.....	7
4.	ANTECEDENTES	9
4.1.	ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS	9
4.1.1.	TRANSGÉNESIS. DEFINICIÓN E HISTORIA	9
4.1.2.	DESARROLLO MUNDIAL Y MERCADO ACTUAL.....	13
4.1.3.	BENEFICIOS	13
4.1.4.	RIESGOS POTENCIALES	14
4.2.	AGRICULTURA ORGÁNICA	15
4.2.1.	DESARROLLO MUNDIAL Y MERCADO ACTUAL.....	17
4.2.2.	BENEFICIOS DE LOS ALIMENTOS ORGÁNICOS.....	17
4.3.	DOMÓTICA	18
5.	DESCRIPCIÓN.....	19
5.1.	DISPOSITIVO DESARROLLADO	19
5.1.1.	ARDUINO.....	19
5.1.2.	RASPBERRY PI.....	20
5.1.3.	ELECCIÓN DE LA PLACA BASE	20
5.1.4.	ESPECIFICACIÓN DEL PROTOTIPO	21
	PLACA CONTROLADORA.....	21
	ETHERNET SHIELD	22
	RELAY.....	23
	SERVOMOTOR	23
	SENSOR DE HUMEDAD EN TIERRA	24
	SENSOR DE LUMINOSIDAD	25
5.1.5.	ARQUITECTURA FINAL DE LA PLACA INTEGRADA.....	26
5.2.	SERVIDOR DE ALMACENAMIENTO DE EVENTOS.....	27
5.2.1.	BASE DE DATOS RELACIONAL.....	27
5.2.2.	BASE DE DATOS NO-SQL	28

5.2.3.	ELECCIÓN DE SISTEMA DE ALMACENAMIENTO	29
5.3.	APLICACIÓN.....	29
5.3.1.	ESTRUCTURA DE LA APLICACIÓN	30
5.3.2.	TIPOS DE CULTIVO	31
5.3.3.	UMBRAL DE LUZ ACEPTABLE.....	32
5.3.4.	NIVEL DE HUMEDAD EN SUELO	33
5.3.5.	REGLAS	34
5.3.6.	REGLA PARA ANÁLISIS DE LUZ.....	35
5.3.7.	REGLA PARA ANÁLISIS DE HUMEDAD EN SUELO	35
6.	METODOLOGÍA DE DESARROLLO.....	36
6.1.	PARADIGMA Y METODOLOGÍA SELECCIONADOS	36
6.1.1.	SCRUM.....	36
6.1.1.1.	ROLES	37
6.1.1.2.	ELEMENTOS DE SCRUM.....	39
6.2.	ALCANCE FUNCIONAL	41
6.3.	HISTORIAS DE USUARIO	41
6.4.	DIAGRAMA DE DOMINIO	46
6.5.	DIAGRAMA DE ARQUITECTURA.....	47
6.6.	ARQUIECTURA DE COMUNICACIÓN ENTRE DISPOSITIVOS.....	48
6.7.	DIAGRAMA DE INFRAESTRUCTURA	48
6.8.	DIAGRAMA DE CLASES	49
6.9.	DIAGRAMAS DE SECUENCIA	50
7.	ANALISIS FINANCIERO.....	55
7.1.	FUERZAS DE PORTER.....	55
7.2.	INVERSIÓN INICIAL Y COSTOS FIJOS	56
7.3.	INGRESOS	58
7.4.	FLUJO DE CAJA.....	58
7.5.	PRINCIPALES INDICADORES.....	60
7.5.1.	VALOR ACTUAL NETO (VAN).....	60
7.5.2.	TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).....	61

7.6.	RETORNO DE INVERSIÓN (ROI).....	62
7.7.	DIAGRAMA DE GANTT	63
8.	PRUEBAS REALIZADAS	64
9.	CONCLUSIONES.....	66
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	67
11.	ANEXO I – LA INTERFAZ GRÁFICA	70
12.	ANEXO 2 - LA INTERFAZ DE CONEXIÓN DEL DISPOSITIVO	72

3. INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos, ha surgido un nuevo modelo o una nueva tendencia en la alimentación: el consumo de alimentos orgánicos. Esta tendencia surge como consecuencia de volver a lo natural, de cuidar la salud humana y de velar por el equilibrio del planeta.

Hoy en día, además de consumir alimentos orgánicos, muchas personas están interesadas en implementar sus propios espacios de cultivo o huertas hogareñas porque consideran interesantes los beneficios que aportan este tipo de alimentos. Sin embargo, a la hora de hacerlo se encuentran con una barrera. La planta no solo requiere una ubicación en el exterior o cerca de una ventana para obtener luz, sino que también necesita un riego adecuado para poder desarrollarse. Esto hace que la implementación de pequeñas huertas hogareñas sea poco viable para aquellas personas que viven en pequeños ambientes y/o no disponen del tiempo y el espacio para cultivarlas.

El objetivo de este trabajo es diseñar una herramienta simple para la gestión remota y automatizada de recintos de cultivos hogareños (huertas hogareñas). De esta manera se podrán controlar las condiciones que necesitan las plantas desde un lugar remoto. A su vez, es una manera de fomentar el consumo de alimentos de mejor calidad a través del armado de huertas orgánicas.

El presente trabajo está organizado en una serie de etapas. A continuación, se detalla brevemente el contenido de cada una de ellas.

En la sección Antecedentes, se analiza la problemática actual que presenta el mercado de los alimentos transgénicos, y como, en contraposición a esto, surge el nuevo paradigma de la agricultura orgánica. Se introduce al lector en el tema de los alimentos transgénicos (origen, desarrollo, ubicación en el mercado, etc.) y la alternativa que ofrecen los cultivos orgánicos. También se desarrolla el concepto de domótica, tecnología en la cual se sustenta la solución desarrollada.

En la descripción, se detallan los elementos que forman parte la solución diseñada. Estos son: el dispositivo basado en un microcomputador de bajo costo, el servidor de almacenamiento de eventos y la aplicación web para la gestión y automatización de tareas.

En la metodología de desarrollo, se fundamenta el paradigma y las metodologías de desarrollo utilizados. También se detallan todos los elementos que componen el análisis y diseño de la solución, como lo son el diagrama de dominio, el diagrama de clases, los diagramas de secuencia, de arquitectura y de infraestructura.

El análisis financiero busca sustentar la solución desde un punto de vista económico. Se demuestra mediante diversos indicadores la rentabilidad de la solución a lo largo del tiempo. Se incluye el detalle de la inversión inicial y el flujo de caja para los primeros períodos.

En las secciones de pruebas realizadas y en la discusión, se describen detalladamente las pruebas a las que fue sometida la aplicación y los resultados obtenidos en cada uno de los puntos que se considera de relevancia.

Por último, la conclusión refleja los comentarios finales del trabajo, planteando los puntos que se consideraron al inicio y su resultado luego de su implementación. En esta sección se intentará demostrar el éxito de la solución.

4. ANTECEDENTES

En esta sección, se abordarán diferentes aspectos teóricos relacionados con la solución desarrollada, los cuales permiten la fundamentación del problema original y su consiguiente solución planteada.

Específicamente, se tratarán las áreas que corresponden a organismos genéticamente modificados, alimentos orgánicos y domótica. Estos tres elementos conforman los conceptos claves sobre los cuales se apoyan el dispositivo diseñado.

4.1. ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS

Para comenzar a abordar este punto, podemos decir que *“un organismo genéticamente modificado (OGM) es un organismo cuyo patrimonio genético ha sido transformado por la técnica de la transgénesis”*¹. Esta definición podría ser cuestionada o rebatida ya que, durante la transmisión de la información genética de padres a hijos pueden producirse alteraciones en el material genético (ADN) que son netamente azarosas. Estas alteraciones o cambios en el ADN se denominan mutaciones y pueden darse en condiciones naturales; es decir, sin aplicar ninguna técnica. En este caso, también podríamos hablar de organismos genéticamente modificados, pero sin la intervención del ser humano.

4.1.1. TRANSGÉNESIS. DEFINICIÓN E HISTORIA

*“La transgénesis es el proceso que consiste en el traspaso de genes hacia otro organismo o en desplazarlos en el interior de un mismo organismo y hacer que se expresen en su nuevo entorno”*².

El traspaso de un gen de un organismo a otro es posible porque el ADN presenta la característica de ser universal; es decir, que todos los seres vivos poseen el mismo sistema de codificación y expresión de la información genética. Esta característica ofrece la posibilidad teórica de que la información contenida dentro de un determinado gen pueda expresarse en cualquier ser vivo.

¹ ¿Por qué los OMG?, www.unesco.org/most/Dp1es.pdf

² OMG. El campo de las Incertidumbres, <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001246/12623s.pdf>

Reciben el nombre de alimentos transgénicos, aquellos alimentos que fueron producidos a partir de un organismo modificado genéticamente mediante técnicas de ingeniería genética.

La ingeniería genética es el conjunto de técnicas de laboratorio mediante las cuales se interviene en el material genético. De esta manera, es posible que ciertas características deseadas se expresen en la descendencia de un organismo, que de otra manera no se hubiesen expresado.

La biotecnología es la disciplina que utiliza seres vivos o partes de seres vivos, como células o moléculas, para la producción de bienes y servicios. A partir del nacimiento de la ingeniería genética surge la biotecnología moderna, que para crear bienes y servicios a partir de seres vivos manipula el material genético.

Algunas ventajas que presenta la biotecnología moderna son:

- **Aumento del rendimiento de los cultivos.** Se pueden producir más alimentos con menos recursos y disminuir la pérdida de las cosechas por enfermedades o plagas, así como por factores ambientales.
- **La reducción del uso de plaguicidas.** Al modificar un organismo con el fin de hacerlo resistente a ciertos factores o plagas, se utilizan menos productos químicos, los cuales suelen causar grandes daños ambientales y en la salud de quienes consumen los alimentos tratados con ellos.
- **El aumento de valor nutritivo de ciertos alimentos.** Es posible introducir vitaminas y proteínas adicionales en ciertos alimentos, como también suprimir alérgenos y toxinas naturales.

La secuencia cronológica de los principales hallazgos dentro de la biología (Fig. 1) es de utilidad para comprender la evolución de la biotecnología.

1840

Los seres vivos estan constituidos por celulas.

1859

Darwin: la existencia es una lucha donde ciertas características facilitan la adaptacion al medio.

1866

Mendel funda la genetica clasica.

1902

Capacidad de las celulas vegetales de regenerar una planta entera.

1909

Gen = vector material de la herencia.

1910

Los genes son localizados en los cromosomas.

1914

Efecto heterosis (superioridad de los hibridos con relacion al mejor parentesco).

1944

ADN = soporte material de la herencia.

1950

Cultivo de plantas *in vitro*.

1953

Estructura en doble helice del ADN (inicios efectivos de la genetica molecular).

Años 60

Lazos entre herencia y funcionamiento celular (un gen → una proteina → una funcion). Puesta en evidencia de los principales mecanismos de regulacion de la expresion genetica. Instrumentos moleculares que permiten intervenir sobre el ADN.

Figura 1: Cronología de los principales hallazgos dentro de la biología.

Fuente: www.unesco.org/most/FULL1B.pdf

En la siguiente imagen (Fig. 2) se puede observar un esquema que explica cómo se fabrican los organismos genéticamente modificados o transgénicos.

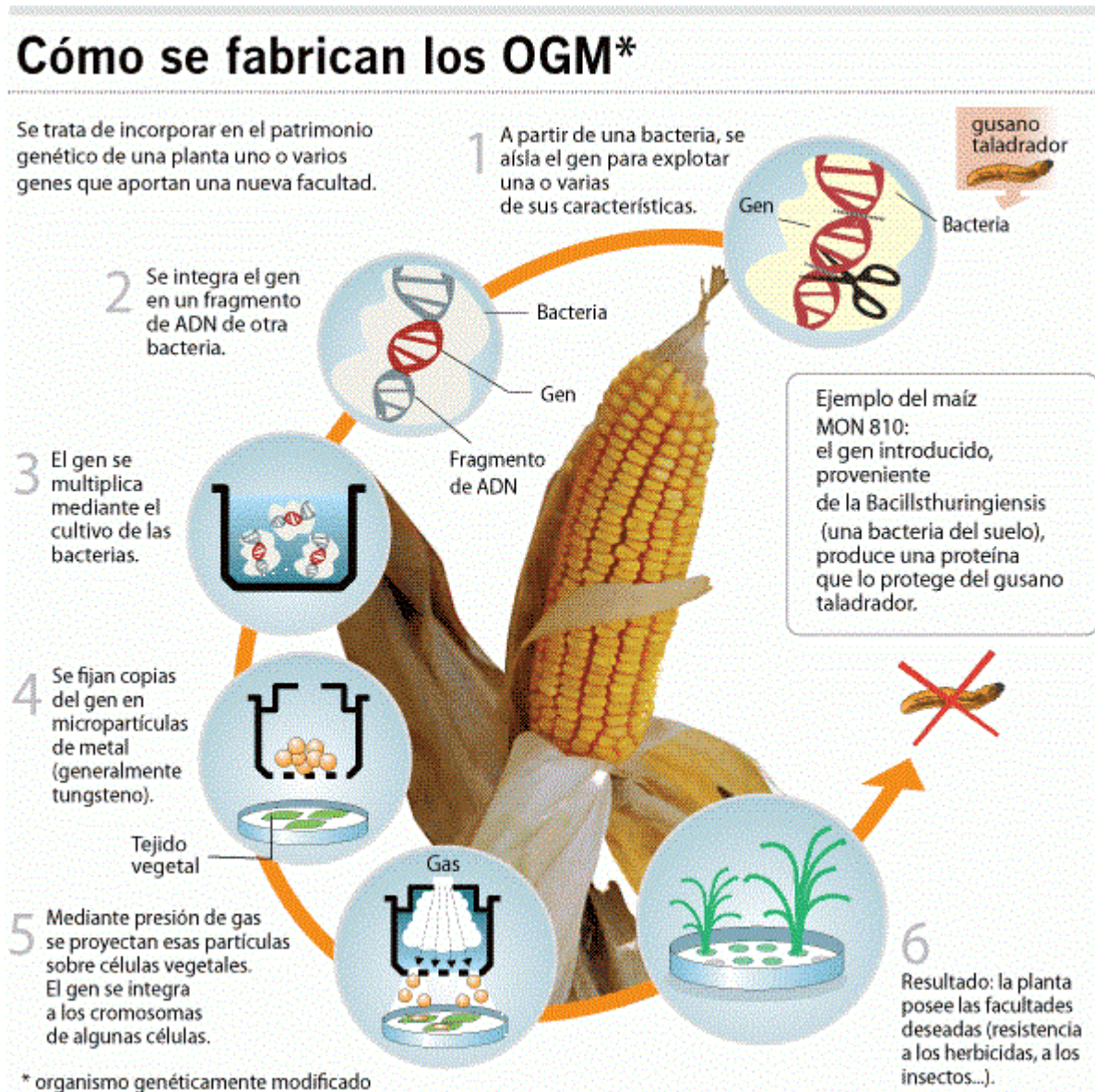


Figura 2: Esquema del desarrollo de un OGM*.

4.1.2. DESARROLLO MUNDIAL Y MERCADO ACTUAL

Actualmente, el desarrollo de la transgénesis vegetal demuestra un modelo productivista de agricultura. Poco a poco, las plantas transgénicas creadas en un primer momento en laboratorios de investigación, comenzaron a ser producidas por algunas de las compañías agroquímicas que fabrican productos fitosanitarios como los herbicidas, los insecticidas o los fertilizantes. Estas empresas, en un primer momento, comercializaron los OGM que modifican los caracteres agronómicos de grandes cultivos como el maíz, el algodón y la soja entre otros. Lo hicieron en países industrializados, con el objetivo de aumentar las ventas de sus propios productos fitosanitarios.

4.1.3. BENEFICIOS

La principal ventaja que presentan ciertos cultivos transgénicos, como el algodón, la papa y el maíz, es la tolerancia a los insectos. Estas plantas se encargan de producir una proteína que es tóxica para los insectos. El gen que produce dicha proteína proviene de una bacteria que habita en el suelo, *Bacillus thuringiensis* (Bt). Otros beneficios logrados a través de la manipulación genética son: una mayor tolerancia a la sequía y la tolerancia a ciertos virus y/o herbicidas.

La industria agroalimentaria también ha obtenido beneficios a través de los OGM. Algunas bacterias se utilizan para producir industrialmente enzimas que se utilizan en la industria alimentaria.

En las plantas, muchas de las modificaciones genéticas se utilizan para mejorar las características nutricionales, organolépticas y tecnológicas de los productos. Por ejemplo, para mejorar el color, el sabor y controlar la maduración de los frutos.

Otros proyectos, como la reducción de las proteínas alergénicas del arroz, la introducción en la fruta y las legumbres de un gen que produce una proteína natural azucarada que no aporte calorías o la incorporación de genes en oleaginosas para la producción de ácidos grasos insaturados, están en la etapa de estudio y experimentación.

4.1.4. RIESGOS POTENCIALES

Existen numerosos estudios que describen los riesgos que supone la utilización de alimentos modificados genéticamente, tanto para el ambiente como para el organismo humano. Entre los riesgos potenciales para el ambiente se encuentran:

- **La diseminación de transgenes.** Los genes que fueron modificados pueden dispersarse en variedades de plantas no transgénicas de la misma especie y/o de especies emparentadas. Por ejemplo, se podría transmitir un gen resistente a un herbicida a una maleza. Como consecuencia esta se haría resistente, provocando un desequilibrio ambiental.
- **Aparición de resistencia a herbicidas.** Como muchos cultivos genéticamente modificados son resistentes a herbicidas, se utilizan herbicidas totales para eliminar las plantas no deseadas. Así, estas plantas pueden generar resistencia a esos productos. Por otro lado, puede producirse una mayor contaminación del suelo por su uso excesivo y sin control.
- **Aparición de resistencia a insecticidas.** La utilización de un insecticida durante mucho tiempo y a gran escala tiene como consecuencia la selección de insectos resistentes a dicho insecticida. Estos organismos tienen la ventaja de reproducirse rápidamente y, de esta manera, pasar esa resistencia de una generación a otra. Este fenómeno también es válido para las plantas transgénicas que utilizan los genes de la bacteria *Bt* (Bacteria del suelo que produce una proteína tóxica para los insectos. Ver apartado 4.1.3).
- **Efectos sobre la biodiversidad.** La biodiversidad es el conjunto de especies que habitan un ambiente determinado. Cuando se introducen o modifican genes por ingeniería genética la selección de variedades es más acelerado, lo que podría alterar el equilibrio del ambiente.

Entre los potenciales efectos negativos sobre la salud humana, podríamos mencionar el desarrollo de alergias. Al transferir un gen de un organismo a otro, por ejemplo de una bacteria a una planta, podría producirse una proteína con nuevas características que sea desconocida para el ser humano y que podría comportarse como un alérgeno, causando una reacción alérgica en personas susceptibles a ella. Por otro lado, una nueva proteína podría alterar el metabolismo de la planta y producir alguna sustancia que resulte tóxica para el ser humano cuando la ingiere. Todas estas cuestiones deben estudiarse en el laboratorio.

4.2.AGRICULTURA ORGÁNICA

La agricultura orgánica se puede definir como un sistema integral de producción agropecuaria que está sustentado en prácticas de manejo ecológico. Su principal objetivo es alcanzar una productividad sostenida basada en la conservación y/o la recuperación de los recursos naturales. La agricultura orgánica utiliza métodos que respetan el ambiente desde las etapas de producción hasta las etapas de procesamiento y manipulación. Además, restringe el uso de productos químicos de origen sintético.

Este sistema de producción tiende a promover el equilibrio del ecosistema, aprovechando los ciclos y la actividad biológica del suelo. Se basa en el ingreso mínimo de agentes externos y en aquellas prácticas que restauren, protejan y mantengan la armonía ecológica.

La agricultura orgánica se sustenta en cuatro principios:

- **El principio de salud.** *“La agricultura orgánica debe sostener y promover la salud del suelo, las plantas, los animales, las personas y planeta como una sola e indivisible”*³. Suelos saludables producen alimentos saludables y fomentan la salud de las personas. Por eso la agricultura debe producir alimentos nutritivos y de buena calidad y evitar el uso de sustancias pesticidas, fertilizantes y conservantes sintéticos.

³ Los principios de la agricultura orgánica. www.ifoambio/sites/default/files/poa_spanish_web.pdf

- **El principio de ecología.** *“La agricultura orgánica debe estar basada en sistemas y ciclos ecológicos vivos, trabajar con ellos, emularlos y ayudar a sostenerlos”*⁴. La producción de alimentos debe estar basada en procesos amigables con el ambiente para no alterar su equilibrio. El reciclaje y el manejo eficiente de los recursos y la energía forman parte de este principio.
- **El principio de equidad.** *“La agricultura orgánica debe estar basada en relaciones que aseguren equidad con respecto al ambiente común y a las oportunidades de vida”*⁵. Los recursos naturales y ambientales que se usan para la producción y consumo tienen que ser gestionados de tal manera que sea justa social y ecológicamente. Se deben mantener como legado para las futuras generaciones.
- **El principio de precaución.** *“La agricultura orgánica debe ser gestionada de una manera responsable y con precaución para proteger la salud y el bienestar de las generaciones presentes y futuras y el ambiente”*⁶. La agricultura orgánica es un sistema vivo y dinámico. Su eficiencia y la productividad puede ser incrementadas mientras no comprometan la salud. Las nuevas tecnologías que se vayan a aplicar deben ser evaluadas y los métodos existentes revisados periódicamente.

La elaboración de alimentos orgánicos se basa en normas definidas y específicas de producción. Los requisitos para que los alimentos producidos sean considerados orgánicos, difieren de los que se utilizan para otros productos agrícolas. Las normas que regulan la agricultura orgánica prohíben la utilización de fertilizantes y los plaguicidas sintéticos, los conservantes químicos sintéticos y los organismos genéticamente modificados.

⁴ Los principios de la agricultura orgánica. www.ifoambio/sites/default/files/poa_spanish_web.pdf

⁵ Ídem.

⁶ Ídem.

4.2.1. DESARROLLO MUNDIAL Y MERCADO ACTUAL

En los últimos 10 años, la producción de alimentos orgánicos presentó un crecimiento importante. Actualmente, más de 100 países producen alimentos bajo las normas de la agricultura orgánica. En algunos países europeos como Alemania, Francia e Inglaterra, representa un tercio de la producción total de alimentos. Lo llamativo es que, a pesar de que los costos de producción y el precio de venta de los productos orgánicos son más elevados, la producción va en aumento y las personas los prefieren. Es que este tipo de alimentos tiene ciertas ventajas que los hacen más atractivos a la hora de elegirlos (ver apartados 4.2 y 4.2.2).

Nuestro país es el segundo productor de alimentos orgánicos después de Australia. Si bien la mayor parte de la producción se exporta, el consumo local ha crecido en los últimos años. Es que a la calidad de los alimentos orgánicos se le suma el cuidado y el compromiso con el ambiente. Por eso es tan importante que las personas se animen a tener una huerta hogareña.

4.2.2. BENEFICIOS DE LOS ALIMENTOS ORGÁNICOS

Como vimos anteriormente, mediante la agricultura orgánica se pueden producir alimentos a la vez que se conserva la naturaleza. Este tipo de práctica, no solo favorece y cuida el ecosistema, sino que también cuida y protege nuestra salud.

A continuación, se presenta una lista con algunos de los beneficios que tienen los alimentos orgánicos:

- Son más seguros para la salud y para el ambiente porque los cultivos no fueron tratados con pesticidas y/o fertilizantes sintéticos.
- No contienen aditivos químicos sintéticos (saborizantes, conservantes).
- Tienen más vitaminas y minerales que los alimentos convencionales.
- Poseen mayor cantidad de antioxidantes.
- Tienen mejor color, sabor y aroma que los otros alimentos.
- No solo protegen la salud del consumidor, sino también la del productor (no está en contacto con productos agroquímicos).

- Ayudan a prevenir el calentamiento global, porque no se utilizan agroquímicos, cuya producción requiere el uso de combustibles fósiles.

4.3. DOMÓTICA

El término domótica se utiliza para denominar el conjunto integrado de sistemas tecnológicos orientado al uso doméstico. De esta manera, productos tecnológicos de diferentes áreas, como la electricidad, la electrónica, la informática, la robótica y las telecomunicaciones, convergen y se integran en un sistema con el objeto de proveer aplicaciones y servicios que son de gran utilidad para las personas.

La domótica es una disciplina muy interesante ya que fusiona la tecnología con el hogar. No solo implica el uso y la adopción de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en el hogar, sino que su aplicación facilita cambios en el uso y en la funcionalidad de la vivienda:

“La domótica es el conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de las viviendas, que permite la gestión del uso eficiente de la energía, que aporta seguridad y confort, además de una comunicación entre el usuario y el sistema”⁷.

Un sistema domótico es capaz de recoger información que proviene de sensores o entradas ubicados en lugares estratégicos de la vivienda u oficina (sensores de humo, humedad, movimiento, temperatura, etc.). Después de procesar la información recibida, emite órdenes que se ejecutan a través de actuadores o salidas (centrales telefónicas, motores, etc.). Por otro lado, el sistema también puede acceder a redes exteriores de comunicación o información. De esta manera, a través de este sistema integrado, es posible encender y apagar luces y electrodomésticos, climatizar o ventilar una vivienda, correr toldos, cortinas y persianas, regular el riego del jardín, como así también el suministro de agua, gas y electricidad, entre otras cosas.

La domótica es una herramienta a través de la cual se puede dar respuesta a muchos requerimientos que plantean los cambios sociales y a nuevas tendencias en nuestra

⁷ Qué es domótica. <http://www.cedom.es/sobre-domotica/que-es-domotica>

forma de vida. De esta manera, se facilita el diseño de viviendas y lugares de trabajo más personales, polifuncionales y flexibles.

5. DESCRIPCIÓN

5.1. DISPOSITIVO DESARROLLADO

Para desarrollar nuestro dispositivo evaluamos los aspectos técnicos de los microcontroladores que estaban disponibles en el mercado, para poder seleccionar aquel que más se adaptaba a nuestras necesidades.

En ese sentido, evaluamos la utilización de las siguientes plataformas: **Arduino** y **Raspberry Pi**. A continuación, se describen sus principales características.

5.1.1. ARDUINO

Arduino es un dispositivo desarrollado en el año 2005 por Massimo Banzi en Italia. Originalmente, estaba pensado como herramienta de aprendizaje.

En la actualidad, Arduino es una plataforma de hardware libre. Diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios, esta plataforma está compuesta por una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo. Además, contiene puertos analógicos, puertos digitales, una conexión AC a 5V y un puerto microUSB. Por otro lado, utiliza componentes de bajo costo, lo que hace que su valor total sea más económico comparado con el de otros dispositivos similares.

En esta plataforma, el microcontrolador se programa utilizando el lenguaje de programación Arduino, que está basado en Wiring, y el entorno de desarrollo Arduino, basado en Processing.

Los proyectos desarrollados con la plataforma Arduino pueden ejecutarse sin que el dispositivo esté conectado constantemente a una computadora. Solo hay que conectarlo una vez para cargarle el código desarrollado.

5.1.2. RASPBERRY PI

Raspberry Pi es un dispositivo de placa única o placa reducida de bajo costo. Fue desarrollado en el Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi con el objetivo de estimular la enseñanza de computación a nivel escolar.

Raspberry Pi incluye un procesador central (CPU) de 700 MHz, un procesador gráfico de 512 MB de memoria RAM, un puerto microUSB y un conector de red, en sus últimas versiones.

En general, usa el sistema operativo Raspbian, una distribución derivada de Debian que está optimizada para el hardware de Raspberry Pi.

5.1.3. ELECCIÓN DE LA PLACA BASE

Con el objetivo de seleccionar la placa base adecuada, se definieron los parámetros básicos que debería tener el dispositivo a desarrollar. A saber:

- Cantidad de puertos analógicas necesarios: 2
- Cantidad de puertos digitales necesarios: 2
- Máximo voltaje de los componentes: 5v
- Memoria total del programa a compilar: 130KB

Luego, teniendo en cuenta los parámetros definidos se seleccionaron los cuatro modelos que más se ajustaban a nuestras necesidades. Se puede ver una comparación de estos modelos en la tabla que se expone a continuación (ver Tabla I).

TABLA I: Comparación entre los diferentes modelos considerados.

	Arduino Leonardo	Arduino Mega	Raspberry Pi Model A	Raspberry Pi Model B
SoC	ATMega 328V	ATMega256	Broadcom BCM2835	Broadcom BCM2835
CPU	16 MHz	16 MHz	700 MHz	700 MHz
Flash / RAM	32 KB	256 KB	256 MB	512 MB
USB	1	1	1	2
Consumo	40 mA / 1,5 / 5V	40 mA / 1,5 / 5V	300 mA / 1,5 / 5V	700 mA / 3,5 / 5V
Tamaño	80mm x 40mm	80mm x 40mm	85mm x 50mm	85mm x 56mm
Precio (USD)	15	20	50	90

En función de los datos analizados, consideramos que la placa Arduino Mega era la más adecuada para nuestro proyecto. Elegimos este modelo ya que provee la capacidad de procesamiento necesaria para la gestión de los componentes y la cantidad de memoria suficiente para almacenar el código fuente. Además, su precio hace que sea accesible para utilizarla en el desarrollo del dispositivo.

5.1.4. ESPECIFICACIÓN DEL PROTOTIPO

PLACA CONTROLADORA

Como se mencionó anteriormente, la placa seleccionada fue la Arduino Mega, debido a la adecuación de su funcionalidad con las necesidades del sistema y por su bajo costo. Para que la placa base cumpliera su objetivo, era necesario adicionarle los componentes que permitieran leer datos y realizar las acciones indicadas.

Para resolver estas cuestiones, nos contactamos con dos técnicos en electrónica con quienes relevamos y analizamos los componentes que serían necesarios. De las

entrevistas realizadas, surgió que para desarrollar el prototipo debíamos adquirir o incorporar los siguientes componentes:

ETHERNET SHIELD

El Ethernet Shield de Arduino, le otorga a la placa Arduino la posibilidad de conectarse a cualquier red Ethernet a través de un cable de red. Esta conexión se realiza a través de un conector RJ45. El *shield* se debe disponer sobre el componente principal de manera tal que cada uno de los pines de Arduino (tanto digitales como analógicos) se conecten con los pines del *shield*. A continuación se puede observar el *shield* solo y acoplado a la placa Arduino (Fig. 3 y 4, respectivamente).



Figura 3: Ethernet Shield.

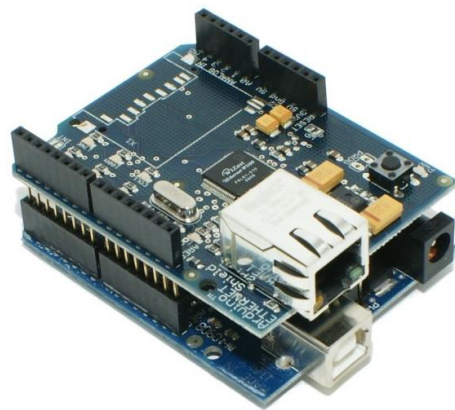


Figura 4: Ethernet Shield acoplado a la placa Arduino.

RELAY

Para este prototipo, se consideró el uso de un relay de dos entradas a modo de switch para el control del encendido y apagado de la lámpara halógena (Fig.5). El relay se conecta a un puerto digital de Arduino. La conexión entre el relay y la lámpara se realiza según el esquema que se presenta en la figura 6.



Figura 5: Relay de dos entradas.

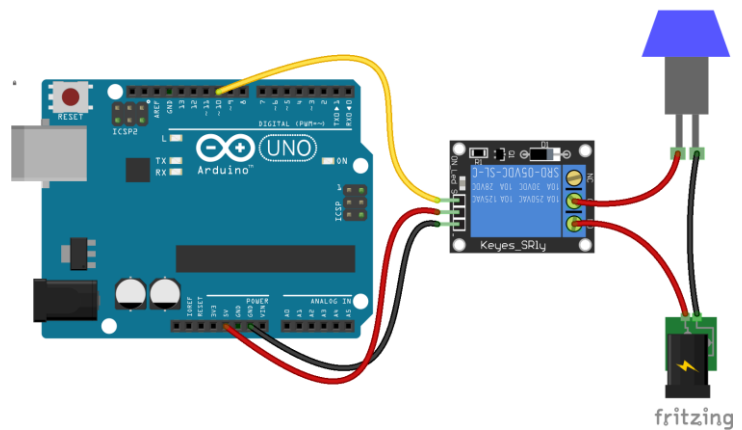


Figura 6: Esquema de conexión del relay.

SERVOMOTOR

Para accionar la apertura y cierre del dispositivo de riego, se utilizó un Micro Servo Tower Pro SG90 de 5V con 1.8 Kg-cm de torque. Este servomotor ofrece la potencia necesaria para girar el dispositivo que permite el paso del agua (Fig. 7).

El dispositivo recibe valores asociados al sentido de giro del brazo del motor y de esta manera se acciona. El esquema de la figura 8 muestra como está conectado el servomotor a la placa Arduino.



Figura 7: Servomotor.

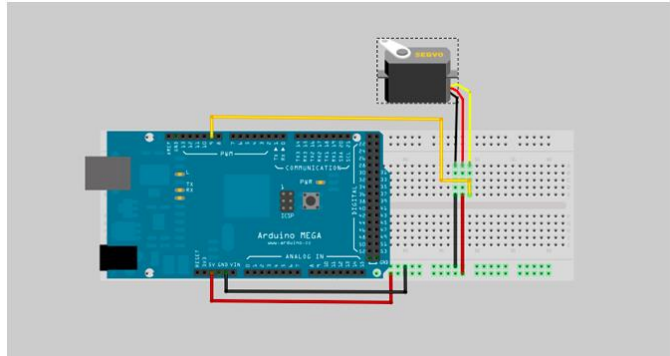


Figura 8: Esquema de conexión del servomotor.

SENSOR DE HUMEDAD

Para medir los niveles de humedad de la tierra se utiliza un sensor de humedad (Fig. 9). Este sensor se conecta a una de las entradas analógicas de la placa base y permite obtener valores relativos de la humedad de la tierra. Los valores oscilan entre 0 (0%) y 950 (100%). En la figura 10 se observa el sensor conectado a la placa.

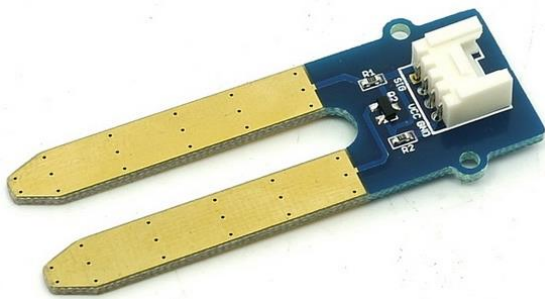


Figura 9: Sensor de humedad en el suelo.

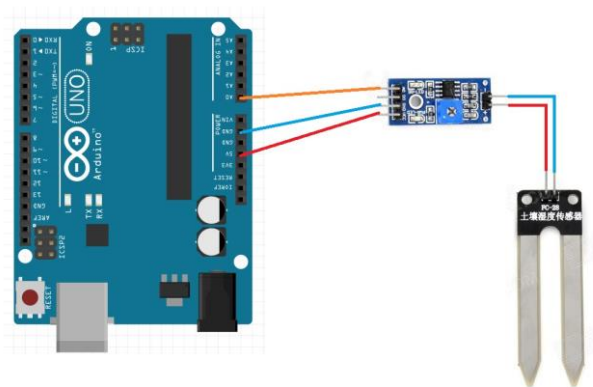


Figura 10: Esquema de conexión del sensor

SENSOR DE LUMINOSIDAD

La luz se mide a través de una fotorresistencia. La fotorresistencia o fotorreceptor, es un componente electrónico que detecta variaciones lumínicas. Consiste en una resistencia cuyo valor varía de acuerdo a la luz que recibe. Ese valor disminuye cuando aumenta la intensidad de la luz recibida, y aumenta cuando dicha intensidad disminuye. La fotorresistencia está formada por una célula y dos patas conectoras (Fig. 11). A continuación, se muestra un esquema que ilustra la conexión de la fotorresistencia a la placa base (Fig.12).



Figura 11: Fotorresistencia.

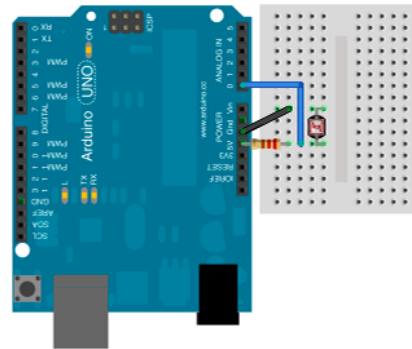


Figura 12: Esquema de conexión de la fotorresistencia.

5.1.5. ARQUITECTURA FINAL DE LA PLACA INTEGRADA

Para conectar los componentes descriptos en el punto anterior con la placa Arduino fue necesario crear una placa integrada, que se puede observar en la siguiente imagen (Fig. 13).

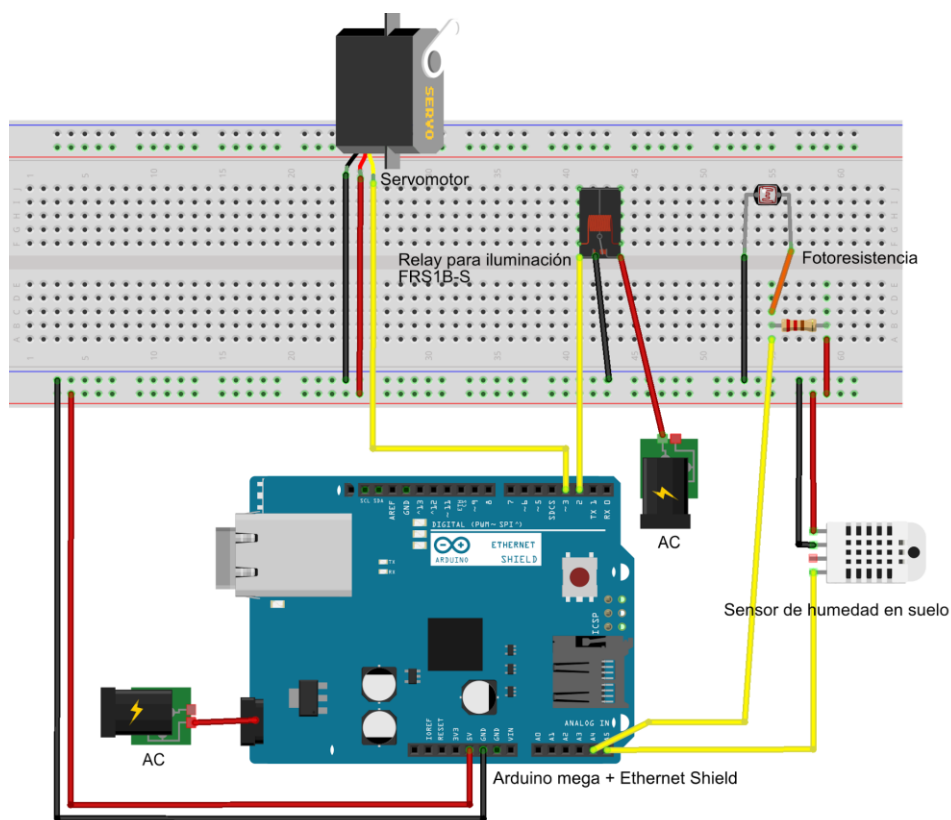


Figura 13: Arquitectura final de la placa integrada.

5.2.SERVIDOR DE ALMACENAMIENTO DE EVENTOS

Para definir el servidor de almacenamiento de los eventos registrados por cada uno de los dispositivos activos, se debe considerar el volumen de elementos a registrar por minuto y la velocidad de respuesta necesaria. Adicionalmente, se realizó un análisis de volumetría para proyectar el espacio necesario para los dos primeros años del funcionamiento del sistema, arrojando los siguientes resultados:

- Elementos aproximados a registrar por minuto: 350
- Frecuencia de muestreo necesaria: 50 ms.
- Análisis de volumetría:
 - Tamaño inicial: 10 GB
 - Tasa de crecimiento mensual: 15%
 - Tamaño en dos años: 50 GB

En base a estos resultados, se analizaron dos tipos de almacenamientos: las bases de datos relacionales y las bases de datos NoSQL.

5.2.1. BASE DE DATOS RELACIONAL

La base de datos relacional (BDR) es un tipo de base de datos (BD) que está realizada sobre la base del modelo relacional. Este modelo es el que más se utiliza en la actualidad para la implementación de bases de datos ya planificadas.

El modelo relacional, postulado en el año 1970 por Edgar Codd, es un modelo de datos basado en la lógica de predicados y en la teoría de conjuntos. Este modelo, como su nombre lo indica, permite establecer relaciones o interconexiones entre los datos que están guardados en diferentes tablas. Así, a través de esas conexiones se pueden comparar o relacionar los datos contenidos en ellas.

El modelo relacional considera la base de datos como una colección de relaciones. Estas relaciones podrían considerarse en forma lógica como un conjunto de datos. A estos conjuntos de datos se los denomina tuplas.

Este modelo se puede conceptualizar de una manera más sencilla, considerando que cada relación es una tabla formada por filas y columnas. Cada fila corresponde a un registro o tupla y cada columna representa un campo o atributo.

La base de datos relacional posee ciertas ventajas: brinda herramientas que evitan tener registros duplicados, garantiza la integridad referencial y favorece la normalización.

5.2.2. BASE DE DATOS NO-SQL

Se conoce como base de datos NoSQL a aquellos sistemas de bases de datos que difieren del modelo clásico relacional que vimos en el punto anterior (RDBMS). Una de las diferencias más importantes es que no utilizan SQL como el lenguaje principal de consultas. Por otro lado, no requieren estructuras fijas como tablas, no soportan operaciones JOIN ni garantizan completamente ACID (atomicidad, consistencia, aislamiento y durabilidad). Por lo general, escalan bien horizontalmente.

Las bases de datos NoSQL se pueden clasificar según su forma de almacenar los datos. Comprenden diversas categorías como clave-valor, bases de datos documentales, bases de datos orientadas a grafos y las implementaciones de BigTable.

Los sistemas de bases de datos NoSQL crecieron de la mano de las compañías más importantes de internet, entre las cuales podemos mencionar a Google, Amazon, Twitter y Facebook. Para estas empresas era necesario procesar mucha información a partir de grandes volúmenes de datos en menos tiempo, cosa que no podían ofrecerles las bases de datos relacionales. Las bases de datos NoSQL poseen una mayor optimización a la hora de recuperar y agregar datos, aunque no ofrecen mucho más que la funcionalidad de almacenar los registros.

Comparadas con las bases de datos relacionales, muestran pérdida de la flexibilidad en el tiempo de ejecución; hecho que se ve compensado por ganancias significativas en escalabilidad y rendimiento para determinados modelos de datos.

Dentro de sus ventajas, podemos decir que estos sistemas responden a las necesidades de escalabilidad horizontal, pueden manejar enormes cantidades de datos sin generar cuellos de botella, y se ejecutan en clusters de máquinas económicas.

5.2.3. ELECCIÓN DE SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

En base a lo expuesto para cada una de las plataformas analizadas, definimos la utilización de una base de datos NoSQL, específicamente la denominada Hadoop.

Realizamos esta elección debido a que es de licencia libre (Apache Hadoop), posee un bajo costo de implementación por nodo, tiene una alta escalabilidad y velocidad de respuesta.

5.3. APLICACIÓN

Para que el usuario pueda conectarse y controlar su cultivo en cualquier momento y desde cualquier dispositivo con conexión a internet, se decidió utilizar un entorno web. Es importante que la aplicación implementada sea capaz de adaptarse a los distintos dispositivos sin perder funcionalidad y que sea de fácil mantenimiento.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se decidió realizar el desarrollo en PHP, utilizando el framework CakePHP.

El lenguaje PHP es un lenguaje libre y abierto que posee una extensa documentación en la web. Permite crear aplicaciones veloces que consumen pocos recursos logrando, de esta manera, que no se generen demoras en el servidor. Posee varios niveles de seguridad que pueden ser activados y configurados desde su archivo de configuración. Por otro lado, se trata de un lenguaje estable que puede ser utilizado sobre la mayoría de las plataformas o sistemas operativos actuales sin necesidad de modificar el código de la aplicación.

Además, permite escribir el código de forma más rápida, estructurada y utilizando el patrón MVC (Model - View - Controller). El framework permite realizar el manejo de la persistencia de los objetos de manera integrada y brinda distintos componentes que aportan soluciones a problemas comunes que pueden encontrarse en un proyecto de desarrollo. Estos componentes solucionan el manejo de cookies, datos de sesión y solicitudes. También simplifican algunas tareas como el envío de emails y establecer los distintos niveles de seguridad dentro de la aplicación.

5.3.1. ESTRUCTURA DE LA APLICACIÓN

Respecto a la estructura de la aplicación, esta cuenta con las siguientes secciones:

- **Menú Principal.** En el menú principal, se pueden visualizar los niveles de agua y luz de los últimos 7 días, y se puede accionar ambos elementos para su utilización.
- **Gestión del dispositivo.** En la gestión del dispositivo se define el tipo de planta que se está cultivando, la ubicación geográfica, como así también, el tipo de lugar en donde se encuentra ubicado el dispositivo (interior / exterior).
- **Gestión de reglas.** En la gestión de reglas, se crearan las reglas en función del tipo de cultivo, la ubicación y los niveles máximos y mínimos de humedad y luz recomendados para cada tipo de planta.

5.3.2. TIPOS DE CULTIVO

Para lograr un eficiente nivel de riego e iluminación, se definieron junto con los tipos de plantas que el dispositivo es capaz de manejar, los niveles máximos y mínimos de luz y humedad semanales para cada uno de ellos. También se definió la época ideal de su cultivo. Para esto, se tuvieron en cuenta las capacidades actuales del dispositivo, a modo de asegurar un correcto funcionamiento. Por ejemplo, para minimizar el error en la medición la de la humedad en la tierra se seleccionaron plantas cuyas raíces no alcancen una profundidad mucho mayor que la profundidad a la que se encuentra enterrado el sensor de humedad.

TABLA II: Periodos ideales de plantación y profundidad promedio de raíz por tipo de cultivo.

Tipo de Cultivo	Inicio periodo ideal de plantación	Fin periodo ideal de plantación	profundidad (cm)
Ajo	1 abril	30 junio	25
Albahaca	Todo el año	Todo el año	5
Rabano	1 octubre	30 mayo	15
Zanahoria	1 abril	30 octubre	25
Batata	Todo el año	Todo el año	25
Pimiento (morrón)	1 octubre	30 noviembre	20
Hinojo	1 septiembre	30 diciembre	25
Menta	Todo el año	Todo el año	5
Oregano	Todo el año	Todo el año	5
Espinaca	1 abril	30 junio	15

Tabla III: Niveles de luz y humedad en suelo por tipo de cultivo

Tipo de Cultivo	Tiempo cosecha (días)	Horas de luz diarias	Nivel de humedad *
Ajo	115	6	alta
Albahaca	30	2	moderada
Rabano	30	4	alta
Zanahoria	90	6	alta
Batata	120	6	moderada
Pimiento (morrón)	60	6	moderada
Hinojo	90	6	alta
Menta	30	2	alta
Oregano	30	6	moderada
Espinaca	60	2	baja

* Ver punto 5.3.4

5.3.3. UMBRAL DE LUZ ACEPTABLE

Como se explicó anteriormente, la fotorresistencia reacciona en función de la luz recibida. Específicamente, el sensor utilizado mide un mínimo valor de 0 y un máximo de 1023 en situaciones ideales. A menor valor, mayor será el nivel de luz y, por el contrario, a mayor valor, mayor será la oscuridad del ambiente.

Para determinar el valor de umbral superior de lo que se considera como hora de luz válida, se realizaron pruebas con el sensor correspondiente bajo distintas condiciones. En las siguientes tablas se muestran los datos obtenidos

Tabla IV: Mediciones de luz realizadas en días soleados.

	5/7 (invierno)	7/10 (primav.)	2/1 (verano)
00:00hs.	748	735	752
6:00hs.	710	619	535
7:00hs.	694	540	446
12:00hs.	287	245	231
18:00hs.	724	577	528

Tabla V: Mediciones de luz realizadas en días nublados.

	11/7 (invierno)	5/11 (primav.)	1/1 (verano)
00:00hs.	747	729	743
6:00hs.	691	615	543
12:00hs.	456	440	295
18:00hs.	689	647	572

Para realizar una correcta interpretación de los valores devueltos por el sensor consultamos los horarios de la salida y de la puesta del sol en el Servicio de Hidrografía Naval.

En base a todo lo expuesto, se definió como umbral máximo de luz aceptable un valor de 446. Se toma este valor como cota máxima ya que se encuentra asociado a una hora antes de la salida del sol para un día de verano, garantizando una correcta exposición de las plantas al sol.

5.3.4. NIVEL DE HUMEDAD EN SUELO

Para evaluar la humedad del suelo requerida por cada cultivo utilizado definimos tres niveles de humedad: alto, medio y bajo.

El sensor de humedad mide el nivel de humedad sobre su mismo eje; es decir, que el valor medido se encuentra basado en la proporción de agua que hay a lo largo de todo el sensor. En una situación ideal, mide 0 en un suelo totalmente seco y 950 cuando se encuentra sumergido en agua. Se realizaron dos pruebas, para medir situaciones de humedad límite.

Tabla VI: Mediciones de humedad para situaciones límite.

Situación	Medición promedio
En aire	0
Tierra seca	241
Tierra completamente húmeda	630
Sumergido en agua	950

En base a estas pruebas, realizamos las siguientes suposiciones:

- **Punto de humedad medio:** promedio de las mediciones en tierra máximas y mínimas (435).
- **Cota máxima de humedad media:** Promedio del punto de humedad medio y medición en tierra máxima (533).

En base a todo lo anterior, se definen los siguientes niveles:

- Nivel de humedad nula:
 - Mínimo: 0
 - Máximo: 239
- Nivel de humedad baja:
 - Mínimo: 240
 - Máximo: 435
- Nivel de humedad moderada:
 - Mínimo: 436
 - Máximo: 533
- Nivel de humedad alta:
 - Mínimo: 534
 - Máximo: 630
- Nivel de humedad total:
 - Mínimo: 631
 - Máximo: 950

5.3.5. REGLAS

Las reglas en el dispositivo son las que permiten la autogestión del cultivo, sin la necesidad de dosificar manualmente los niveles de agua y luz. Esto es posible gracias al almacenamiento de los registros de eventos en la base de datos y su análisis en tiempo real. Si bien, las reglas no vienen activadas por defecto, cada una de ellas recomienda valores asociados al tipo de cultivo seleccionado al configurar el dispositivo. Para cada cultivo se

completan en pantalla los valores de humedad relativa de cultivo, cantidad de horas de luz por día, fecha de inicio de la regla y hora. Si el usuario desea modificarlas o crear nuevas reglas deberá ingresar estos valores manualmente.

5.3.6. REGLA PARA ANÁLISIS DE LUZ

La regla para el análisis de luz se encargará de medir si los niveles de luz que recibe el cultivo diariamente son los esperados. Caso contrario deberá activar la luz por la cantidad de horas que correspondan.

Para crear esta regla se deben ingresar los siguientes valores:

- Hora de inicio de la regla
- Fecha de inicio de la regla
- Fecha de finalización de la regla
- Cantidad de horas de luz diarias

A partir de la hora de inicio seleccionada, la aplicación calculará el promedio de luz de las últimas 24 horas del día, y en función de la cantidad de horas establecidas por el tipo de cultivo evaluará la cantidad de horas que superan dicho umbral. En función de esa cantidad, definirá las horas necesarias faltantes para activar el sensor por dicho periodo de tiempo.

5.3.7. REGLA PARA ANÁLISIS DE HUMEDAD EN SUELO

La regla para el análisis de humedad en el suelo se encargará de medir si el nivel de humedad del cultivo es el esperado. De no ser así, se activará la válvula de agua para realizar una descarga hasta lograr el nivel deseado.

Para la creación de esta regla se deben ingresar los siguientes valores:

- Nivel mínimo de humedad en suelo a evaluar
- Hora de inicio de la regla

- Fecha de inicio de la regla
- Fecha de finalización de la regla

A partir de la hora seleccionada de inicio, la aplicación comienza a analizar cada 1 hora el nivel de humedad en la tierra y en función del tipo del valor mínimo definido en la regla evaluará si se el valor actual es mayor al nivel especificado. Si es mayor, se espera a la próxima hora para volver a realizar la medición. Si es menor, se acciona la válvula, se esperan 5 minutos y se vuelve a realizar la medición. Se continúa de esta manera hasta alcanzar el nivel de humedad correspondiente.

6. METODOLOGÍA DE DESARROLLO

En esta sección se desarrollarán el paradigma de desarrollo y el método seleccionados, junto con el relevamiento inicial, el diseño, sus principales diagramas y su desarrollo.

6.1.PARADIGMA Y METODOLOGÍA SELECCIONADOS

Para la realización del sistema hemos elegido el paradigma orientado a objetos en conjunto con Scrum como marco conceptual para guiar el desarrollo.

6.1.1. SCRUM

Podemos definir Scrum como un proceso o *framework* de desarrollo de proyectos iterativo e incremental que puede ser utilizado tanto en entornos simples como complejos. Este marco de trabajo ha demostrado su efectividad para gestionar en forma ágil proyectos que:

- son novedosos
- necesitan salir al mercado en poco tiempo
- no necesitan documentación extensa

- sus requerimientos fueron definidos de forma muy general o pueden cambiar con el tiempo.

Además, para que pueda ser aplicado de forma efectiva es necesario contar con un equipo multidisciplinario y con alto nivel de comunicación.

Ikujiro Nonaka e Hirotaka Takeuchi definieron este modelo a principios de los 80, cuando analizaron la manera en que las empresas más importantes de manufactura tecnológica desarrollaban los nuevos productos. Estudiaron esta nueva forma de trabajo en equipo y la compararon con el avance en formación de scrum de los jugadores de rugby. Así, quedó acuñado el término “scrum” para referirse a ella.

Si bien, esta forma de trabajo en equipo surgió en empresas de productos tecnológicos, es apropiada para que sea aplicada en proyectos con requisitos inestables y/o que requieren rapidez y flexibilidad; situaciones muy frecuentes en el desarrollo de ciertos sistemas de software.

Este modelo contempla un conjunto de prácticas y roles que se implementan durante el desarrollo de un proyecto.

6.1.1.1. ROLES

Como vimos en el apartado anterior, en el marco de trabajo ágil Scrum se pueden identificar tres roles. A saber:

- El **Dueño de Producto**. Es quien representa al cliente en el equipo que lleva a cabo Scrum y es el responsable de identificar y definir las funcionalidades que formarán parte del proyecto y de armar una lista priorizada con ellas. Este listado debe ser repriorizado continuamente. Otra de las tareas que debe llevar a cabo es la de aceptar o rechazar los distintos entregables que irá generando el Equipo durante el desarrollo del proyecto.

- El **Equipo**. Debe ser multidisciplinario y multifuncional, es decir que sus miembros deben tener los conocimientos y habilidades necesarias para poder desarrollar un producto en tiempo y forma. Además, el equipo debe ser auto gestionado y auto organizado, por lo tanto deben ser capaces de organizar, planificar y estimar las tareas a realizar durante el desarrollo de la solución.
- El **ScrumMaster**. Es el experto en Scrum, y es quien debe ayudar al equipo a aplicar y entender las prácticas del *framework*. No cumple el rol de jefe o líder del equipo, ya que no es su tarea asignar tareas o controlar a los miembros del equipo, sino que sirve al equipo intentando resolver los problemas que puedan surgir en el desarrollo del proyecto.

En el siguiente esquema (Fig. 14) se pueden observar los roles descriptos.



Figura 14: Roles de Scrum.

6.1.1.2. ELEMENTOS DE SCRUM

Como vimos anteriormente, el marco de trabajo Scrum está compuesto por siete diferentes prácticas o elementos. Ellos son:

- **Backlog:** Es una lista de tareas o funcionalidades priorizada entregada por el Dueño de Producto. Esta lista cambia continuamente ya que pueden agregarse nuevas funcionalidades o modificarse otras. Además, estos elementos de la lista son repriorizados regularmente.
- **Sprint Backlog:** Es un subconjunto de las tareas del Backlog que el equipo decidió desarrollar en el Sprint actual. Estas tareas seleccionadas deben estar dentro del alcance del Sprint a realizar y deben ser estimadas por los miembros del equipo.
- **Uncommitted Backlog:** Son las tareas del Backlog que no forman parte de ningún Sprint.
- **Sprint:** Es el período en el que el equipo desarrolla las tareas que se encuentran priorizadas en el Sprint Backlog. Durante el sprint, que debe tener una duración fija de entre una y tres semanas, no se deben quitar, agregar o repriorizar tareas del Sprint Backlog.
- **Daily Meeting:** Es una reunión corta de a lo sumo 15 minutos en la que participa todo el equipo. En ella se expone el progreso del Sprint y los obstáculos que surgieron durante el desarrollo. Durante la reunión no se solucionan estos obstáculos, sino que luego de ella los miembros del equipo involucrados se reúnen para encontrar una solución.
- **Sprint Review:** Se revisa el sprint terminado, y ya debería haber un avance claro y tangible para presentárselo al cliente.

- **Sprint Retrospective:** El equipo revisa los objetivos cumplidos del Sprint terminado. Se anota lo bueno y lo malo, para no volver a repetir los errores. Esta etapa sirve para implementar mejoras desde el punto de vista del proceso del desarrollo.



Figura 15: Ciclo y elementos de Scrum

6.2.ALCANCE FUNCIONAL

En función de lo analizado, el sistema se deberá limitar a analizar las variables de luz y humedad en función del tipo de cultivo gestionado. Los cultivos que se podrán utilizar deberán estar previamente caracterizados en el sistema para su correcto control de luz y humedad.

También, en función de los datos obtenidos, el sistema deberá mostrar la evolución de dichos datos y permitir el accionar de la luz o la descarga de agua en tierra en un intervalo de tiempo determinado, o bien la creación de reglas para la acción automática.

6.3.HISTORIAS DE USUARIO

Nivel 0

1. Administración de dispositivos
2. Generador de acciones inmediatas
3. Administración de reglas

1. Administración de dispositivos
 - 1.1. Alta dispositivo
 - 1.2. Modificación del dispositivo
 - 1.3. Eliminar dispositivo
 - 1.4. Alta de cultivo asociado
 - 1.5. Modificación de cultivos asociados
2. Generador de acciones inmediatas
 - 2.1. Leer valores históricos de luz
 - 2.2. Accionar luz
 - 2.3. Leer valores históricos de humedad en suelo

2.4. Accionar agua

3. Administración de reglas

3.1. Análisis de luz semanal

3.2. Análisis de humedad en suelo semanal

3.3. Creación de regla

3.4. Modificación de regla

3.5. Eliminación de regla

Alta Dispositivo

Asociar el ID del dispositivo con el usuario creado en la página

Suposiciones

- Ninguna

Validaciones

- El código del dispositivo ingresado debe existir
- El código del dispositivo ingresado no debe estar asociado a otro usuario

Modificación del dispositivo

Modificar los valores asociados al dispositivo y el usuario

Suposiciones

- Existe dispositivo

Eliminar dispositivo

Eliminar la asociación del dispositivo con el usuario

Alta de cultivo asociado

Creación de un nuevo tipo de cultivo y la asociación del dispositivo relacionado

Suposiciones

- Existe dispositivo

Validaciones

- Verificar que el cultivo se encuentre dentro de los grupos definidos

Modificación de cultivos asociados

Modificación del cultivo asociado al dispositivo

Suposiciones

- Existe cultivo asociado

Validaciones

- Verificar que el nuevo cultivo se encuentre dentro de los grupos definidos

Leer valores históricos de luz

Lectura del valor de los últimos 7 días disponibles de luz

Suposiciones

- Existe cultivo asociado

Accionar luz

Envío de orden para la acción por un tiempo definido de la luz

Suposiciones

- Existe cultivo asociado

Leer valores históricos de humedad en suelo

Lectura del valor de los últimos 7 días disponibles de humedad en suelo

Suposiciones

- Existe cultivo asociado

Accionar agua

Envío de orden para la acción por un tiempo definido del agua

Suposiciones

- Existe cultivo asociado

Análisis de luz semanal

Ponderación de los valores medidos en los últimos 7 días de luz y definición del margen respecto al umbral

Suposiciones

- Existen valores para los últimos 7 días

Validaciones

- Los valores medidos se encuentran dentro de los mínimos y máximos establecidos

Análisis de humedad en suelo semanal

Ponderación de los valores medidos en los últimos 7 días de humedad y definición del margen respecto al umbral

Suposiciones

- Existen valores para los últimos 7 días

Validaciones

- Los valores medidos se encuentran dentro de los mínimos y máximos establecidos

Creación de regla

Creación de nueva regla asociada al cultivo en función del tipo y los umbrales definidos

Suposiciones

- Existe Cultivo

Validaciones

- Verificar que los parámetros de máximos y mínimos definidos sean válidos

Modificación de regla

Modificación de los parámetros de alguna regla existente

Suposiciones

- Existen reglas

Validaciones

- Verificar que los parámetros de máximos y mínimos definidos sean validos

Eliminación de regla

Eliminación de alguna de las reglas definidas

Suposiciones

- Existen reglas

Validaciones

- La regla no debe estar activa

6.4. DIAGRAMA DE DOMINIO

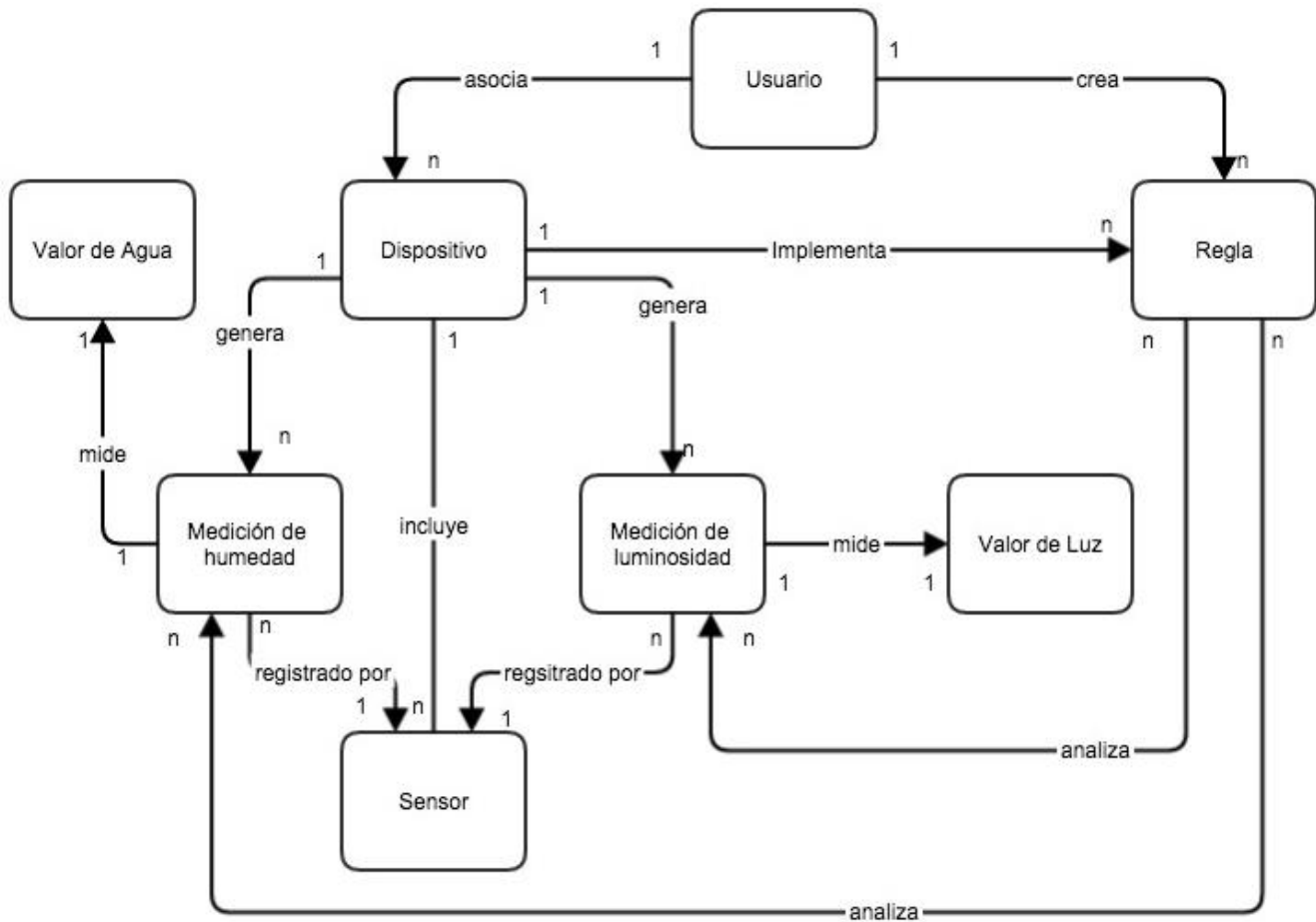


Figura 16: Diagrama de Dominio de la solución.

6.5. DIAGRAMA DE ARQUITECTURA

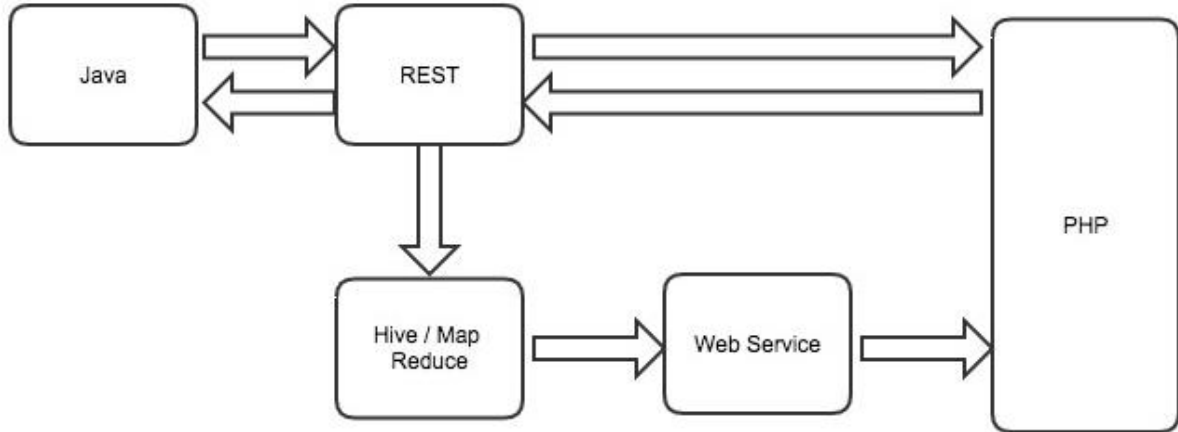


Figura 17: Diagrama de Arquitectura de la solución.

6.6. ARQUITECTURA DE COMUNICACIÓN ENTRE DISPOSITIVOS

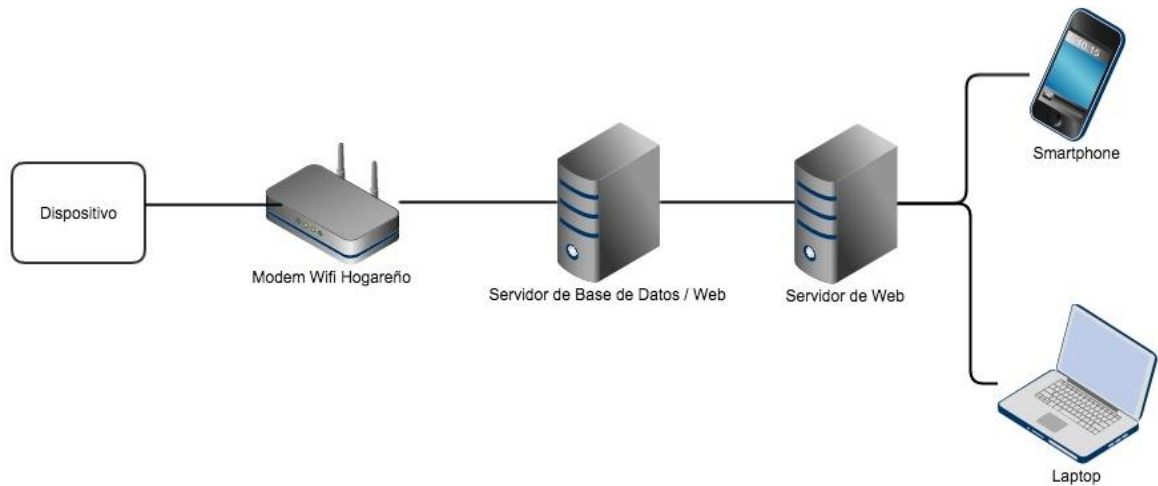


Figura 18: Diagrama de Arquitectura de comunicación

6.7. DIAGRAMA DE INFRAESTRUCTURA

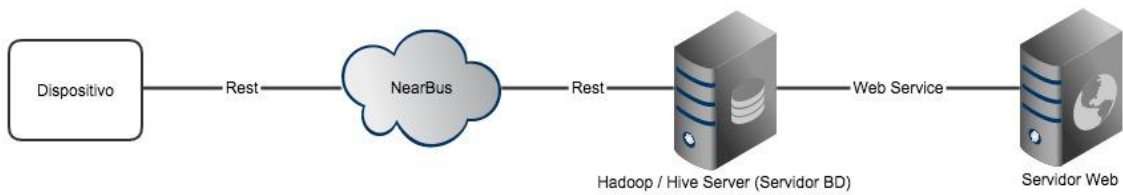


Figura 19: Diagrama de Infraestructura.

6.8. DIAGRAMA DE CLASES

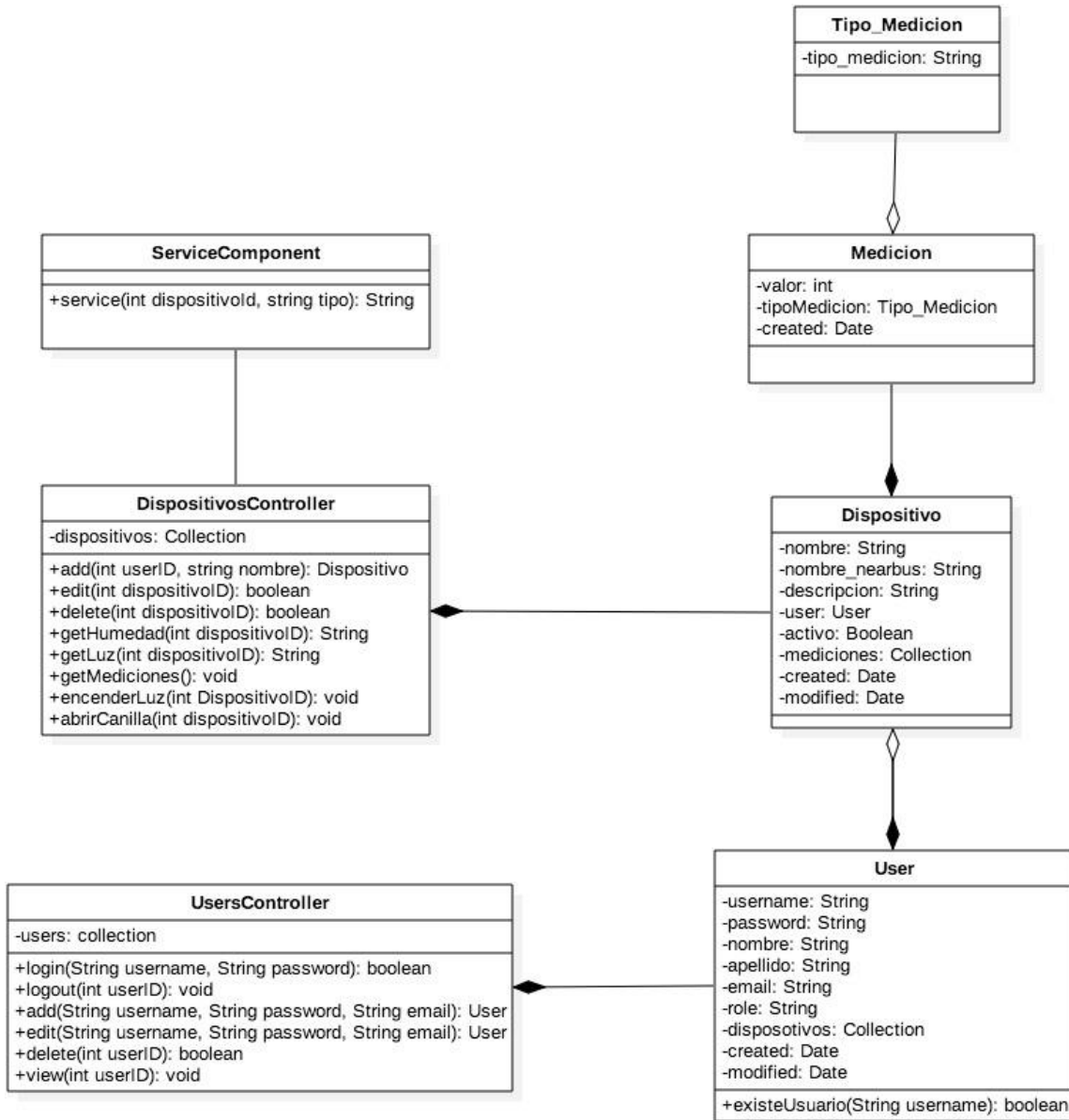


Figura 20: Diagrama de clases.

6.9. DIAGRAMAS DE SECUENCIA

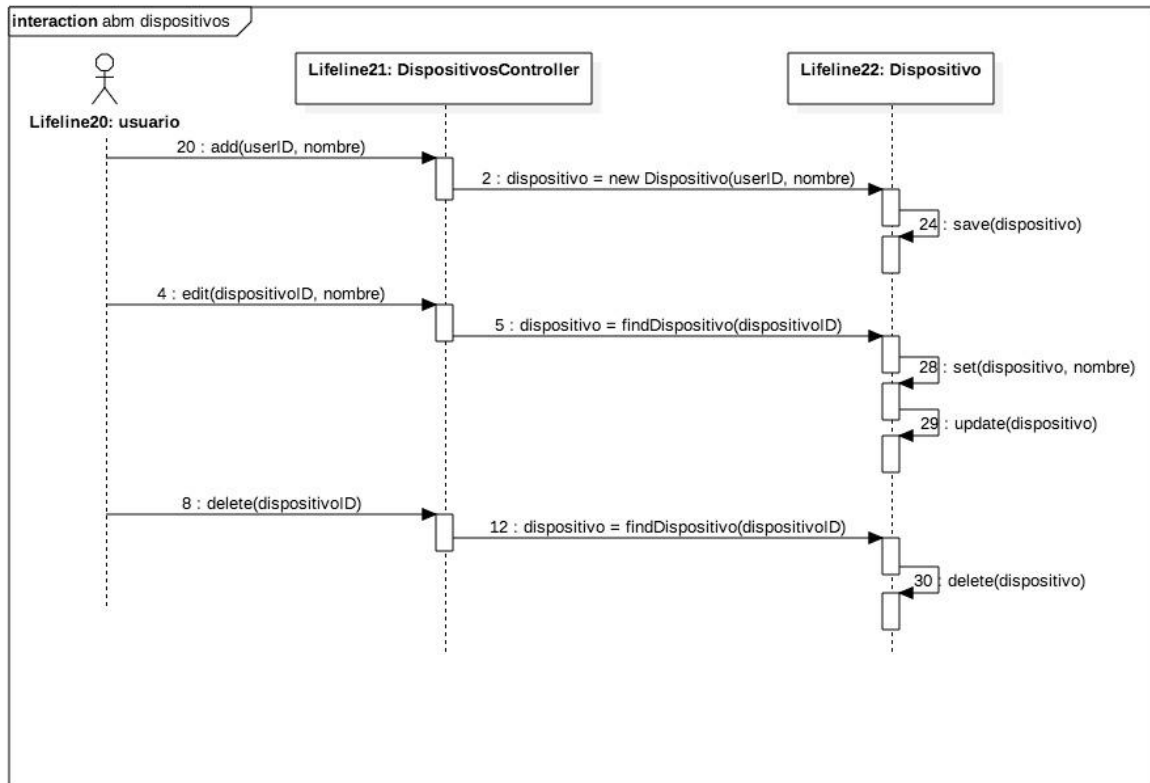


Figura 21: Diagrama de secuencia de la creación, modificación de usuarios.

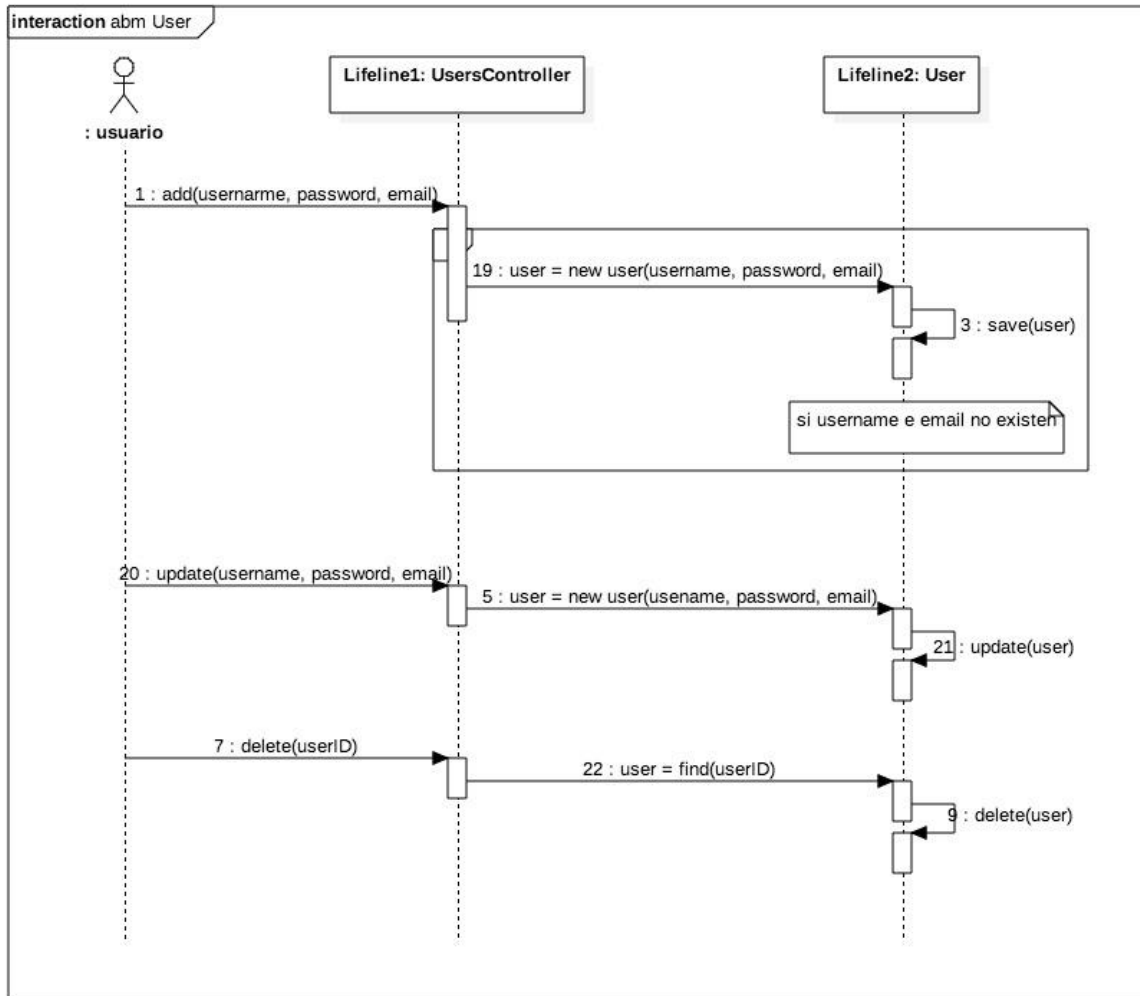


Figura 22: Diagrama de secuencia de la creación, modificación de usuarios.

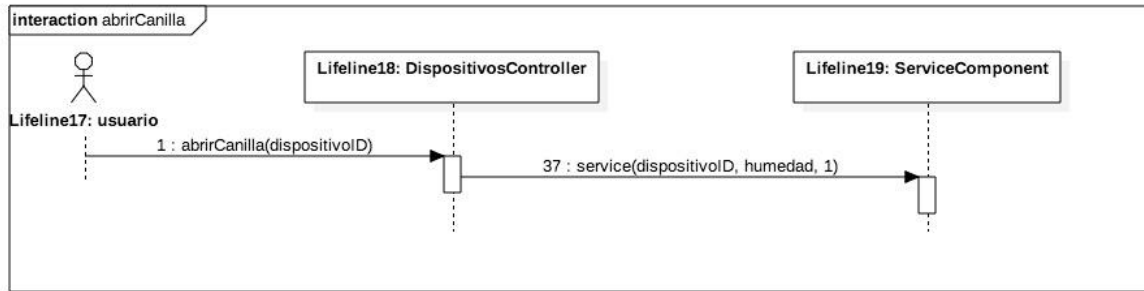


Figura 23: Diagrama de secuencia de la acción de apertura/cierre del flujo de agua.

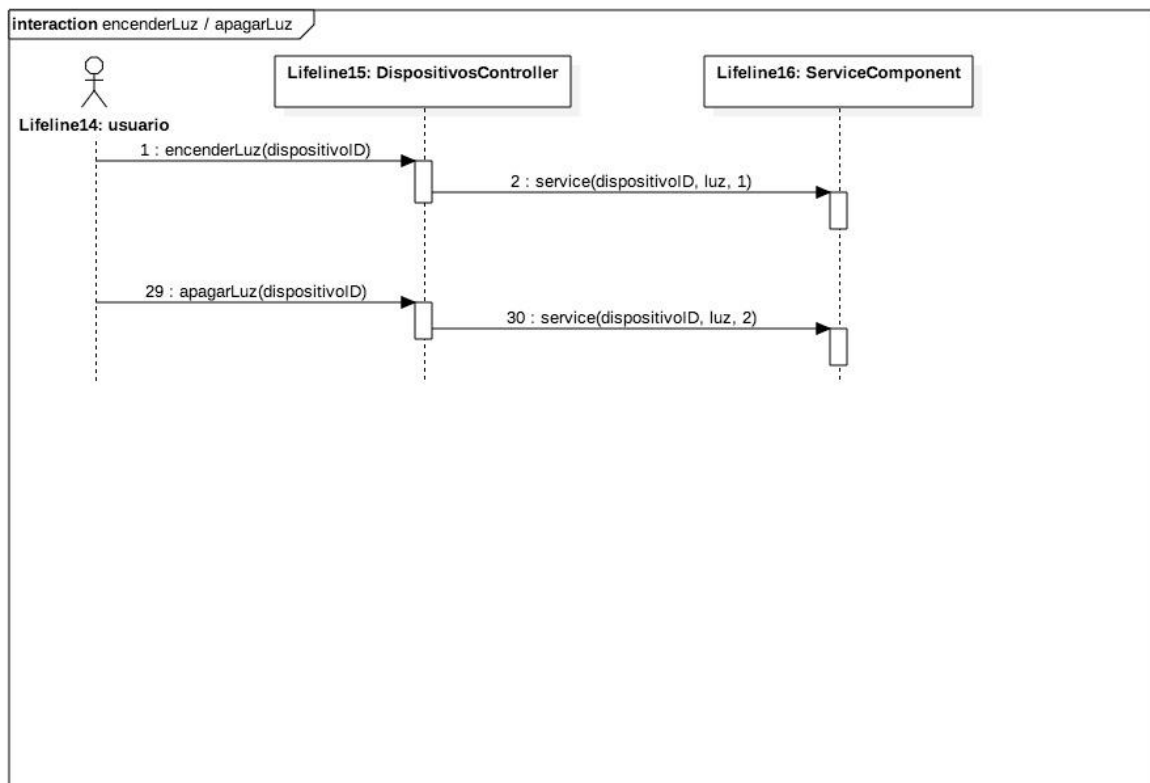


Figura 24: Diagrama de secuencia de la acción de encendido/apagado de la luz

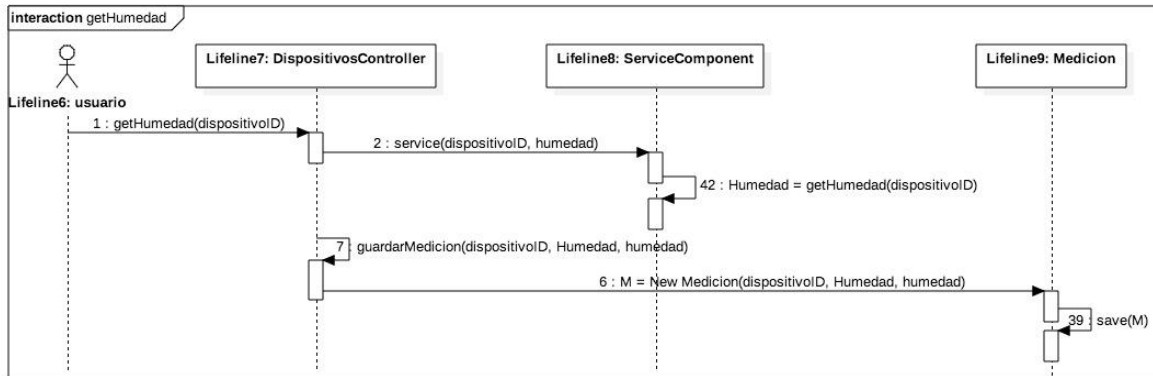


Figura 25: Diagrama de secuencia de la obtención del valor de humedad en suelo actual del dispositivo.

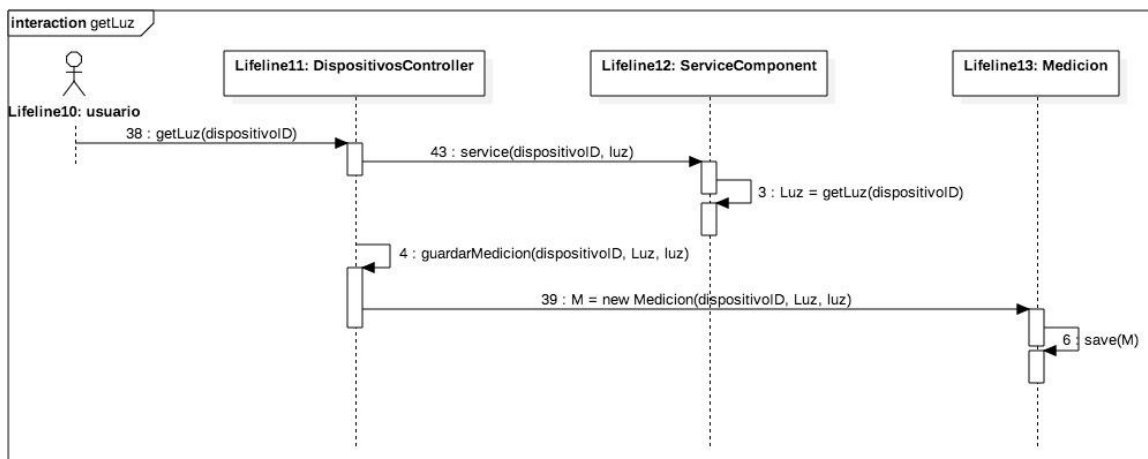


Figura 26: Diagrama de secuencia de la obtención del valor actual de luz del dispositivo.

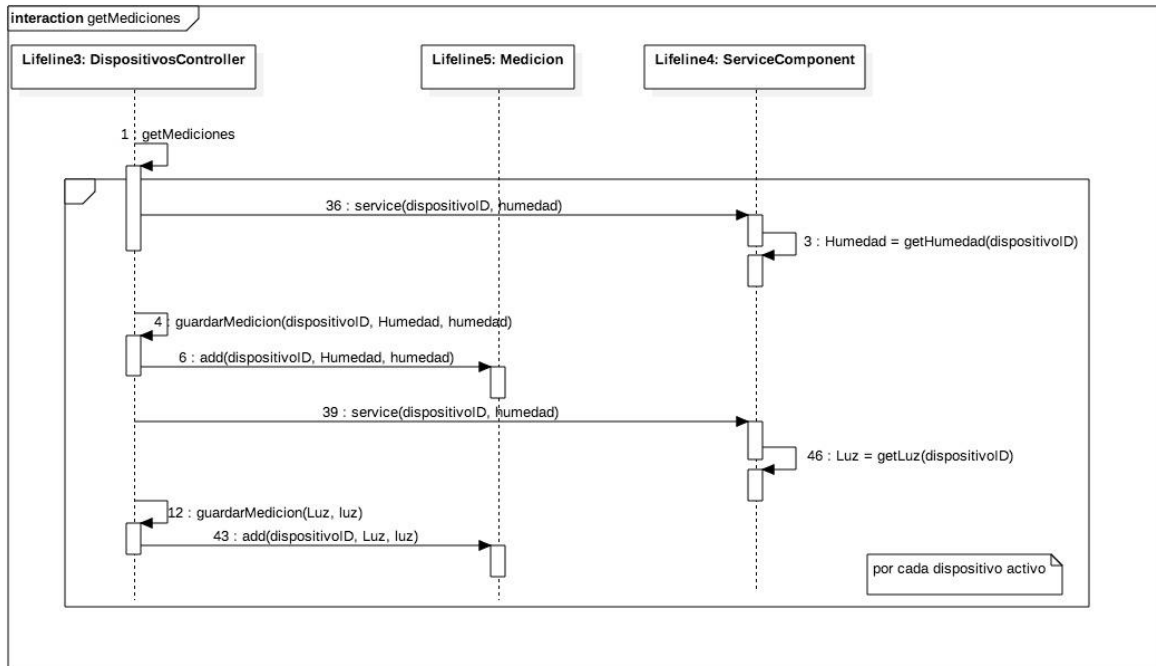


Figura 27: Diagrama de secuencia de la obtención de mediciones para un periodo dado para cada dispositivo.

7. ANALISIS FINANCIERO

7.1.FUERZAS DE PORTER

El modelo de las cinco fuerzas de Porter es una herramienta de gestión de negocios que fue desarrollada por el profesor Michael Porter, de la Escuela de Negocios de Harvard. Gracias a esta herramienta, es posible analizar un sector o industria y conocer el grado de competencia existente. De esta forma es posible decidir el curso de acción adecuado poder desarrollar una estrategia de negocio con la que se logre la misión establecida.

En este proyecto, el análisis de las 5 fuerzas de Porter nos brinda la posibilidad de analizar las necesidades del mercado de este tipo de aplicaciones y la oferta actual existente en el país.

Estas fuerzas son:

- **Poder de negociación de los clientes:** En este caso, el poder de negociación de los clientes es realmente bajo debido a la novedad del producto y a la alta distribución de potenciales clientes. Adicionalmente, no existen proveedores lo que hace que esta fuerza sea aún menor.
- **Poder de negociación de los proveedores:** El poder de negociación de los proveedores en este caso en medio/alto. Por un lado, los proveedores en el país son muy pocos y debido a las restricciones de importación, los costos de los elementos importados necesarios son en alguna medida arbitrariamente altos.
- **Amenaza de entrada de nuevos competidores:** Este es un riesgo de alta probabilidad e impacto. Si bien el producto es novedoso y en el país todavía no existen otros productos, la posibilidad de que en los próximos años aparezcan nuevos productos similares o desembarquen en el país productos similares desarrollados en el exterior es bastante alta. La diferencia deberá

estar entonces en poder ser los primeros y ofrecer un excelente servicio, para así poder fidelizar a cada nuevo cliente.

- **Amenaza de ingreso de productos sustitutos:** Este es un riesgo de mediano impacto. Actualmente existen alternativas al producto desarrollado y también es posible que se desarrollen nuevos productos similares, el producto apunta a un nicho del mercado con necesidades específicas.
- **Rivalidad entre competidores:** Actualmente no existe en el país este riesgo ya que no hay competencia. Puede transformarse en un riesgo de concretarse el arribo al mercado interno de productos desarrollados en otros países.

7.2. INVERSIÓN INICIAL Y COSTOS FIJOS

Respecto a la estructura de costos, tenemos la inversión inicial, costos fijos anuales y costos fijos mensuales.

Inversión inicial:

La inversión inicial, está conformada por el desarrollo del sistema de gestión automática de cultivos y la fabricación inicial de 700 dispositivos listos para ser instalados. La estructura de esta inversión está conformada de la siguiente manera:

- Adquisición de la placa base (700 placas)
- Adquisición de los componentes (700 componentes de cada uno)
- Armado y configuración de los dispositivos (80hs de técnico electrónico)
- Empaque y embalaje (700 dispositivos)
- Desarrollo del sistema de gestión
 - 40hs diseñadores web
 - 120hs de desarrolladores

- Implementación, puesta a punto final y desarrollo del manual de usuario (20hs de técnico electrónico y 40hs de desarrolladores)

	precio unitario	cantidad	precio total
Placas base	\$ 120	700	\$ 84.000
Componentes	\$ 30	700	\$ 21.000
Horas tecnico electronico	\$ 80	100	\$ 8.000
Horas diseñador web	\$ 110	40	\$ 4.400
Horas desarrollador	\$ 140	160	\$ 22.400
Hosting	\$ 5.480	1	\$ 5.480
DBA	\$ 180	16	\$ 2.880
Soporte	\$ 140	40	\$ 5.600
Total			\$ 153.760

Tabla VII: Desglose de la inversión inicial.

Dentro de los costos fijos, tenemos los costos anuales y mensuales, según se detallan a continuación:

Costo fijo anual:

- Hosting de la aplicación (10 GB anual)

Costos fijos mensuales:

- Administración de la base de datos (DBA, 16hs mensuales)
- Soporte y mantenimiento de la aplicación (Programador, 40hs mensuales)

Se estima la fabricación de lotes de 700 dispositivos en el mes 12 y cada 6 meses a partir de la fecha. El costo de fabricación de los mismos será solventado por el propio patrimonio de la compañía.

7.3.INGRESOS

La estructura de ingresos está formada por dos partes:

- Venta de los dispositivos: Importe por única vez de \$550.
- Provisión del servicio: Pago mensual por servicio de \$60.

7.4.FLUJO DE CAJA

En función de los ingresos y costos detallados anteriormente, elaboramos el siguiente flujo de caja para los primeros dos años:

Ingresos	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Venta de producto	-	11.000	11.000	16.500	16.500	22.000	22.000	27.500	33.000	38.500	38.500	44.000	49.500
Servicio de almacenamiento de datos y analisis	-	1.200	1.200	1.800	1.800	2.400	2.400	3.000	3.600	4.200	4.200	4.800	5.400
Total Ingresos	-	12.200	12.200	18.300	18.300	24.400	24.400	30.500	36.600	42.700	42.700	48.800	54.900
Egresos													
Placas base	85.000												42.500
Componentes	20.000												10.000
Horas tecnico electronico	8.000												4.000
Horas diseñador web	4.400												2.200
Horas desarrollador	22.400												11.200
Hosting	5.480												10.960
DBA	2.880	2.880	2.880	2.880	2.880	2.880	2.880	2.880	2.880	2.880	2.880	2.880	2.880
Soporte	5.600	5.600	5.600	5.600	5.600	5.600	5.600	5.600	5.600	5.600	5.600	5.600	5.600
Publicidad	1.200	500	500	500	500	700	700	700	700	700	1.200	1.200	1.200
Total Egresos	154.960	8.980	8.980	8.980	8.980	9.180	9.180	9.180	9.180	9.180	9.680	9.680	90.540
Saldo Neto	-154.960	3.220	3.220	9.320	9.320	15.220	15.220	21.320	27.420	33.520	33.020	39.120	-35.640
Saldo anual	-154.960	-151.740	-148.520	-139.200	-129.880	-114.660	-99.440	-78.120	-50.700	-17.180	15.840	54.960	19.320
Saldo Acumulado	-154.960	-151.740	-148.520	-139.200	-129.880	-114.660	-99.440	-78.120	-50.700	-17.180	15.840	54.960	19.320

Tabla VIII. Flujo de caja para el primer año.

Ingresos	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20	Mes 21	Mes 22	Mes 23	Mes 24
Venta de producto	55.000	66.000	66.000	66.000	66.000	66.000	66.000	66.000	71.500	71.500	71.500	71.500
Servicio de almacenamiento de datos y analisis	6.000	7.200	7.200	7.200	7.200	7.200	7.200	7.200	7.800	7.800	7.800	7.800
Total Ingresos	61.000	73.200	73.200	73.200	73.200	73.200	73.200	73.200	79.300	79.300	79.300	79.300
Egresos												
Placas base	42.500					42.500	42.500					
Componentes	10.000					10.000	10.000					
Horas tecnico electronico	4.000					4.000	4.000					
Horas diseñador web	2.200					2.200	2.200					
Horas desarrollador	11.200					11.200	11.200					
Hosting												21.920
DBA	2.880	2.880	2.880	2.880	2.880	2.880	2.880	2.880	2.880	2.880	2.880	2.880
Soporte	5.600	5.600	5.600	5.600	5.600	5.600	5.600	5.600	5.600	5.600	5.600	5.600
Publicidad	1.500	1.500	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.001	2.002	2.003	2.004	2.005
Total Egresos	79.880	9.980	10.480	10.480	10.480	80.380	80.380	10.481	10.482	10.483	10.484	32.405
Saldo Neto	-18.880	63.220	62.720	62.720	62.720	-7.180	-7.180	62.719	68.818	68.817	68.816	46.895
Saldo anual	-18.880	44.340	107.060	169.780	232.500	225.320	218.140	280.859	349.677	418.494	487.310	534.205
Saldo Acumulado	440	63.660	126.380	189.100	251.820	244.640	237.460	300.179	368.997	437.814	506.630	553.525

Tabla IX: Flujo de caja para el segundo año.

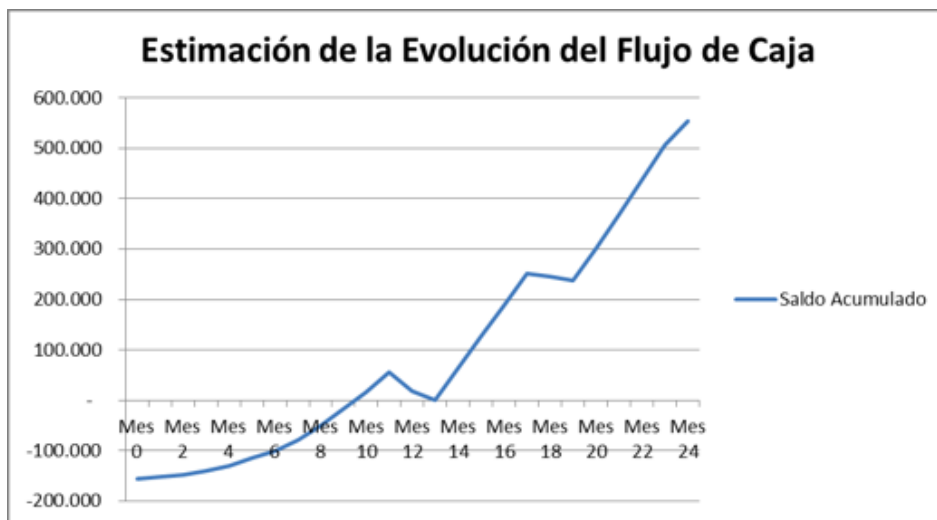


Figura 28: Evolución del flujo de caja para los primeros dos años.

7.5.PRINCIPALES INDICADORES

Como resultado del flujo de caja, podemos definir algunos indicadores asociados a la rentabilidad de la inversión a realizar:

- Inversión inicial: \$ -154.960
- Periodo de repago: 10 meses
- Resultado primer año: \$ 19.320
- Resultado segundo año: \$ 534.205
- Resultado neto acumulado al segundo año: \$ 553.525

7.5.1. VALOR ACTUAL NETO (VAN)

El valor actual neto (VAN) permite conocer el valor presente de los flujos de caja futuros. Específicamente consiste en descontar al momento actual todos los flujos de caja originados durante un periodo de tiempo definido. Para calcularlo es necesario definir una tasa de descuento o interés para poder actualizar los flujos futuros a su valor actual.

La fórmula para su cálculo es:

$$\sum_{i=1}^n \frac{V_i}{(1+t)^i} - S$$

i = Número de período

V = Flujo de cada periodo i

t = Tasa de descuento utilizada

S = Inversión inicial

En nuestro caso, para el calculo del VAN se define una tasa de descuento del 12%. Tambien se determinó excluir la variable inflacionaria del análisis. Reemplazando los valores con los expuestos en el flujo de caja obtenemos lo siguiente:

$$VAN = \frac{19.320}{(1+0,12)} + \frac{534.205}{(1+0,12)^2} - 154.960 = \$ 288.154,96$$

Como se evicencia, el VAN de nuestro proyecto a dos años es de \$ 288.154. Adicionalmente, se desea obtener la tasa interna de retorno, para poder comprender ambos indicadores en conjunto.

7.5.2. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

La tasa interna de retorno, es un indicador que permite evaluar el rendimiento de una inversión en base a sus flujos de fondos netos. Específicamente esta tasa permite que el valor actual de la entrada de fondos sea igual al valor actual de las salidas, es decir, el valor actual neto sea igual a cero. Esto nos permite comprender la rentabilidad real de la inversión respecto a los valores actuales.

La fórmula de cálculo es similar a la fórmula del VAN, pero igualando la misma a 0:

$$\sum_{i=1}^n \frac{V_i}{(1+t)^i} - S = 0$$

i = Número de período

V = Flujo de cada periodo i

t = Tasa interna de retorno

S = Inversión inicial

Reemplazando los valores del proyecto, nos queda:

$$\frac{19.320}{(1+t)} + \frac{534.205}{(1+t)^2} - 154.960 = 0$$

De esta manera obtenemos una TIR a 2 años del 92%. Esto, junto con el VAN, nos permite tener una medida de la rentabilidad del proyecto.

7.6.RETORNO DE INVERSIÓN (ROI)

El Retorno de la Inversión (ROI) es una medida de rendimiento utilizada para valorar la eficacia de una inversión y poder comparar su rentabilidad frente a otras inversiones. Es una técnica muy difundida y utilizada porque se trata de cálculo muy sencillo de realizar y se puede aplicar a distintas inversiones.

Es una relación expresada en un porcentaje que se utiliza en el ámbito empresarial y financiero para llevar un control y tomar decisiones sobre las inversiones en las distintas áreas del negocio. También se utiliza para saber en qué empresas invertir ya que sirve para conocer la viabilidad y rentabilidad de cualquier negocio. En el ROI se tienen en cuenta muchas variables, una de las cuales es el tiempo, ya que se calcula en base al plazo establecido.

Para calcular el retorno de la inversión, se debe dividir el beneficio total sobre el costo de la inversión, dando lugar a un porcentaje. Concretamente:

$$\text{ROI} = \frac{(\text{Ingresos} - \text{Inversión y costos})}{\text{Inversión y costos}} \times 100$$

En este caso, se define como horizonte temporal para calcular el ROI en 2 años, ya que durante el primer año se utiliza el propio flujo de caja para financiar el desarrollo de nuevos dispositivos.

El saldo acumulado a dos años será nuestra variación entre ingresos y costos totales (553.525) y los costos totales serán iguales al total de egresos del flujo de caja (703.075). Entonces nos queda:

$$\text{ROI} = \frac{553.525}{703.075} \times 100 = 79\%$$

Luego de su cálculo, se evidencia que el ROI en 2 años es de un 79%, lo que nos da una medida de la rentabilidad en función de la inversión inicial realizada.

7.7. DIAGRAMA DE GANTT

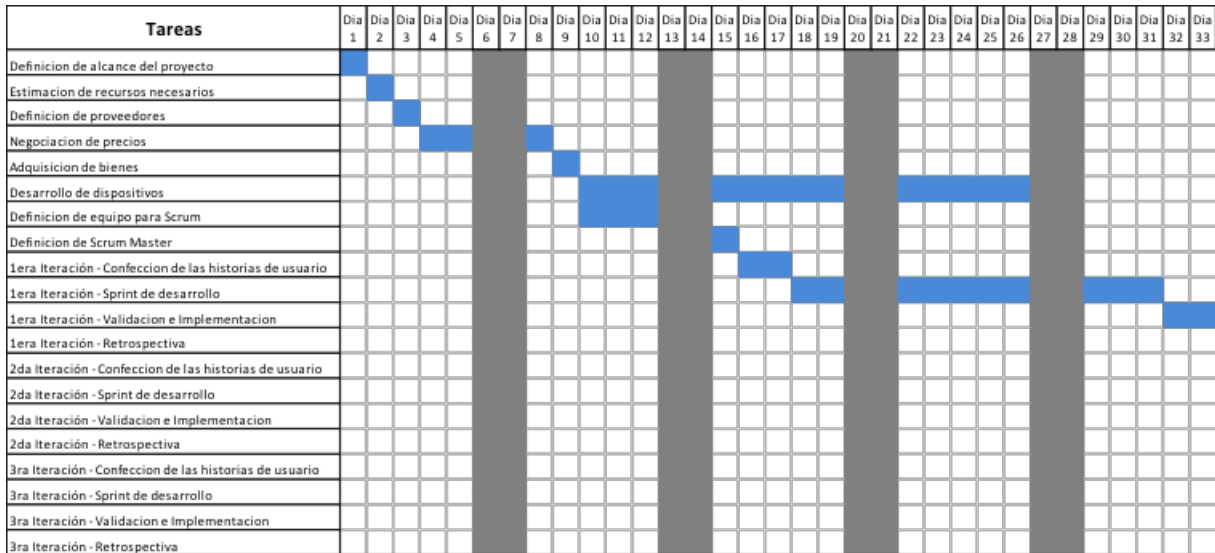


Figura 29: Diagrama de Gantt de las actividades del primer mes.

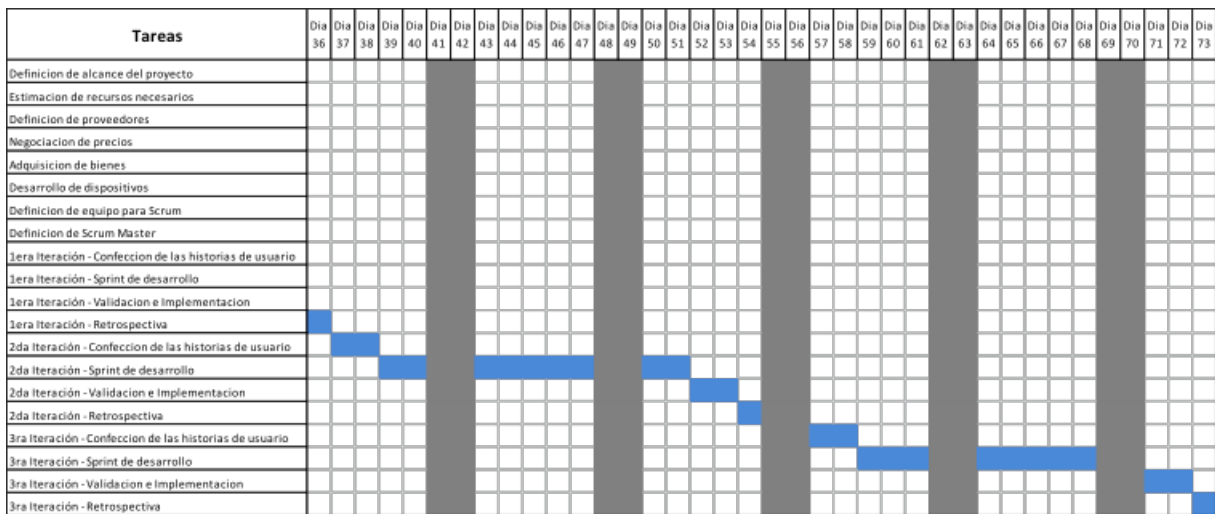


Figura 30: Diagrama de Gantt de las actividades del segundo mes.

8. PRUEBAS REALIZADAS

Para validar el producto, se realizaron varios tipos de pruebas:

- **Testing unitario sobre el código:** El código fue documentado y sobre la aplicación se realizaron test unitarios para verificar y validar el comportamiento de cada una de las clases que intervienen.
- **Testing funcional:** Para poder proveer la funcionalidad definida y validar que cada aspecto de la solución sea válido, se realizaron los siguientes tipos de pruebas funcionales sobre el sistema:
 - **Pruebas de conectividad:** Con el objetivo de evaluar la conectividad entre los dispositivos, el servidor y la aplicación, se realizaron pruebas bajo diferentes escenarios obteniendo diversos resultados en cada uno de los tests realizados. Estas pruebas fueron satisfactorias. Únicamente se detectaron errores en algunos casos, pero los mismos fueron originados por inconvenientes del proveedor de servicios de internet (ISP).
 - **Pruebas de confidencialidad de la información:** Al tener una comunicación no auditada entre el dispositivo y el servidor, se realizaron pruebas para identificar posibles debilidades del servidor con el fin de evitar intrusiones no deseadas en el mismo. Realizamos pruebas de acceso externo al servidor teniendo resultados satisfactorios.
 - **Pruebas de integridad de los datos representados:** Estas pruebas se encuentran orientadas a validar el correcto flujo de los eventos desde el dispositivo hasta su presentación en pantalla, incluyendo su almacenamiento. También se incluye la integridad de los datos asociados al usuario y al dispositivo en sí. Esto es de vital importancia, si se tiene en cuenta que se trabajará con una base de datos no-sql y que, si bien no es necesario un nivel de integridad del 100% en los registros de eventos, es

importante que el mismo no sea menor al 90% para evitar un cambio de tendencia en los valores. Respecto a este punto, las pruebas realizadas también fueron satisfactorias. De un total de 23663 registros enviados por el dispositivo se registraron correctamente 22809 lo que arroja una tasa de error inferior al 2%, valor aceptable en esta solución.

Por otro lado, se analizó el alcance final de la aplicación respecto al alcance definido inicialmente. En un primer momento, se consideró la gestión del cultivo a través de un sensor de humedad en suelo, un sensor de luminosidad, un sensor de temperatura, un relay y un servomotor, y la posibilidad de gestionar múltiples cultivos con un mismo dispositivo.

Debido a limitaciones del dispositivo seleccionado, fue eliminado el sensor de temperatura. Esta decisión se realizó basándonos en el costo de oportunidad asociado a cada dispositivo. La utilización de un dispositivo con un mayor número de puertos incrementaba considerablemente el valor del mismo, lo que hacía inviable la recuperación de la inversión inicial en los tiempos definidos. Esta funcionalidad puede ser incluida en una próxima versión del dispositivo junto a nuevas funcionalidad que resulten de la propia experiencia del usuario

9. CONCLUSIONES

Como fue planteado inicialmente, el objetivo del proyecto consistía en el desarrollo de una solución orientada a posibilitar la gestión de cultivos orgánicos de manera doméstica y remota, con la finalidad de eliminar una de las barreras actuales en la utilización de huertas hogareñas y promover el consumo de cultivos orgánicos.

Para esto, investigamos sobre el uso de microcomputadores de bajo costo, la oferta actual de estos y la posibilidad de conexión en la nube que estos dispositivos ofrecen. También se relevaron los principales componentes necesarios y se diseñó una aplicación web que posibilita el control y acceso desde cualquier dispositivo móvil.

Para la gestión y almacenamiento de los eventos, se implementó una base de datos no-sql capaz de almacenar y procesar grandes volúmenes de datos a un costo razonable.

Respecto al análisis financiero, se evaluaron las fortalezas y debilidades de realizar el lanzamiento de esta solución al mercado. Para profundizar esta evaluación, se detallaron todos los elementos asociados a la inversión inicial, los costos y beneficios de los primeros dos períodos, lo que permitió elaborar un flujo de caja. Con toda esta información, se analizaron los principales indicadores para determinar la viabilidad económica del producto, como lo son el VAN, TIR, ROI y el periodo de repago, lo que arrojó resultados prometedores para los próximos dos años.

Para el desarrollo de la aplicación, se decidió trabajar con metodologías ágiles, intentando adaptar Scrum a nuestro equipo de trabajo reducido, para poder desarrollar el software de manera iterativa e incremental. Se definieron las historias de usuarios y se realizó el desarrollo en dos iteraciones, cumpliendo con los tiempos y recursos estimados inicialmente.

En base a los resultados que se obtuvieron en cada uno de los puntos, podemos concluir que la solución será capaz de dar respuesta a la problemática para la cual fue pensada, permitiendo así contribuir con la sociedad al habilitar a gran parte de la población a tener su propia huerta gestionada de manera automática y remota.

10.BIBLIOGRAFÍA

Libros

- Conaré, Damien & Le Goulven, Katell. OGM: El Campo de las Incertidumbres. UNESCO. ISBN 2-84034-032-1.
- Date, C. J. An Introduction to Database Systems 8a ed. Pearson, 2003.
- Deemer, Pete, Benefield, Gabrielle, Larman, Craig, Vodde, Bas. The Scrum Primer (Versión 1.1). Scrum Training Institute, 2009.
- Huidobro Moya, José Manuel, Tejedor, Ramón Millán. Domótica. Edificios inteligentes. Creaciones, 2004.
- Porter, Michael E. Ventaja Competitiva, creación y sostenimiento de un desempeño superior. CECSA 1987. ISBN 9506950466

Sitios web

- Alimentos transgénicos: ¿Qué tan seguro es su consumo?. María del Rocío Fernández Suárez: [consultado Septiembre 20, 2015]. <http://cooperacionib.org/otra.php>
- Arduino. <https://www.arduino.cc/>
- Beneficios de consumir productos orgánicos. [consultado Marzo 4, 2016] <http://www.jardinorganico.com.ar/>
- Conceptos y temas generales de agricultura orgánica. Capítulo 1. FAO [consultado Marzo 4, 2016]. <http://www.fao.org/docrep/005/y4137s/y4137s03.htm>
- La agricultura orgánica y sus perspectivas. Benavente, Patricia. [consultado Marzo 4, 2016] <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR25813.pdf>
- La Argentina tiene revancha de la mano de los orgánicos. Manzoni, Carlos. 2015 [consultado Marzo 6, 2016]. <http://www.lanacion.com.ar/1825257-la-argentina-tiene-revancha-de-la-mano-de-los-organicos>

- Los principios de la agricultura orgánica. International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM). [consultado Marzo 3, 2016]
www.ifoam.bio/sites/default/files/poa_spanish_web.pdf
- MAPO: 20 Años Promoviendo la Producción Orgánica. MAPO - Movimiento Argentino para la Producción Orgánica. 2015 – [consultado Noviembre 16, 2015].
<http://www.mapo.org.ar/la-organizacion-referente-del-sector-en-argentina-celebra-sus-dos-decadas-de-trabajo-ininterrumpido>
- Necesidades de agua de los cultivos. Comisión Nacional de Riego, Universidad de Concepción [consultado Octubre 5, 2015].
<http://www.fotossintese.net/pdf/Necesidades%20de%20Agua%20de%20los%20Cultivos.pdf>
- Organic Agriculture. FAO. [consultado Marzo 4, 2016]
<http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq1/es/>
- ¿Por qué los OMG?. UNESCO. [consultado Marzo 4, 2016]
www.unesco.org/most/Dp1es.pdf
- ¿Qué beneficios ambientales produce la agricultura orgánica?. FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2013 – [consultado Noviembre 3, 2015]. <http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq6/es>
- Qué es Domótica. CEDOM: Asociación Española de domótica e inmótica: 2014 – [consultado en Noviembre 3, 2015]. <http://www.cedom.es/sobre-domotica/que-es-domotica>
- ¿Qué es la biotecnología?. Cuaderno 1. Argenbio. [consultado Marzo 5, 2016]
<http://www.porquebiotecnologia.com.ar/>
- Qué es No SQL?. NOSQL.es: 2014 - [consultado Octubre 26, 2015].
<http://www.nosql.es/blog/nosql/que-es-nosql.html>
- Raspberry Pi. <https://www.raspberrypi.org/>

- User Stories: An Agile Introduction System. Agile Modeling: Scott W. Ambler. 2014 - [consultado Noviembre 10, 2015].
<http://www.agilemodeling.com/artifacts/userStory.htm>
- Una historia de la transgénesis vegetal. UNESCO. [consultado Marzo 7, 2016]
<http://www.unesco.org/most/FULL1B.PDF>

11. ANEXO I – LA INTERFAZ GRÁFICA

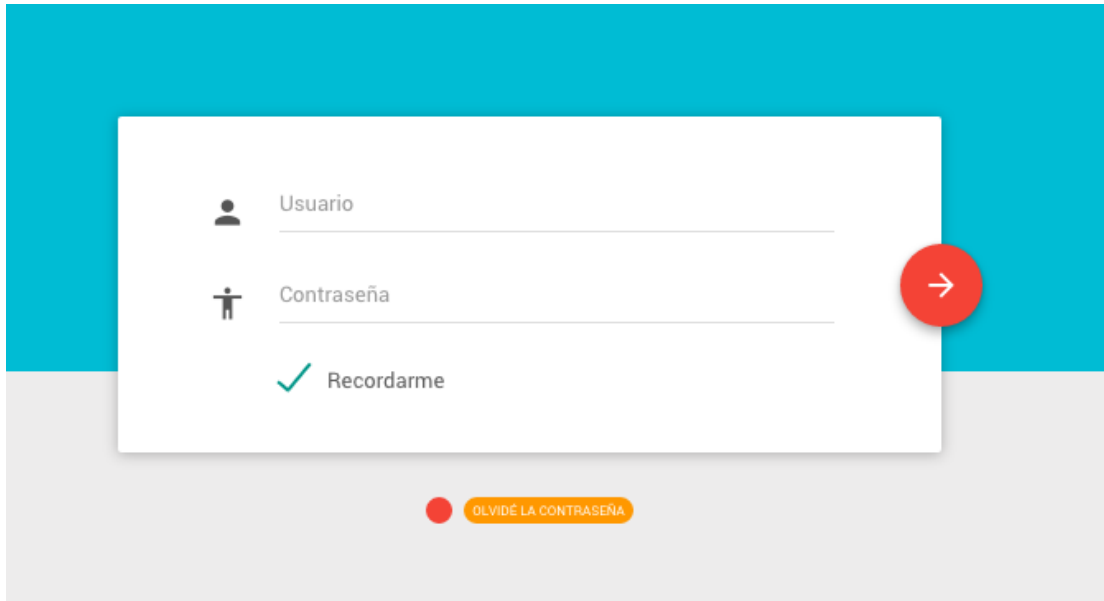


Figura 31: Pantalla de logeo del usuario.

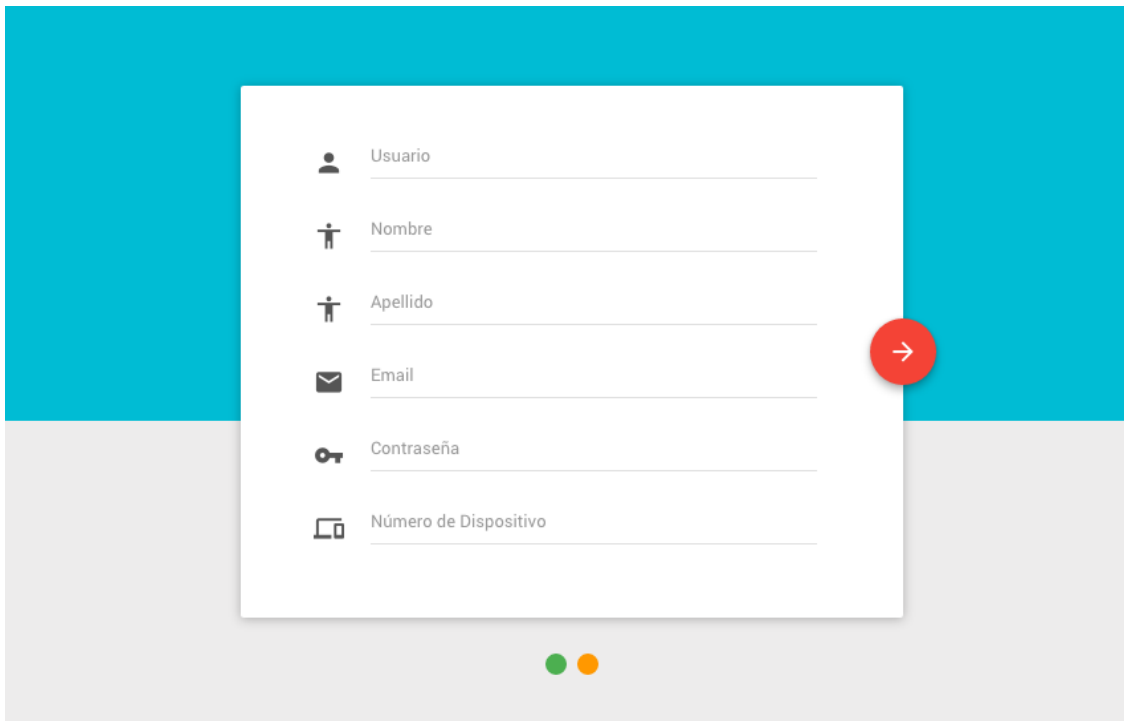


Figura 32: Pantalla de registro del dispositivo.

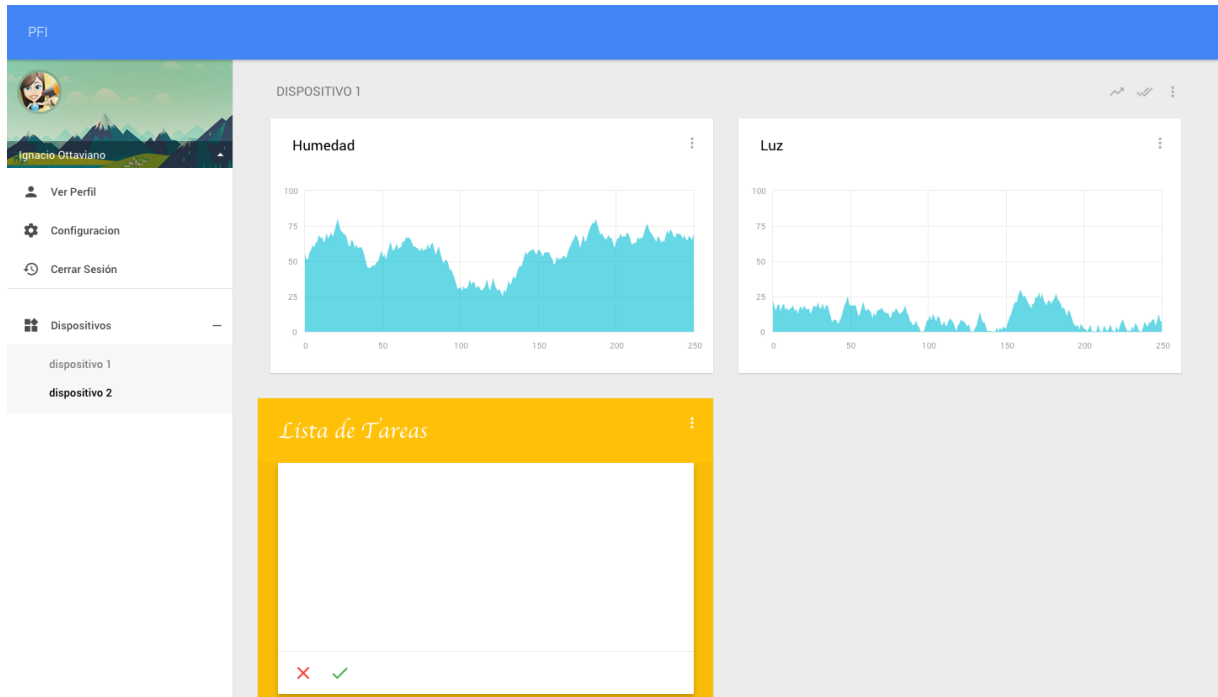


Figura 33: Pantalla principal de la aplicación.

12. ANEXO 2 - LA INTERFAZ DE CONEXIÓN DEL DISPOSITIVO

Device List	New Device	Link Quality	Budget Mngr	Downloads	Forum	Wiki	Logout
user: pfi_uade							
DEVICES LIST							
DEVICE ID	DEVICE ALIAS	STATE	SELECT				
NB101775	dispo1	DOWN	<input type="radio"/>				
		<input type="button" value="CONFIG DEVICE"/> <input type="button" value="Setup"/>					

Figura 34: Dispositivos conectados y su estado asociado.

Device List	New Device	Link Quality	Budget Mngr	Downloads	Forum	Wiki	Logout
user: pfi_uade							
DEVICE CONFIGURATION							
dispo1	DOWN						
MODE	VMCU						
AGENT DEBUG	YES						
CHANNEL	FUNCTION	VALUE	MAN				
Channel 00	ADC_INPUT	679	<input checked="" type="checkbox"/>				
Channel 01	ADC_INPUT	1023	<input checked="" type="checkbox"/>				
Channel 02	DOWN	0	<input checked="" type="checkbox"/>				
Channel 03	DOWN	0	<input checked="" type="checkbox"/>				
		<input type="button" value="RESET MANUAL MODE"/> <input type="checkbox"/>					
		<input type="button" value="Update Values"/>					

Figura 35: Detalle del valor actual de cada canal activo del dispositivo.

Device List	New Device	Link Quality	Budget Mngr	Downloads	Forum	Wiki	Logout
user: pfi_uade							
DEVICE MONITOR							
dispo1	DOWN						
MODE	VMCU						
AGENT DEBUG	ON						
DATA PATH	SAMPLE	LOGS					
HUB << DEV	t(0)	[02:20:08] - [<- 1022] [35 <- 0] [48 <- 679] [49 <- 1023]					
API << HUB	t(0)	[23:40:12] - [CH_1 <- ADC_INPUT=]					
API >> HUB	t(0)	[00:43:05] - [CH_2 -> high=]					
HUB >> DEV	t(0)	[02:20:08] - [33554466 -> 0] [33554467 -> 0] [16777264 -> 0] [16777265 -> 0]					
HUB << DEV	t(-1)	[02:20:05] - [<- 1023] [35 <- 0] [48 <- 687] [49 <- 1022]					
API << HUB	t(-1)	[23:40:12] - [CH_0 <- ADC_INPUT=]					
API >> HUB	t(-1)	[00:42:56] - [CH_2 -> UP=]					
HUB >> DEV	t(-1)	[02:20:05] - [33554466 -> 0] [33554467 -> 0] [16777264 -> 0] [16777265 -> 0]					
		<input type="button" value="Refresh"/>					

Figura 36: Cola de los últimos valores enviados por cada canal.

Device List	New Device	Link Quality	Budget Mngr	Downloads	Forum	Wiki	Logout	user: pfi_uade	
-------------	------------	--------------	-------------	-----------	-------	------	--------	----------------	--

LINK QUALITY STATISTICS

Device ID	Alias	State	Running Since [UTC]	Packets Rx+Tx	Reset Counter	RTD Ave [ms]	RTD Max [ms]	Error Counter	Reset
NB101775	dispo1	DOWN	2015-07-26 20:19:33	38907	0	151562	0	6165	<input type="checkbox"/>

Figura 37: Estado y calidad del canal de comunicación con el dispositivo.