



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

Trabajo de Fin de Grado

***Desarrollo de aplicaciones multiplataforma en el sector agrícola
de Canarias***

***Multiplatform applications development in Canary Island's agricultural
sector***

Isaac Daniel García Armas

La Laguna, 3 de julio de 2020

Dña. **Jezabel Miriam Molina Gil**, con N.I.F. 78.507.682-B profesora Ayudante Doctor adscrita al Departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas de la Universidad de La Laguna, como tutora.

Dña. **Yanira González González**, con N.I.F. 78.555.933-P Doctora en Informática, contratada como Técnico de Grado Medio en el Servicio de Sistemas de Información del Complejo Hospitalario Universitario de Canarias, como cotutora.

CERTIFICAN

Que la presente memoria titulada:

“Desarrollo de aplicaciones multiplataforma en el sector agrícola de Canarias”

ha sido realizada bajo su dirección por D. **Isaac Daniel García Armas**, con N.I.F. 21.136.790-C.

Y para que así conste, en cumplimiento de la legislación vigente y a los efectos oportunos firman la presente en La Laguna a 3 de julio de 2020

Agradecimientos

A Jezabel Molina y Yanira González, por su tiempo y ayuda durante el trabajo.

A mi madre, mi hermana y mi pareja, hacia quienes sólo puedo expresar mi sincero agradecimiento por apoyarme en todo momento.

A Richard Morales, por toda la ayuda prestada.

Licencia



© Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional.

Resumen

En la actualidad existen aplicaciones que nos permiten gestionar el cuaderno de campo de una finca. Sin embargo, ninguna de éstas se adapta al marco de la realidad agraria canaria, puesto que el Archipiélago dispone de unas características concretas. El terreno en las islas se divide en parcelas, y gran parte de las aplicaciones que se encuentran en el mercado tratan con extensiones de terreno que hacen complejo su uso a nivel de Canarias.

A raíz de esto, surge el presente proyecto que tiene como objetivo desarrollar un cuaderno de campo para entorno móvil y web que permita cómodamente volcar los diferentes indicadores relacionados con las labores diarias de un agricultor en finca, teniendo en cuenta las restricciones de terreno anteriormente mencionadas. Esta herramienta será de fácil manejo y compatible con los requisitos y exigencias de las diferentes Administraciones Públicas (datos generales de la explotación, seguimiento de la explotación y manejo de cultivos).

Palabras clave: cuaderno de campo, labores agrícolas, aplicación móvil, aplicación web.

Abstract

Currently there are applications that allow us to manage the field notebook of a farm. However, none of these fits within the framework of the Canarian agrarian reality. The Archipelago has specific characteristics. The land on the islands is divided into plots, and most of the applications found on the market deal with extensions of land that make it complex to use at the Canary Islands level.

As a result of this, the present project arises that aims to develop a field notebook for mobile and web environment that allows comfortably to dump the different indicators related to the daily work of a farmer on the farm, taking into account the aforementioned land restrictions. This tool will be easy to use and compatible with the requirements and demands of the different Public Administrations (general exploitation data, exploitation monitoring and crop management).

Keywords: field notebook, agricultural activity, mobile application, web application.

ÍNDICE GENERAL

1. Introducción.....	1
1.1 Motivación	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Estructura del documento	2
2. Estado del arte.....	3
2.1 AgropTima	3
2.2 iCropTrak	4
2.3 Cuadernoexplotacion.com	4
3. Tecnologías aplicadas	5
4. Diagramas	6
4.1 Diagramas de casos de uso	6
4.2 Diagrama de actividades	7
4.3 Diagrama de clases	8
5. Base de datos	11
6. Aplicación web	12
6.1 Funcionalidades	12
7. Aplicación móvil	18
7.1 Funcionalidades	18
8. API Rest.....	27
8.1 Motivación	27
8.2 Funcionalidades.....	28
9. Seguridad.....	30
9.1 Seguridad empleada.....	30
10. Presupuesto	31
11. Conclusiones y líneas futuras	33
12. Conclusions and future lines	34

13. Bibliografía 35

Índice de Figuras

Figura 1.0: Logo de CropGest	1
Figura 4.0: Diagrama de casos de uso.....	6
Figura 4.1: Diagrama de actividad "Mostrar datos"	7
Figura 4.2: Diagrama de actividad "Guardar datos"	8
Figura 4.3: Diagrama de clases	10
Figura 5.0: Esquema de la base de datos	11
Figura 6.0: Acceso a la aplicación	12
Figura 6.1: Panel de control del usuario	12
Figura 6.2: Nueva finca.....	13
Figura 6.3: Finca	13
Figura 6.4: Nueva parcela.....	14
Figura 6.5: Ajustes - Finca	14
Figura 6.6: Datos Finca	15
Figura 6.7: Parcela.....	15
Figura 6.8: Nueva actividad	15
Figura 6.9: Ajustes - Parcela.....	16
Figura 6.10: Histórico	16
Figura 6.11: Ajustes - Usuario	17
Figura 6.12: Datos Usuario	17
Figura 7.0: Acceso a la aplicación.....	18
Figura 7.1: Panel de control del usuario.....	18
Figura 7.2: Nueva Finca	19
Figura 7.3: Ajustes - Usuario	19
Figura 7.4: Datos - Usuario	20
Figura 7.5: Finca	20
Figura 7.6: Nueva Parcela	21
Figura 7.7: Ajustes - Finca	21
Figura 7.8: Datos - Finca	22
Figura 7.9: Parcela	22
Figura 7.10: Nueva actividad	23

Figura 7.11: Nueva actividad - Fitosanitario	23
Figura 7.12: Ajustes - Parcela	24
Figura 7.13: Datos - Parcela	24
Figura 7.14: Histórico - Parcela	25
Figura 7.15: Actividad	25
Figura 7.16: Mensajes de archivar/eliminar actividad	26
Figura 8.0: Funcionamiento de una API Rest	27
Figura 8.1: Ejemplo etiqueta '@Service'	28
Figura 8.2: Ejemplo etiqueta '@Autowired'	28
Figura 8.3: Ejemplo etiqueta '@PutMapping'	28
Figura 8.4: Ejemplo etiquetas '@RequestHeader' y '@RequestParam'	29
Figura 8.5: Ejemplo etiqueta '@RestController'	29
Figura 8.6: Definición de los elementos del MVC	29

Índice de tablas

Tabla 1.0: Análisis de AgropTima3

Tabla 1.1: Análisis de iCropTrak4

Tabla 1.2: Análisis de Cuadernoexplotación4

Tabla 1.3: Presupuesto del proyecto31

1. Introducción

Un cuaderno de campo es un documento donde el agricultor registra las labores realizadas en su terreno durante la temporada agrícola, por ejemplo, abonar, plantar, recolectar, etc.

Según la Comisión Europea [1], el objetivo de un cuaderno de campo es registrar todas las labores llevadas a cabo en la explotación agrícola durante la temporada. Éste se compone en dos partes diferenciadas:

1. Información general de la explotación e identificación de las parcelas: datos sobre el terreno y titular.
 - a) Indicar la información sobre la explotación y su titular.
 - b) Identificar las parcelas con sus dimensiones y uso.
2. Registro de tratamientos aplicados en cada campo.
 - a) Especificación de las labores realizadas, junto con su fecha y datos concerniente a la misma (materia activa, dosis, procedencia del producto, etc.).

El cuaderno de campo debe estar actualizado ya que puede ser solicitado en cualquier momento por el inspector para recabar datos. Además, éste se tiene que guardar un mínimo de 3 años, ya sea en soporte físico o digital, por si fuera requerido en un futuro por la Administración Pública.

1.1 Motivación

En la literatura, existen algunas herramientas informáticas como, por ejemplo, AgropTima, iCropTrak y cuadernoexplotación.com que se pueden utilizar para registrar las labores agrícolas, pero que no se adaptan a las necesidades del proyecto.

Dicho trabajo plantea el desarrollo de una aplicación que permita al agricultor gestionar sus fincas, y la subdivisión de éstas en parcelas de una forma sencilla. Así como administrar las diferentes actividades que se pueden realizar en ellas. Todo ello facilitará la elaboración del cuaderno de campo evitando que la persona encargada de la finca tenga que estar haciendo uso del tradicional “lápiz y papel”, ahorrándole tiempo en su labor.

Esta aplicación ha sido bautizada con el nombre de *CropGest*. “Crop” viene del inglés, que significa “cultivo” y “Gest” resulta de acortar la palabra “Gestionar” (Figura 1.0).



1.2 Objetivos

El principal objetivo de este proyecto es ofrecer una herramienta informática que se acomode a las características del territorio de las Islas Canarias. Donde las dimensiones y la forma de parcelar las fincas son diferentes a las de la península, pudiendo producir más de un producto en una finca.

Con esta solución se persigue que el agricultor tenga a su disposición una herramienta web y móvil que le permita de una forma simple administrar sus terrenos mediante la identificación de fincas, parcelas y actividades llevadas a cabo sobre éstas. Quedando sus datos registrados en una base de datos para su posterior explotación, siendo necesario para ello tener un histórico de todas las actividades registradas.

Por otro lado, se persigue desarrollar un sistema que sea capaz de mostrar a partir de los datos almacenados la información en un formato legible y amigable para el usuario.

1.3 Estructura del documento

Este proyecto se estructura en 12 capítulos. En el capítulo 1 se hace una breve introducción, se describe la motivación y objetivos generales del proyecto, así como la estructura del documento. A continuación, en el capítulo 2 se hace una comparativa de las diferentes soluciones software que se encuentran en el mercado. En el capítulo 3 se exponen las herramientas informáticas que han sido necesarias para desarrollar este proyecto. Posteriormente, en el capítulo 4 se hace hincapié en el diseño general del proyecto, utilizando diagramas UML (*Unified Modeling Language*) para definir el comportamiento y estructura del sistema. Seguidamente, en el capítulo 5 se describe el tipo de base de datos que se utilizará y como se hace uso de la misma en la herramienta informática. Por su parte, en el capítulo 6 se define el diseño y las funcionalidades de la aplicación web. A continuación, en el capítulo 7 se define el diseño y las funcionalidades de la aplicación móvil. Posteriormente, en el capítulo 8 se describe la importancia de usar una API (*Application Programming Interface*) y como se ha empleado la misma en el desarrollo del proyecto. En el capítulo 9 se exponen los medios empleados para garantizar la seguridad del sistema. En el capítulo 10 se incluye una tabla con la estimación de costes y horas del proyecto, además de la justificación de cada tarea realizada para completarlo. Por último, en los capítulos 11 y 12 se incluyen las conclusiones y líneas futuras del proyecto en español e inglés respectivamente.

2. Estado del arte

Para facilitar las labores de gestión, los agricultores tienen a su disposición herramientas informáticas como AgropTima [2], iCropTrak [3], cuadernoexplotación.com [4], entre otras, para la gestión del cuaderno de campo. Todas éstas tienen en cuenta las restricciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en cuanto al contenido del mismo.

2.1 AgropTima

Es una aplicación web y móvil que permite a los agricultores registrar sus tareas y tener información general del área agrícola (información del terreno, actividades realizadas, etc.).

Según la web oficial de AgropTima [2] sus funciones principales son almacenar la información registrada por el personal en un único sitio, descargar los datos al instante en cualquier dispositivo, trabajar en equipo al poder operar desde varios dispositivos y elaborar informes sobre la actividad.

La Tabla 1.0 presenta las ventajas y desventajas de la herramienta AgropTima [2]. Entre las ventajas está la posibilidad de geolocalizar las fincas y sus correspondientes parcelas, obtener información sobre fitosanitarios y trabajar sin la necesidad de tener conectividad a internet. Por otro lado, la principal desventaja para las necesidades de este proyecto es que está destinada a grandes explotaciones. Cabe destacar que es una de las más utilizadas en la Península Ibérica.

Disponibilidad	Formación	Asistencia	Precios (€)	Ventajas	Desventajas
IOS/Android/Web	En línea	Horas laborables	Básico – 249/Año + IVA	Gestión labores agrícolas	Destinado a grandes plantaciones
				Geolocalización parcelas	Contabilidad integrada
	Seminarios web		Pro – 399/Año + IVA	Información fitosanitarios	Gestión de contratos
				Generación cuaderno campo y fertilizantes	Gestión de precios
	Documentación	En línea	Personalización	Control Stock	Gestión de proveedores
				Control costes	Registro de clima
No requiere Internet				-	

Tabla 1.0: Análisis de AgropTima

2.2 iCropTrak

Esta herramienta informática permite explorar, documentar, rastrear e informar sobre algunos aspectos de las operaciones agrícolas a nivel de gestión utilizando para ello un dispositivo móvil y la nube [3]. En la Tabla 1.1 se presenta el conjunto de operaciones como: gestión del cultivo/ganado, gestión de inventario, registro del clima y trazabilidad de la explotación [3].

Por otro lado, presenta ciertas desventajas tales como las de no disponer de CRM (Gestión de Relación con Clientes), contabilidad integrada, gestión de contratos, gestión de precios, etc.

Disponibilidad	Formación	Asistencia	Precios (€)	Ventajas	Desventajas
IOS/Windows	En línea	Horas laborables	45,22/Mes	Gestión cultivos/ganado	CRM
				Gestión inventarios	Contabilidad integrada
				Registro clima	Gestión contratos
	Trazabilidad			Gestión precios	
	Documentación			-	Gestión proveedoras
				-	Gestión trabajo
-		Proc. Pedidos			

Tabla 1.1: Análisis de iCropTrak.

2.3 cuadernodeexplotacion.com

Cuadernodeexplotacion.com es una herramienta informática que cumple con los criterios del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Así, son concededores en cuanto a como se debe rellenar un cuaderno de campo, de forma que no se originen errores como usar productos fuera de registro, dosis incorrectas, etc. asegurando que los cuadernos están cumplimentados de manera fiable.

En la Tabla 1.2 se muestra un análisis de esta herramienta extraída desde su web oficial [4]. Ésta es una herramienta gratuita que permite trabajar en equipo, definir maquinaria, geolocalizar parcelas y dividir la actividad por campañas. Sin embargo, como las anteriores, está enfocada a grandes explotaciones, y es por ello por lo que no se ha visto su función en un territorio como el de las Islas Canarias.

Disponibilidad	Formación	Asistencia	Precios (€)	Ventajas	Desventajas
Windows/Mac	Documentación	No especifica	Gratuita	Trabajo en equipo	Grandes cultivos
				Maquinaria	Actividades no personalizadas
				Geolocalización parcelas	
				Información actualizada	
				Define campañas	

Tabla 1.2: Análisis de cuadernodeexplotacion.com

3. Tecnologías aplicadas

Para desarrollar cada uno de los componentes del proyecto se hará uso de varias tecnologías que facilitarán la creación de las diferentes características de éste. Dichas tecnologías son descritas a continuación:

- ❖ React JS: “Es una herramienta para crear interfaces de usuario interactivas de forma sencilla; diseña vistas simples para cada estado en la aplicación mientras se actualizan y renderizan de manera eficiente los componentes correctos cuando los datos cambien” [5]. Es utilizada para el diseño web.
- ❖ React Native: tecnología utilizada para desarrollar aplicaciones móviles nativas mediante React.
- ❖ Node: entorno para la capa del servidor que permite ejecutar en él los servicios web y móvil.
- ❖ MarvelApp: aplicación que permite diseñar interfaces para web y móvil, así como simular el flujo de éstas.
- ❖ ArgoUML: herramienta para crear diagramas UML.
- ❖ Visual Studio Code: entorno de desarrollo que puede ser fácilmente integrado con GitHub. Utilizado tanto para la web como para el móvil.
- ❖ Android Studio: entorno de desarrollo integrado para la plataforma Android.
- ❖ Spring Boot: conjunto de herramientas para construir servicios de forma rápida. Se hace uso de éste en la utilización de la API Rest.
- ❖ Java: lenguaje de programación orientado a objetos. Utilizado en la API.
- ❖ Maven: herramienta de software para la gestión y construcción de proyectos Java. Ha sido empleada para la utilización de la API.
- ❖ IntelliJ IDEA: entorno de desarrollo que ofrece facilidades a la hora de desarrollar (predicción de texto) y corregir errores (señalización e indicación de sugerencias automáticas). Se ha empleado en el uso de la API.
- ❖ Firebase: plataforma de Google que nos ofrece el servicio de base de datos, almacenamiento de imágenes y autenticación de usuarios.

4. Diagramas

Se ha optado por la utilización de diagramas UML (*Unified Modeling Language*) para mostrar el flujo, así como la estructura del mismo, por ser el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido y utilizado en la actualidad [6]. Mediante éste, se puede representar y documentar un sistema de forma gráfica.

4.1 Diagrama de casos de uso

En este proyecto habrá un único actor, el usuario (agricultor). En la Figura 4.0 se definen las acciones que éste puede realizar:

- ❖ Iniciar y cerrar sesión: mediante la autenticación de Google [9], el usuario podrá registrarse en el sistema y acceder a todas las funcionalidades del mismo.
- ❖ Administrar finca: se podrán crear y eliminar fincas, parcelas y actividades; así como obtener y editar información sobre éstas. Todas las actividades contarán con la opción de poder archivarse en un histórico de la parcela.
- ❖ Exportar datos: se podrán exportar los datos del terreno a un fichero Excel de fácil comprensión.
- ❖ Ajustes: el usuario podrá consultar y modificar sus datos cuando esté en la zona de usuarios. Así como, los del terreno cuando se encuentre en la pantalla de información del mismo.

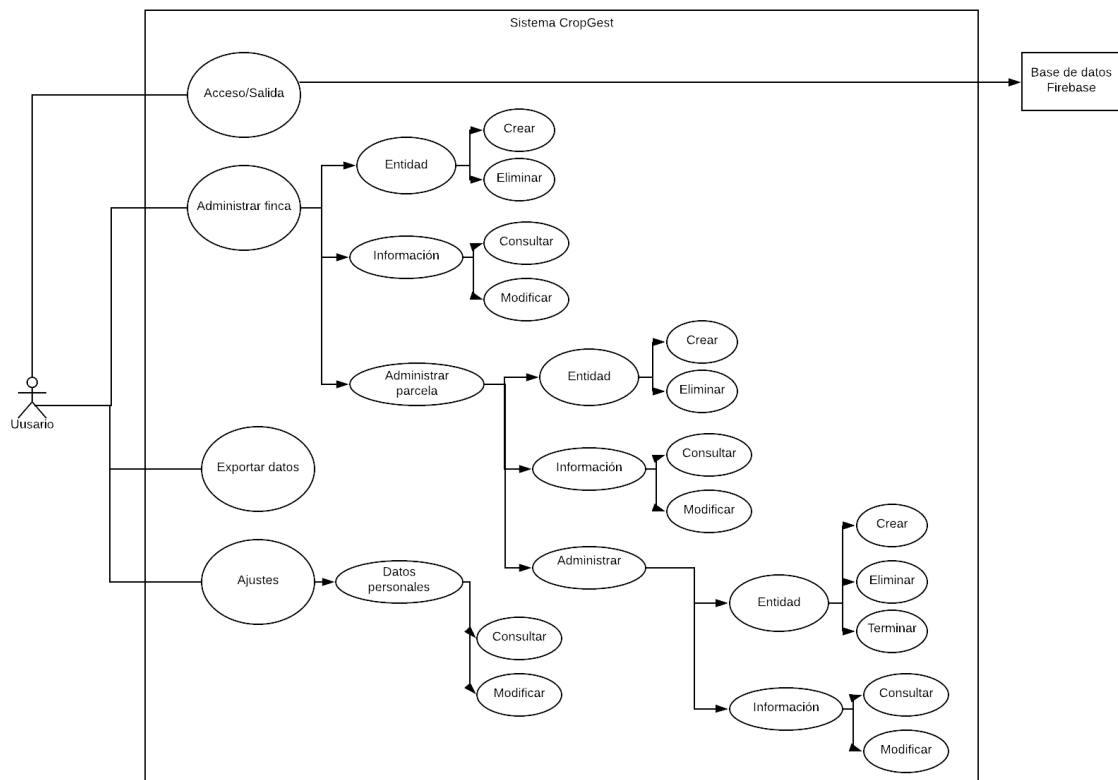


Figura 4.0: Diagrama de casos de uso

4.2 Diagrama de actividades

Se ha utilizado un diagrama de actividades para ayudar a explicar dos actividades básicas en el sistema: mostrar y guardar datos.

Como se puede ver en la Figura 4.1, para mostrar los datos, el usuario debe realizar una solicitud de la información. Dicha información puede ser los datos del agricultor, de una finca, una parcela o las diferentes actividades. Tras esto, el sistema procesa la solicitud y demanda a la base de datos dicha información. Ésta localiza los datos y los envía de vuelta al sistema. Una vez hecho esto, el sistema le muestra al usuario la información requerida.

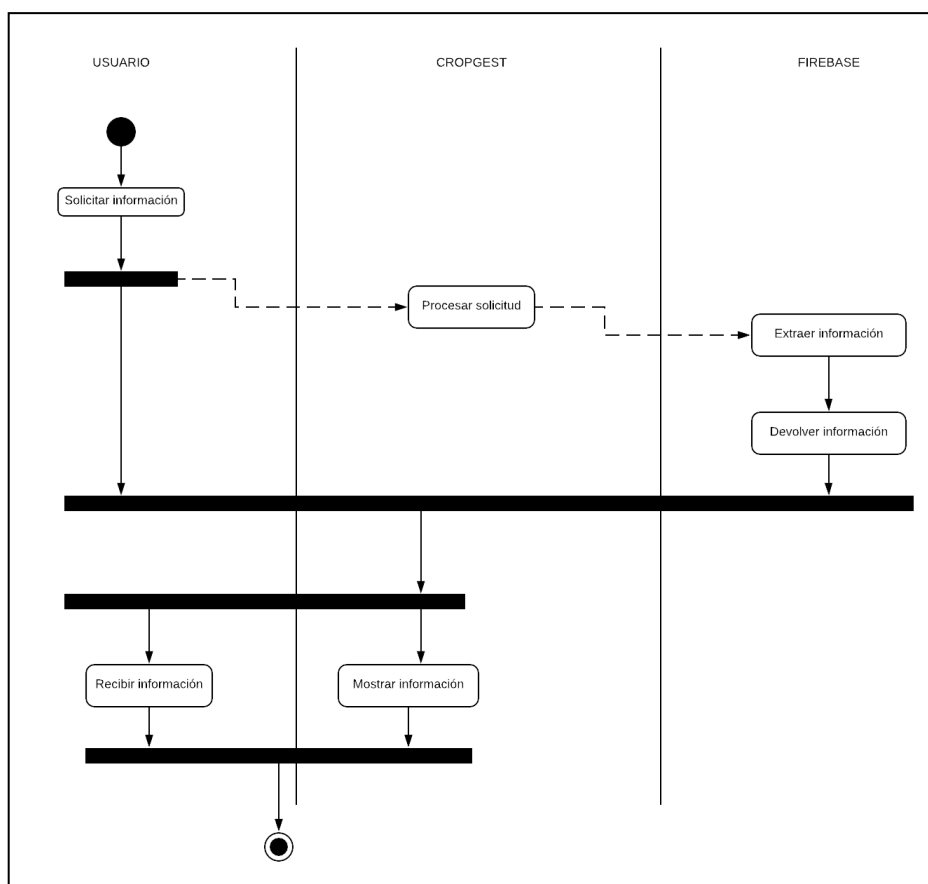


Figura 4.1: Diagrama de actividad "Mostrar datos".

En cuanto al proceso de guardar datos, como se puede apreciar en la Figura 4.2, la actividad comienza cuando el usuario escribe la información en los campos de texto habilitados para la creación/modificación de los datos del sistema. A continuación, tras pulsar el botón de guardado, la herramienta genera la solicitud a la base de datos y ésta realiza la acción. Una vez finalizada dicha acción, confirma al sistema la resolución para que éste notifique al usuario de si ha sucedido algún incidente o si el procedimiento ha sido exitoso.

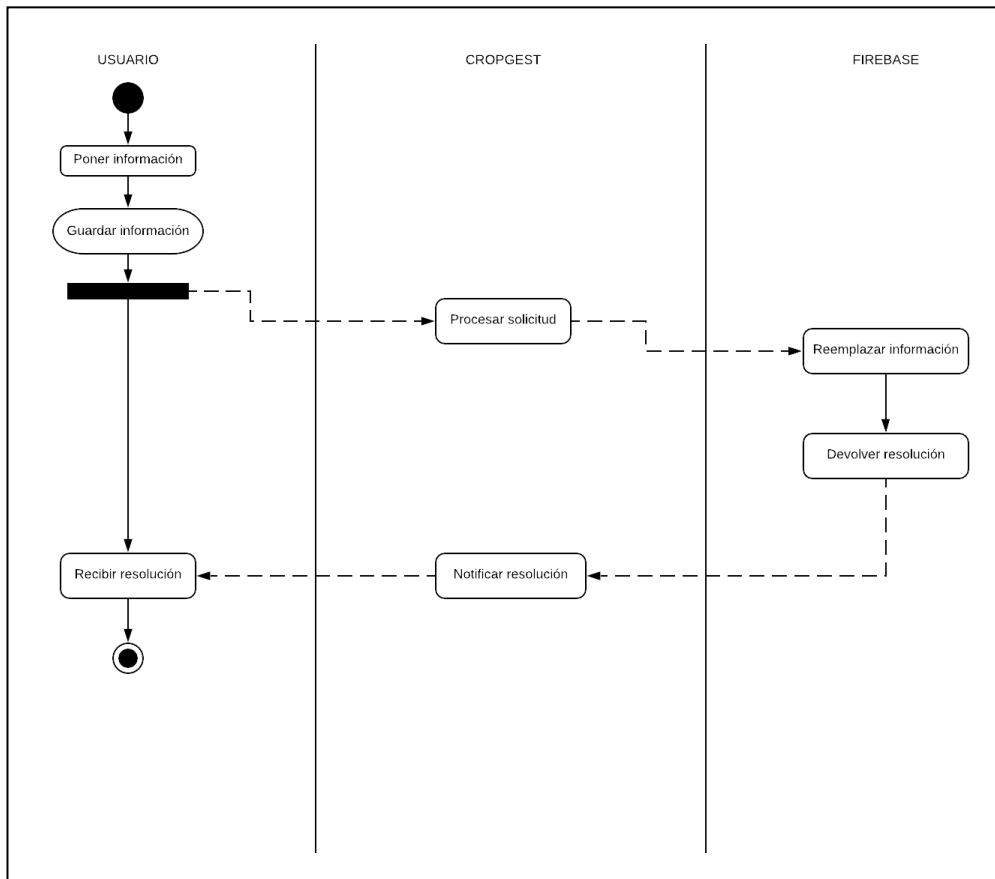


Figura 4.2: Diagrama de actividad "Guardar datos".

4.3 Diagrama de clases

Para poder mostrar las clases del sistema y la relación existente entre ellas se ha hecho uso de un diagrama de clases [7]. En este caso, se hace uso del Modelo Vista Controlador (MVC).

Como podemos ver en la Figura 4.3, entre las operaciones más importantes se encuentran las descritas a continuación:

❖ Operaciones en la clase Usuario:

- a) addLand(LandModel): esta operación permite añadir la finca "LandModel" a un usuario en concreto. Ésta se incluye en el vector de fincas (*lands*) que dispone dicho usuario.
- a) deleteLand(String landId): esta funcionalidad elimina una finca. Se utiliza el identificador pasado como parámetro (landId) para localizar la finca en el vector de fincas (*lands*) del usuario y así eliminarla.
- b) exportAll(): esta función exporta a un fichero Excel los datos concernientes al usuario y a todas sus fincas (información del usuario, fincas, parcelas y

actividades).

❖ Operaciones en la clase Finca:

- a) `addPlot(PlotModel)`: este método permite agregar la parcela "PlotModel" a una finca en particular. Ésta se incluye en el vector de parcelas (*plots*) disponible en la finca.
- b) `deletePlot(String plotId)`: esta funcionalidad permite eliminar una parcela, pasando el identificador de la parcela por parámetro (`plotId`) para poder localizar la parcela en el vector de parcelas, como ya se comentó con anterioridad, y así eliminarla.
- c) `exportLand()`: esta función exporta a un fichero Excel los datos concernientes a una finca en concreto (información de la misma, de sus parcelas y, en consecuencia, de sus actividades).

❖ Operaciones en la clase Parcela:

- a) `addPlantActivity(PlantActivityModel)`: esta operación permite añadir una actividad de tipo plantación (`PlantActivityModel`) a una parcela en concreto. Por otro lado, cuenta con la función `deletePlantActivity(String pactId)` que elimina una actividad de plantación con el identificador pasado como parámetro (`pactId`).
- b) `addFertilizeActivity(FertilizeActivityModel)`: esta funcionalidad da la posibilidad de agregar una actividad de tipo fertilización (`FertilizeActivityModel`) sobre una parcela. Por otro lado, se ha implementado la función `deleteFertilizeActivity(String factId)` que elimina una actividad de fertilización con el identificador enviado como parámetro (`factId`).
- c) `addPhytosanitaryActivity(PhytosanitaryActivityModel)`: esta función añade una actividad de tipo fitosanitario (`PhytosanitaryActivityModel`) a una parcela determinada. Además, cuenta con la función `deletePhytosanitaryActivity(String phactId)` que elimina una actividad de fitosanitario con el identificador pasado por parámetro (`phactId`).
- d) `addHarvestActivity(HarvestActivityModel)`: esta operación permite añadir una actividad de tipo recolecta (`HarvestActivityModel`) a una parcela específica. Por otro lado, se cuenta con la función `deleteHarvestActivity(String hactId)` que elimina una actividad de recolecta con el identificador remitido como parámetro (`hactId`).
- e) `addOtherActivity(OtherActivityModel)`: si el usuario quisiera crear una actividad que no esté contemplada entre las anteriores, podrá hacer uso de este método para crear "otra actividad" (`OtherActivityModel`) sobre una parcela en concreto. Por otro

lado, dispone de la función `deleteOtherActivity(String oactId)` que elimina dicha actividad con el identificador aportado como parámetro (`oactId`).

❖ Operaciones en la clase Actividad:

- a) `setActivatedOff()`: cuando es accionada la funcionalidad de “Archivar actividad”, definida en las parcelas se activa la operación para cambiar el atributo booleano “activated” a falso. Este atributo permite activar o archivar la actividad, es decir, una actividad activa será visible desde el panel de control de la parcela mientras que una actividad archivada estará guardada en el histórico de la parcela a la que pertenece.

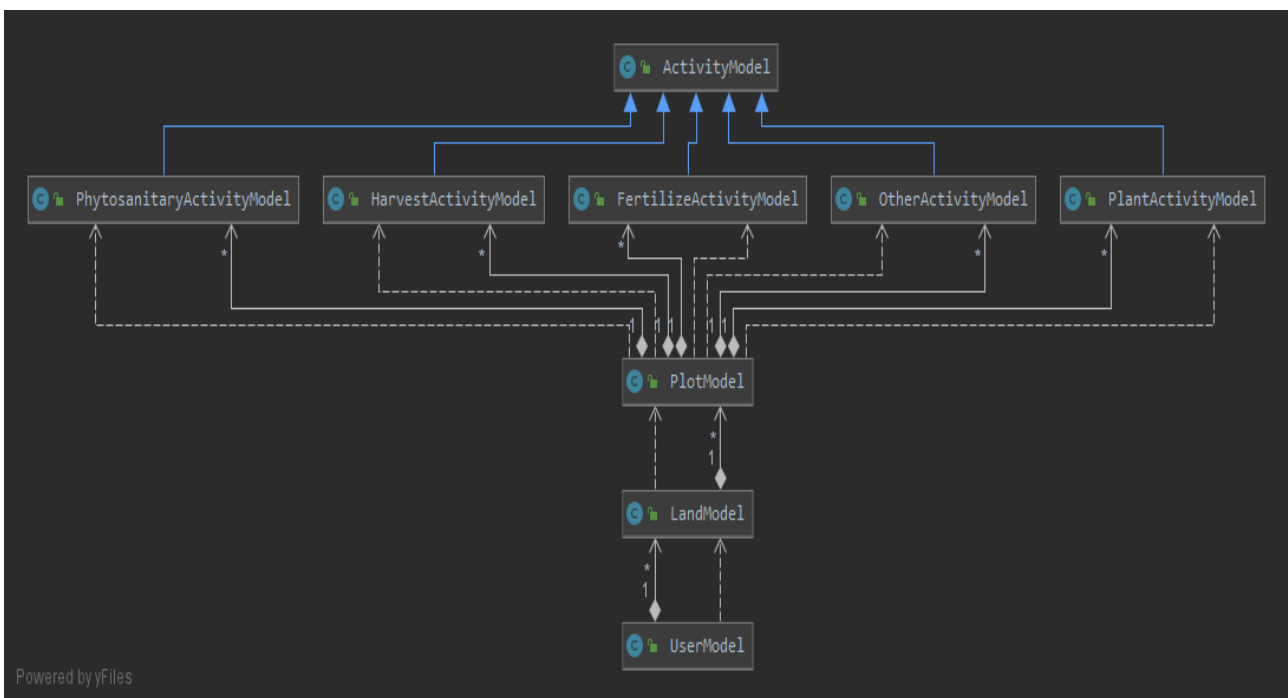


Figura 4.3: Diagrama de clases.

5. Base de datos

Para la base de datos del proyecto se ha utilizado la tecnología que proporciona Firebase. Dicha base de datos es “NoSQL flexible, escalable y en la nube a fin de almacenar y sincronizar datos para la programación en el lado del cliente y del servidor” [8]. En cuanto a la estructura, define los conceptos de colecciones (lo que en SQL se denominaría “tablas”) y documentos (en SQL, “tuplas”).

En este proyecto se utilizan colecciones para usuarios (*Users*), fincas (*Lands*), parcelas (*Plots*), actividades de plantación (*PlantActivities*), fertilización (*FertilizeActivities*), fitosanitario (*PhytosanitaryActivityies*), recolecta (*HarvestActivities*) y otras (*OtherActivities*). Los documentos serían las “tuplas” correspondientes a cada colección.

Para poder asociar las fincas con los usuarios, las parcelas con las fincas y éstas a su vez con las actividades, el poseedor de un elemento (por ejemplo, un usuario posee una finca o una finca posee una parcela) contiene todos los identificadores de sus posesiones. En la Figura 5.0 se muestra un ejemplo:

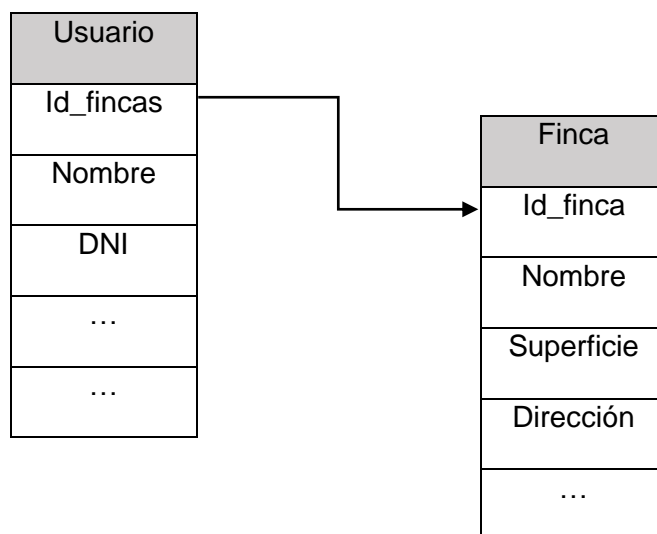


Figura 5.0: Esquema de la base de datos. Elaboración propia.

6. Aplicación web

6.1 Funcionalidades

El usuario tendrá una pantalla de inicio (Figura 6.0) donde podrá acceder al sistema mediante su cuenta de Google. Para ello, utilizamos la autenticación de *Firebase*. Según la documentación oficial, para que un usuario pueda acceder a la aplicación, primero debe obtener sus credenciales de autenticación. Éstas pueden ser la dirección de correo electrónico y la contraseña del usuario o un token OAuth de un proveedor de identidad federada. Estas credenciales deben enviarse al SDK de *Firebase Authentication*. Después, sus servicios de backend verificarán esas credenciales y mostrarán una respuesta [9].



Figura 6.0: Acceso a la aplicación.

Una vez se haya accedido, se mostrará su panel de control (Figura 6.1). En él podrá visualizar en la barra de navegación en que pestaña está, acceder a "Ajustes" y exportar los datos de sus fincas a un fichero Excel. En la parte inferior, como se puede ver en la Figura 6.1, se visualizan las fincas que hay actualmente junto con una breve información sobre éstas. También se encuentra, justo encima, el botón para crear nuevas fincas.

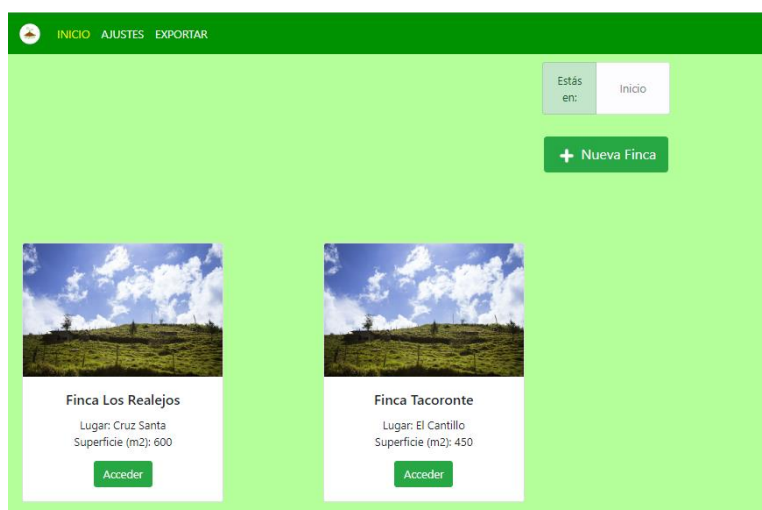


Figura 6.1: Panel de control del usuario

Accediendo al botón “Nueva finca” se habilitará un formulario para la creación de ésta (Figura 6.2). En este formulario se solicita el nombre, municipio, lugar, polígono, dirección y superficie total (en metros cuadrados) de la parcela. La superficie debe estar en formato numérico, de lo contrario el sistema nos avisará que no es posible crear la finca.




Figura 6.2: Nueva finca

Si entramos en una finca, veremos una pantalla similar al panel de control del usuario con la diferencia de que se verán las parcelas, un botón para los ajustes de la finca seleccionada y la opción de crear una parcela (Figura 6.3).

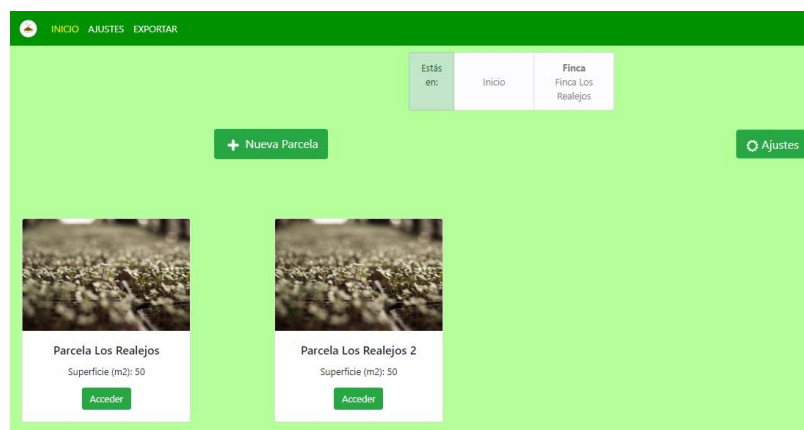


Figura 6.3: Finca

Pulsando el botón “Nueva Parcela” se podrá crear una nueva parcela cumplimentando un formulario. En éste se solicita el nombre de la parcela que se va a crear, la superficie total (en metros cuadrados) y se ofrece la posibilidad de añadir observaciones. No se requiere indicar la dirección ni municipio ya que esta información se encuentra a nivel de finca. En la Figura 6.4 puede verse el formulario.

Estás en: Inicio Finca Finca Los Realejos Nueva Parcela

Nombre parcela

Superficie total (m2)

Observaciones

Guardar

Figura 6.4: Nueva parcela

Volviendo a la Figura 6.3, si se selecciona el botón “Ajustes”, se redireccionará a una pantalla donde se mostrarán las diferentes opciones aplicables a la finca (Figura 6.5).

Estás en: Inicio Finca Finca Los Realejos Ajustes Finca

① Datos de la finca

📄 Exportar finca

✖ Eliminar finca

Figura 6.5: Ajustes – Finca

En el apartado “Datos Finca” estará visible la información acerca de la finca (Figura 6.6) y además se podrán modificar los campos que se deseen. Por otro lado, contamos con un apartado para exportar a un fichero Excel el cuaderno de la finca en cuestión y otro para eliminar la finca.

Figura 6.6: Datos finca

Retrocediendo a la Figura 6.3, si se escoge una parcela se mostrará el panel de control correspondiente a esta parcela. En él, se podrán observar las actividades activas, es decir, actividades que están actualmente en ejecución (Figura 6.7).

Figura 6.7: Parcela

Se podrán crear nuevas actividades usando el botón “Nueva Actividad”. En la Figura 6.8 se pueden observar las diferentes actividades sobre las que el agricultor puede trabajar. Dichas actividades son: plantación, abonado, fitosanitario, recolecta u otra actividad (si el usuario quiere definir una actividad que no está contemplada entre las que ofrece la herramienta informática).

Figura 6.8: Nueva actividad

En función de la actividad deseada se mostrará un formulario solicitando la información específica

de ésta:

- ❖ Nueva plantación: nombre, cultivo, variedad, fecha siembra, procedencia semilla, sustrato, tratamiento y observaciones.
- ❖ Nueva fertilización: nombre, tipo de abonado, materia activa, producto o nombre del comercio, fecha de abonado, dosis y observaciones.
- ❖ Nuevo fitosanitario: nombre, materia activa, producto, fecha, dosis, plaga/enfermedad y observaciones.
- ❖ Nueva recolecta: nombre, fecha de recogida y observaciones.
- ❖ Otra nueva actividad: nombre, tipo, fecha de inicio y observaciones.

En el botón “Ajustes” se pueden ver las opciones habilitadas para la parcela (Figura 6.9): mostrar información sobre la parcela (datos de la parcela), ver las actividades archivadas (histórico) y eliminar la parcela.

El botón “Histórico” (Figura 6.10) es necesario ya que puede haber actividades que todavía no han finalizado (actividades activas) y otras que sí (actividades archivadas). Estas últimas son almacenadas en el histórico de la parcela.



Figura 6.9: Ajustes – Parcela

La pantalla de “Histórico” permite consultar los históricos de las actividades en función de su tipo (Figura 6.10).

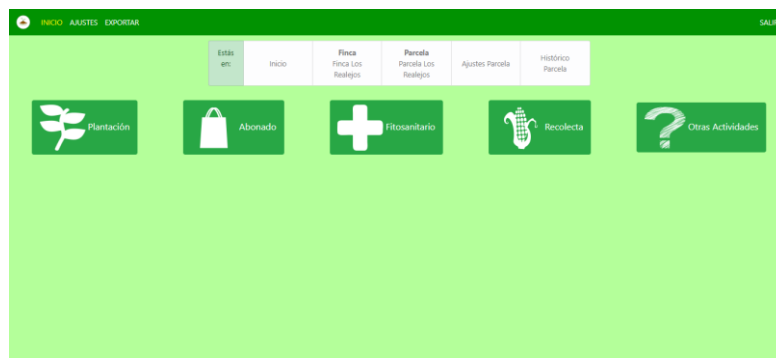


Figura 6.10: Histórico

En cuanto al usuario, éste mediante la pestaña “Ajustes” puede acceder a las acciones aplicables sobre el mismo. Como se muestra en la Figura 6.11, una vez se haya ingresado, se podrán ver las opciones que hay disponibles para modificar el usuario. En este caso, se podrán editar los datos del productor.



Figura 6.11: Ajustes - Usuario

En la pantalla de datos del productor se podrá visualizar y modificar la información referente al usuario. En la Figura 6.12 se muestra el formato en el que es presentada la información del productor. Hay que destacar que el sistema valida si los campos “DNI”, “CRAE” (número de identificación del agricultor) y “Teléfono” están en el formato correcto: el DNI está formado por 8 dígitos y un carácter alfabético (por ejemplo: 12345678A), el CRAE se compone de 4 dígitos y un carácter alfabético (sirva de ejemplo 1234A) y el teléfono está compuesto por 9 dígitos (por ejemplo: 666112233).

Figura 6.12: Datos – Usuario

7. Aplicación móvil

7.1 Funcionalidades

En primer lugar, el usuario se encontrará con la pantalla de acceso a la aplicación (Figura 7.0) desde la que podrá acceder al sistema previa autenticación.

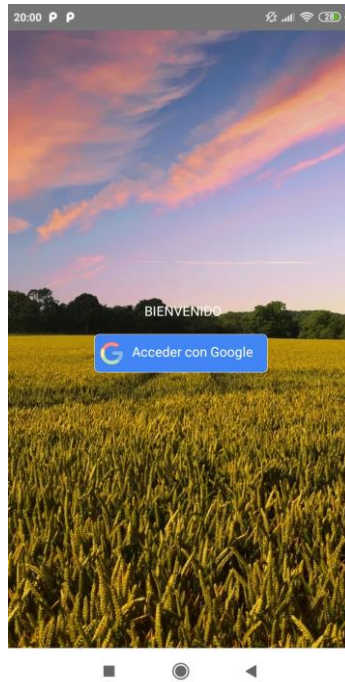


Figura 7.0: Acceso a la aplicación

Una vez se haya accedido, se le mostrarán al usuario las fincas que tiene creadas (en caso de que no haya creado nada, se avisaría de que no hay fincas existentes). Además, se dispone de dos botones: uno para crear nuevas fincas y otro para acceder a los ajustes de usuario (Figura 7.1).

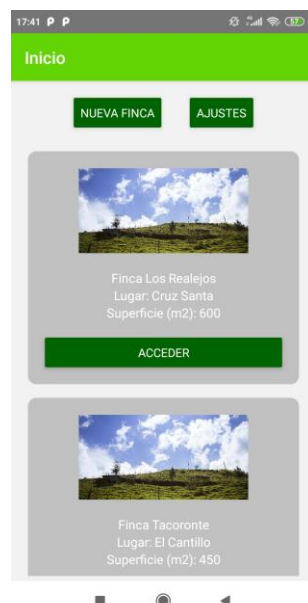


Figura 7.1: Panel de control del usuario

Si se selecciona el botón “Nueva finca” se irá a un formulario para la creación de ésta (Figura 7.2). Además, se verifican los campos comprobando que, en el caso de la “Superficie total” es de tipo numérico.



Figura 7.2: Nueva Finca

Por otro lado, si se escoge el botón “Ajustes” se verá la pantalla de opciones de usuario (Figura 7.3). A través del botón se podrán consultar y modificar los datos del productor y cerrar sesión.

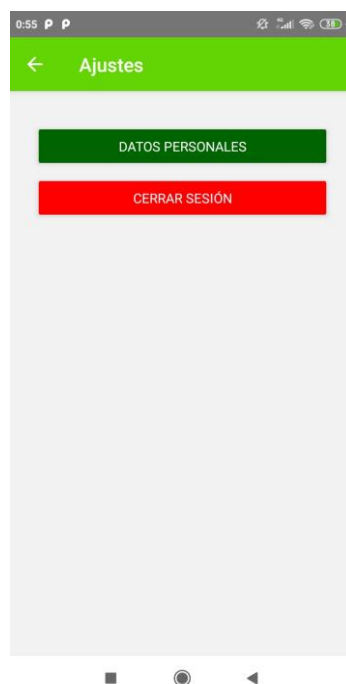


Figura 7.3: Ajustes - Usuario

A continuación, se muestra un ejemplo de la pantalla de datos personales del usuario (Figura 7.4). Además, en ésta se comprueba que los campos “DNI/NIF”, “Teléfono” y “CRAE” están en el formato adecuado.



Figura 7.4: Datos – Usuario

Seleccionando una finca en concreto, se irá al panel de control de ésta (Figura 7.5). Se cuenta con botones para crear una nueva parcela y acceder a los ajustes de la finca.

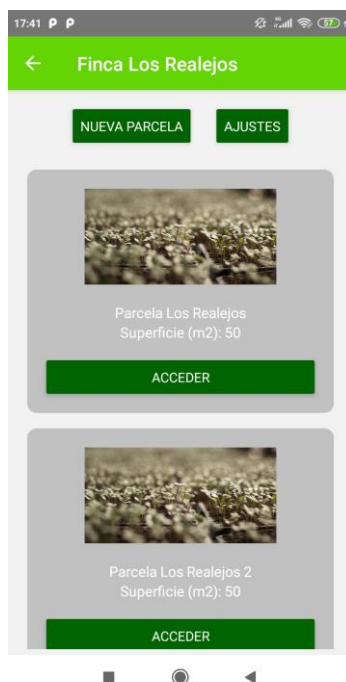


Figura 7.5: Finca

Si se escoge el botón “Nueva parcela” se redirige al formulario donde se podrá crear la nueva parcela (Figura 7.6). Además, se realiza una validación de los campos para verificar que el apartado “Superficie total” es de tipo numérico.



Figura 7.6: Nueva Parcela

Por otro lado, si se selecciona el botón “Ajustes” se irá direccionado a las opciones de la finca (Figura 7.7). En ellas se podrá visualizar las posibilidades de consultar y modificar sus datos; así como, eliminarlos.



Figura 7.7: Ajustes – Finca

A continuación, se muestra un ejemplo de pantalla de datos de la finca (Figura 7.8). En adición, posee una verificación de formulario para comprobar que el campo “Superficie total” es de tipo numérico.



Figura 7.8: Datos – Finca

Si se escoge una parcela en concreto se irá al panel de control de ésta (Figura 7.9). Nuevamente, contamos con botones para crear una actividad y acceder a los ajustes de la parcela.

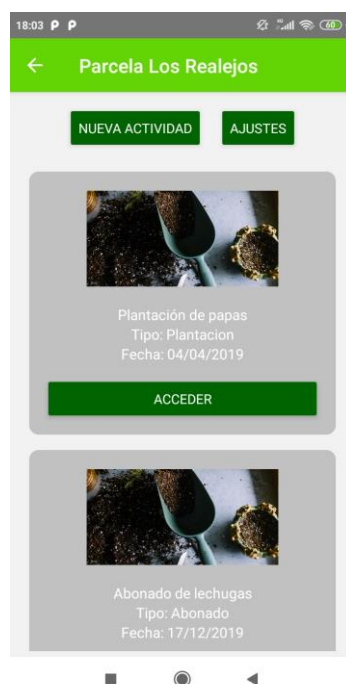


Figura 7.9: Parcela

Si se presiona sobre el botón “Nueva actividad” se abre la pantalla en la que se podrá elegir el tipo de actividad que se desea crear (Figura 7.10).



Figura 7.10: Nueva Actividad

Aquí se muestra un ejemplo del formulario de creación de una actividad fitosanitaria (Figura 7.11). Los datos solicitados en cada actividad son los mismos que se expusieron cuando se habló de la aplicación web.



Figura 7.11: Nueva actividad – Fitosanitario

Por otro lado, si se selecciona el botón “Ajustes” se irá dirigido a la pantalla de opciones de la parcela (Figura 7.12). En ella se encuentran los botones para consultar y modificar sus datos, examinar el histórico o eliminar la parcela.



Figura 7.12: Ajustes – Parcela

A continuación, se muestra un ejemplo de la pantalla de datos de la finca (Figura 7.13). Como se comentó con anterioridad, también posee una verificación de formulario para comprobar que el campo “Superficie total” es de tipo numérico.

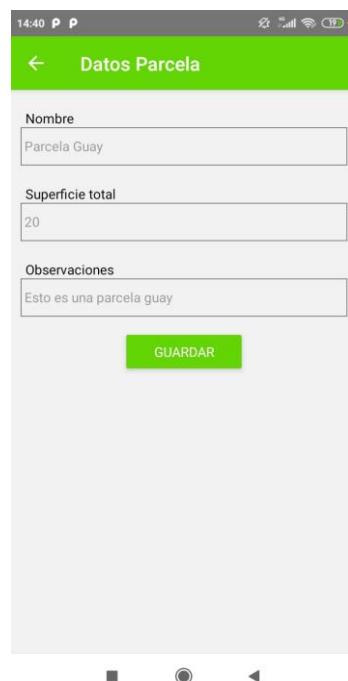


Figura 7.13: Datos – Parcela

Si se escoge la opción de histórico, el sistema redireccionará al usuario a una pantalla donde podrá decidir el tipo de actividad sobre la que quiere consultar el histórico (Figura 7.14).



Figura 7.14: Histórico – Parcela

Si en vez de escoger estas opciones se entra en una actividad en concreto, la herramienta mostrará información sobre ésta (Figura 7.15). En este caso, al final del formulario se dispone de los botones correspondientes para guardar, archivar o eliminar la actividad.

Hay que resaltar que para las opciones de archivar y eliminar se pregunta previamente al usuario si está seguro de la acción que ha seleccionado (Figura 7.16).

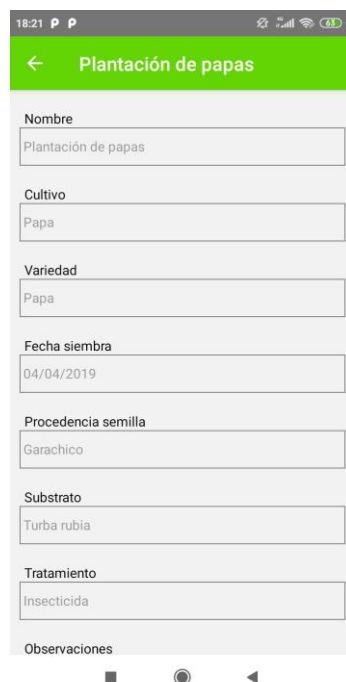


Figura 7.15: Actividad – Plantación

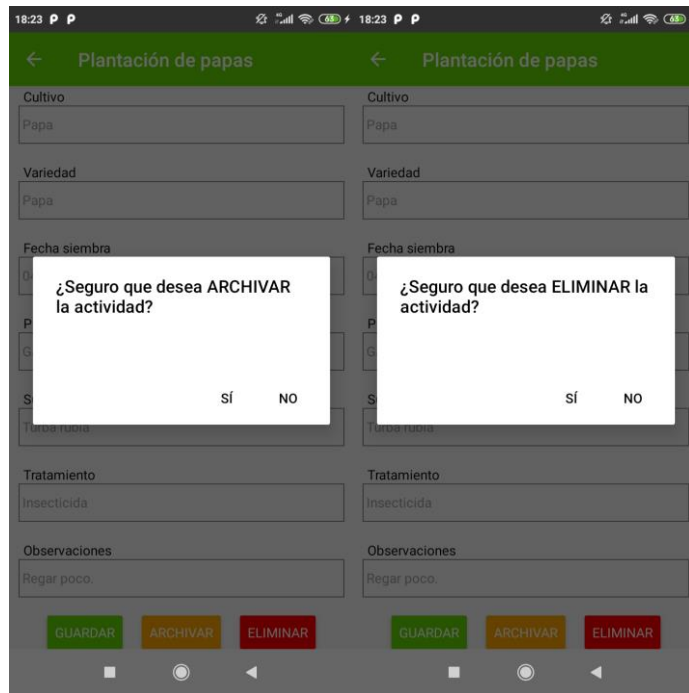


Figura 7.16: Mensajes de archivar/eliminar actividad

8. API Rest

“Una API (*Application Programming Interface*) es una interfaz de programación que permite la fácil interacción entre el programador y los datos de la aplicación” [10]. Además, esta tecnología usa ficheros de tipo JSON (*JavaScript Object Notation*), un formato que permite la clasificación e intercambio de datos.

Por otro lado, REST (*REpresentational State Transfer*) es un estilo de arquitectura para diseñar aplicaciones en red. Para conseguirlo, REST utiliza HTTP (*Hyper Text Transfer Protocol*), ya que permite compartir información entre un cliente y un servidor mediante peticiones [10].

A continuación, la Figura 8.0 muestra el comportamiento de una petición HTTP [10]:

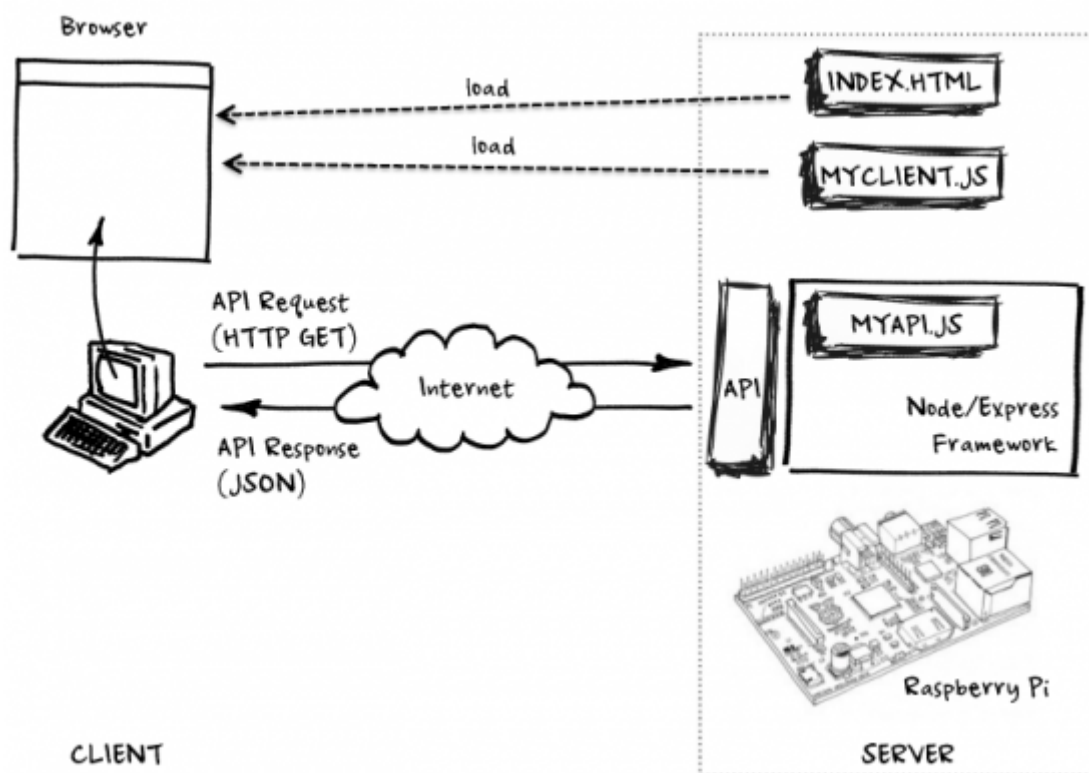


Figura 8.0: Funcionamiento de una API Rest.

8.1 Motivación

“La API REST siempre es independiente del tipo de plataformas o lenguajes, por tanto, se adapta al tipo de sintaxis o plataformas con las que se estén trabajando. Esto ofrece una gran libertad a la hora de probar o cambiar nuevos entornos” [11].

En base a lo anterior, se procedió a la utilización de la API para no tener que integrar el ‘*BackEnd*’ con el ‘*FrontEnd*’, obteniendo así una mayor modularidad en el sistema al existir un intermediario

entre ambas partes (*BackEnd* y *FrontEnd*). Además, en caso de cambiar la base de datos, la modificación de la estructura del sistema sería mucho menor, ya que solo tendríamos que adaptar las peticiones de ésta a la arquitectura del banco de datos.

8.2 Funcionalidades

Se aplicará el Modelo Vista Controlador (MVC) puesto que es el que más se adapta a nuestras necesidades. El MVC se define como un estilo de arquitectura de software que separa los datos de una aplicación, la interfaz de usuario, y la lógica de control en tres componentes distintos [12].

- ❖ Modelo: define los datos del sistema y su lógica.
- ❖ Vista: es la información que se envía al cliente y la interacción con éste.
- ❖ Controlador: gestiona el flujo entre el Modelo y la Vista, llegando a hacer transformaciones para adaptar los datos a las necesidades de cada uno [12].

Al usar SpringBoot en la API, disponemos de una serie de etiquetas que nos ayudarán a gestionar mejor los servicios que ofreceremos desde el API Rest. A continuación, podemos ver varios ejemplos de uso de estas etiquetas en el proyecto:

Con la etiqueta '@Service' (Figura 8.1) se define un servicio. En este caso, se establece el servicio de *Firebase* mediante una clase en la que estarán todas las funcionalidades de las peticiones a dicho servicio.

```
@Service
public class FirebaseService
```

Figura 8.1: Ejemplo de etiqueta '@Service'.

Con la etiqueta '@Autowired' (Figura 8.2) se realizan operaciones de forma automática. En el proyecto es utilizada para inicializar los servicios de *Firebase*.

```
@Autowired
FirebaseService firebaseService;
```

Figura 8.2: Ejemplo de etiqueta '@Autowired'.

Con las etiquetas '@GetMapping', '@PostMapping', '@DeleteMapping' y '@PutMapping' (Figura 8.3) se indican los métodos que están disponibles para operaciones de tipo 'GET', 'PUT', 'DELETE' o 'POST'.

```
@PutMapping("/updatePlantActivity")
```

Figura 8.3: Ejemplo de etiqueta '@PutMapping'.

Como se muestra en la Figura 8.4, para definir los requisitos de las peticiones HTTP se utilizan las etiquetas '@RequestHeader' (solicita la existencia de una cabecera en la petición), '@RequestBody' (reclama que haya un cuerpo en la petición) o '@RequestParam' (espera la inclusión de parámetros en la petición).

```
public void storePlantActivity(@RequestHeader String plotId, @RequestBody PlantActivityModel pact)
```

Figura 8.4: Ejemplo de etiquetas '@RequestHeader' y '@RequestParam'.

Se indica que elementos son controladores mediante la etiqueta '@RestController' (Figura 8.5).

```
@RestController
public class PlantActivityController {
```

Figura 8.5: Ejemplo de etiqueta '@RestController'.

El MVC se aplica en la herramienta de la siguiente manera:

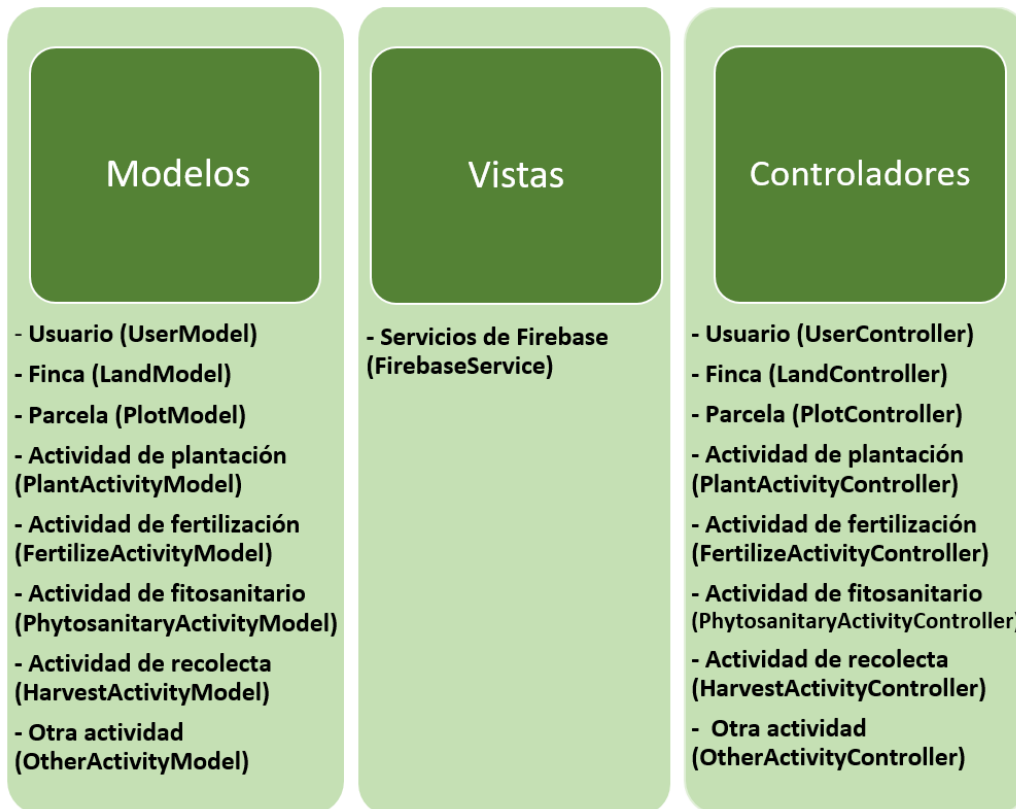


Figura 8.6: Definición de los elementos del MVC.

9. Seguridad

La seguridad es vital en cualquier sistema informático. Por lo que se establecen mecanismos que nos permitan la confidencialidad de los datos y robustez de la herramienta informática.

9.1 Seguridad empleada

Cada usuario sólo podrá ver su información y no la de otros. Para ello, es importante que haya una identificación de los usuarios mediante la autenticación de los mismos. En este caso, se hace uso de la citada autenticación de *Firebase*, que nos permite delegar las labores de autenticación a un servicio externo y fiable que nos garantice la identidad de cada usuario.

10. Presupuesto

Para elaborar el presupuesto del proyecto (Tabla 1.3), se han tenido en cuenta las actividades realizadas para su desarrollo:

- ❖ Planificación: es relevante realizar una planificación previa al desarrollo del sistema. En ésta se pueden contemplar hitos como: reunión con el cliente, análisis de requisitos, realización de diagramas de casos de uso, etc.
- ❖ Formación inicial de las herramientas a utilizar: no todas las tecnologías que requieren ser utilizadas para llevar a cabo el proyecto son conocidas, por lo que tomará un determinado número de horas el poder controlarlas.
- ❖ Diseño y desarrollo de la aplicación web: como una de las herramientas será una aplicación web, se deberá realizar previamente un diseño gráfico de ésta para que el cliente lo apruebe. Después de eso, se procederá al desarrollo de la citada herramienta.
- ❖ Diseño y desarrollo de la aplicación móvil: al igual que con la web, se requiere realizar un diseño previo para que el cliente pueda validar que el producto responde a sus necesidades. A partir de ahí, se comenzará con su desarrollo.

Según la Universidad Europea: “En 2019, el salario de un ingeniero informático que acaba de terminar su carrera o grado puede rondar los 18.000 y 22.000 euros brutos al año” [13]. Tomando esto como referencia se elige tomar el precio de 8 euros por hora, atendiendo al salario de 18.000 euros brutos al año.

Concepto	Horas destinadas	Precio/Hora (€)	Total (€)
Planificación	10	8	80
Formación inicial en las herramientas a utilizar	20	8	160
Diseño y desarrollo de la aplicación web	135	8	1080
Diseño y desarrollo de la aplicación móvil	120	8	960
Total	285	-	2280

Extras	
Concepto	Coste anual (€)
'Hosting' en Amazon Web Services (AWS)	32
Dominio web	10
Total	42

Tabla 1.3: Presupuesto del proyecto

11. Conclusiones y líneas futuras

Este sistema compuesto por una aplicación web y móvil ha sido desarrollado con la intención de ayudar a los agricultores de Canarias en las labores de gestión de sus fincas. Así como brindar mejoras tecnológicas en el sector agrícola.

Este proyecto ofrece a los agricultores poder llevar a cabo su cuaderno de campo de una forma sencilla e intuitiva, dejando atrás toda la problemática de tener que guardar papeles en formato físico e incluso corriendo el riesgo de perderlos.

Como ya se comentó con anterioridad, existen varias herramientas como son AgropTima, iCropTrak y cuadernoexplotacion.com que permiten a los agricultores crear sus cuadernos de campo, pero sin adaptarse a las particularidades de la geografía de las Islas Canarias. Es por ello, que CropGest surge con el objetivo de que los agricultores canarios sientan que cuentan con una aplicación personalizada para ellos y que les permita tener un recurso a escala.

Por último, una de las grandes ventajas de este proyecto es que el sistema es altamente escalable. Algunas sugerencias de mejora de cara al futuro podrían ser:

- ❖ 'Machine Learning'. Según Andrés González: "El Machine Learning es una disciplina científica del ámbito de la Inteligencia Artificial que crea sistemas que aprenden automáticamente" [14]. Debido a esto, se podría desarrollar una funcionalidad para la detección precoz de posibles errores de gestión, basándose en experiencia pasada. Por ejemplo, notificar de una posible mala reacción de una plantación a un producto fitosanitario porque en un determinado año sucedió así.
- ❖ Manipulación de datos por reconocimiento de voz. Es decir, utilizar el sintetizador de voz de Google para poder escribir lo que el agricultor diga, ahorrándole tiempo de estar escribiendo.
- ❖ Personalización del entorno de trabajo. Con ello se refiere a poder cambiar las preferencias de colores, formas y estilos de las pantallas por parte del usuario.
- ❖ Modo oscuro. El modo oscuro es la utilización de colores oscuros o negros, persiguiendo un menor consumo de batería en el dispositivo móvil, así como aportar beneficios a la salud. Por ejemplo, ayudar a reducir la fatiga visual [15].
- ❖ Buscador de elementos. A medida que se van introduciendo datos, localizar un elemento (finca, parcela o actividad) puede resultar una tarea compleja. A razón de esto, será muy útil añadir un buscador que permita agilizar la búsqueda.

12. Conclusions and future lines

This system, made up of a web and mobile application, has been developed with the intention of helping farmers in the Canary Islands to manage their farms. As well as providing technological improvements in the agriculture sector.

This project offers farmers to carry out their field notebook in a simple and intuitive way, leaving behind all the problems of having to save papers in physical format and even running the risk of losing them.

As previously mentioned, there are several tools such as AgropTima, iCropTrak and notebookexploitation.com that allow farmers to create their field notebooks, but without problems to the particularities of the Canary Islands geography. That is why CropGest arises with the aim that Canarian farmers feel that they have a personalized application for them and that allows them to have a resource at scale.

Finally, one of the great advantages of this project is that the system is highly scalable. Some suggestions for future improvement could be:

- ❖ 'Machine Learning'. According to Andrés González: "Machine Learning is a scientific discipline in the field of Artificial Intelligence that creates systems that automatically learn" [14]. Because of this, a functionality for early detection of possible management errors could be developed based on past experience. For example, to notify of a possible bad reaction of a plantation to a phytosanitary product because in a certain year it happened like this.
- ❖ Data manipulation by voice recognition. In other words, use the Google voice synthesizer to be able to write what the farmer says, saving him time of writing.
- ❖ Personalization of the work environment. This refers to being able to change the preferences of colors, shapes and styles of the screens by the user.
- ❖ Dark mode. The dark mode is the use of dark or black colors, pursuing a lower battery consumption on the mobile device, as well as providing health benefits. For example, help reduce eye strain [15].
- ❖ Element finder. As data is entered, locating an item (farm, plot, or activity) can be a complex task. Because of this, it will be very useful to add a search engine that will speed up the search.

13. Bibliografía

- [1] fbustos@yc.cl. (2018, 26 enero). *Manual para crear un cuaderno de campo*. PortalFruticola.com. <https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/01/26/manual-crear-cuaderno-campo/#:%7E:text=El%20cuaderno%20de%20campo%20es,labores%20o%20libro%20de%20campo.>
- [2] Agroptima. (2020, 26 junio). Cuaderno de campo digital para la explotación agrícola. <https://www.agroptima.com/es/cuaderno-de-campo/>
- [3] Encuentra el software que buscas. (s. f.). Capterra. <https://www.capterra.es>
- [4] Cuadernoxplotación.com. (s. f.). Cuaderno Explotación. https://www.cuadernoxplotacion.com/V6/documentos/comunes/TUTORIAL_CUADERNO_EXPLOTACION.pdf.
- [5] Empezando –. (s. f.). React. <https://es.reactjs.org/docs/getting-started.html>.
- [6] O.C, H. (s. f.). Diagramas UML ¿Necesarios? masclicks.com. <https://www.masclicks.com.mx/blog/es/tecnologia/diagramas-uml-necesarios>.
- [7] UML: Los Diagramas más usados para el Diseño de Software. (2017, 15 abril). Camino del Hacker. <http://blog.furiosojack.com/2017/04/uml-los-diagramas-mas-usados-para-el.html>.
- [8] Cloud Firestore | . (s. f.). Firebase. <https://firebase.google.com/docs/firestore?hl=es>.
- [9] Firebase Authentication. (s. f.). Firebase. <https://firebase.google.com/docs/auth?hl=es>.
- [10] Tellado, F. (2016, 25 enero). WordPress REST API ¿qué es? ¿cómo funciona? Ayuda WordPress. <https://ayudawp.com/wordpress-rest-api-que-es-como-funciona/>.
- [11] Ribas, E. (2020, 8 enero). Qué es Api Rest y por qué debes de integrarla en tu negocio ¡Descúbrelo! Thinking for Innovation. <https://www.iebschool.com/blog/que-es-api-rest-integrar-negocio-business->

tech/#:%7E:text=La%20API%20REST%20siempre%20es,%2C%20Java%2C%20Python%20o%20Node.

[12] Servicio de informática de la Universidad de Alicante. (s. f.). Modelo Vista Controlador (MVC). Universidad de Alicante. <https://si.ua.es/es/documentacion/asp-net-mvc-3/1-dia/modelo-vista-controlador-mvc.html>

[13] Universidad Europea. (2020, 22 mayo). Cuánto gana un ingeniero informático. <https://universidadeuropea.es/blog/cuanto-gana-un-ingeniero-informatico#:~:text=En%202019%2C%20el%20salario%20de,profesionales%20mejor%20pagados%20en%20Espa%C3%B1a>.

[14] González, B. A. (s. f.). ¿Qué es Machine Learning? – Cleverdata. Cleverdata. <https://cleverdata.io/que-es-machine-learning-big-data/>.

[15] El Corte Inglés. (s. f.). Modo oscuro en el móvil. <https://www.elcorteingles.es/ideas-y-consejos/tecnologia/modo-oscuro-smartphone/>.