



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Sistema para la integración
de productos fitosanitarios

Autor

Catalin Dumitrache

Director

Francisco Javier López Pellicer

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
2017



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

D./D^a. _____,

con nº de DNI _____ en aplicación de lo dispuesto en el art.

14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster)
_____, (Título del Trabajo)

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada debidamente.

Zaragoza, _____

Fdo: _____

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a ...

RESUMEN EJECUTIVO

Este proyecto se centra en presentar un modelo de integración de información relativa a productos fitosanitarios y su aplicación en diferentes productos agrícolas provenientes de fuentes heterogéneas en un esquema único.

Para lograr esto, se han seleccionado diferentes fuentes de datos sobre productos fitosanitarios, presentes en distintos formatos y se han analizado varias tecnologías de integración para elegir el stack tecnológico que más se adecue al problema en cuestión.

Así pues, en este proyecto se ha usado *Apache Hadoop* [1] como sistema responsable del almacenamiento y escalabilidad de la solución y *Apache Hive* [2] para facilitar el acceso y tratamiento de los datos mediante una aproximación relacional.

Para demostrar la viabilidad del sistema, se ha desarrollado un prototipo funcional que recoge datos de los productos fitosanitarios de España y Europa y complementa la información de ambas fuentes, constituyendo un primer paso hacia ese modelo compartido donde varias fuentes heterogéneas concuerdan en un mismo esquema congruente. Los datos se pueden ver mediante una aplicación web desarrollada con *JHipster* [3], un generador de proyectos ligero sobre Java capaz de desplegar rápidamente una aplicación con una cuidada GUI. JHipster a su vez se nutre de la información de Hadoop mediante unos procesos ETL conseguidos a través de varias herramientas: Hive en el lado de Hadoop como antes se había mencionado, *MySQL* [4] como base de datos en el lado de JHipster y la herramienta Talend, que permite hacer transformaciones sobre ficheros y transferir los datos de manera sencilla entre Hive y MySQL.

Palabras clave: Productos fitosanitarios, Hadoop, Hive, Integración, ETL, Base de datos, JHipster, MySQL, Modelo único, BigData, Escalabilidad, Sqoop, Fuentes heterogéneas.

Tabla de contenidos

1. Introducción	1
1.1. Estructura del documento	2
Glosario	3
2. Phytoscheme	4
2.1. Contexto y necesidades reales	4
2.2. Motivación y objetivos	6
2.3. Restricciones	8
3. Análisis	9
3.1. Análisis del problema	9
3.2. Modelo de negocio	9
3.3. Contexto tecnológico	12
3.4. Glosario del Stack Tecnológico	13
3.5. Elección del Stack Tecnológico	14
3.6. Análisis de riesgos	15
3.7. Captura de requisitos	18
4. Diseño	20
4.1. Diseño conceptual	20
4.2. Arquitectura final del sistema	20
5. Implementación	21
5.1. Prueba de concepto	21
5.2. Prototipo real	21
5.3. Problemas técnicos detectados	21
6. Gestión	22
6.1. Metodología	22
6.2. Control de versiones	22

6.3. Pautas e imposiciones	22
6.4. Estimación del coste	22
7. Conclusiones	23
7.1. Resultados y objetivos	23
7.2. Conocimientos adquiridos	23
8. Bibliografía	24
Lista de Figuras	26
Lista de Tablas	27
Anexos	28
A. Datos	29
A.1. Modelo de datos	29
A.2. Flujo de datos	29
B. Clientes	30
B.1. Clientes potenciales	30
C. Análisis	33
C.1. Análisis de riesgos completos	33
C.2. Análisis de diseños alternativos	38

Capítulo 1

Introducción

Actualmente, el proceso de consulta del uso y aplicación de los productos fitosanitarios sobre determinados productos resulta una tarea en ocasiones tediosa, sobre todo, cuando se trata de comprobar las especificaciones y regulaciones que imponen diferentes países en operaciones de importación o exportación de determinados productos agrícolas. Hoy en día, una persona que quiere comercializar estas sustancias debe tener en cuenta varios factores; en primer lugar, existen varios manuales extensos que recogen medidas de seguridad, buenas prácticas y pautas sobre la aplicación de los productos fitosanitarios. Dichos manuales se deben cumplir en todo momento [manual seguridad, aplicación fitosanitarios, buenas prácticas]. No solo eso, sino que por otra parte, las bases de datos o almacenes que recogen la información sobre sustancias autorizadas en muchas ocasiones no están bien gestionadas, son difíciles de encontrar, la información se presenta en formatos heterogéneos e incluso se puede encontrar desactualizada. Los avances conseguidos en este Trabajo de Fin de Grado, pretenden reducir la complejidad de esa tarea de búsqueda de información acerca de productos fitosanitarios, facilitando a una persona el acceso a un esquema común con toda la información centralizada y actualizada.

El objetivo principal de este proyecto es **proponer y validar un proceso de recogida, transformación y presentación de la información sobre productos fitosanitarios con el resultado en forma de esquema compartido estandarizable** que pueda beneficiar tanto a agricultores como a instituciones nacionales o internacionales, **y facilitar la consulta de dicha información de manera más rápida, simple y accesible que los métodos actuales.**

Entre los retos planteados figuran:

- Desarrollar un sistema capaz de visualizar los datos ya integrados nutriéndose únicamente de las fuentes originales sin intervención de una persona en el proceso
- La consistencia de los datos y su almacenamiento tanto en formato original como

en su formato procesado e integrado en la versión final

- El diseño de una solución escalable y actualizada en todo momento
- La posibilidad de añadir características de trazabilidad y mantenimiento a la aplicación.

1.1. Estructura del documento

Este documento se presenta dividido en varios bloques conceptuales:

El primero abarca los primeros tres apartados (Resumen ejecutivo, Introducción y Definiciones) y se corresponde a una introducción al trabajo realizado; en él, se ofrece una visión completa y resumida del problema junto con su solución y se dan algunas definiciones técnicas de algunos de los términos empleados en esta memoria.

El bloque de análisis abarca los apartados 4 y 5 (Phytoscheme y Análisis) y presentan el trabajo de análisis que se llevó a cabo, desde el estudio del entorno, hasta el análisis del stack tecnológico, pasando por el de riesgos y la captura de requisitos.

El tercer bloque de esta memoria se corresponde al bloque de la solución desarrollada en sí; Abarca los apartados 6 y 7 (Diseño e implementación) y en ellos se plasma el trabajo desde las fases tempranas del desarrollo de la solución hasta el momento de la finalización del software como solución tecnológica al problema.

Los últimos bloques se corresponden a los detalles de gestión del proyecto, a las conclusiones tanto del proyecto como del alumno a nivel personal y a los diferentes anexos recogidos durante toda la duración del TFG.

Glosario

Certificado fitosanitario Documento oficial que atestigua el estatus fitosanitario de cualquier envío sujeto a reglamentaciones fitosanitarias [FAO, 1990] - *Glosario de términos Mapama* [5].

Legislación fitosanitaria Leyes básicas que conceden la autoridad legal a la organización nacional de protección fitosanitaria a partir de las cuales podrán elaborarse las reglamentaciones fitosanitarias [FAO, 1990; revisado FAO, 1995] - *Glosario de términos fitosanitarios* [6].

Producto fitosanitario De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), se define al producto fitosanitario como la sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir la acción de, o destruir directamente, insectos, ácaros, moluscos, roedores, hongos, malas hierbas, bacterias y otras formas de vida animal o vegetal perjudiciales para la salud pública y también para la agricultura. Inclúyase en este ítem los plaguicidas, defoliantes, desecantes y las sustancias reguladoras del crecimiento vegetal o fitorreguladores - *CCT Mendoza* [7].

Sustancia, Sustancia activa, Fármaco Un fármaco (o sustancia activa) es toda sustancia química purificada utilizada en la prevención, diagnóstico, tratamiento, mitigación y cura de una enfermedad, para evitar la aparición de un proceso fisiológico no deseado o bien para modificar condiciones fisiológicas con fines específicos. En el dominio de aplicación actual, nos referiremos en concreto a aquellos fármacos utilizados en la prevención, diagnóstico, tratamiento, mitigación y cura de enfermedades relacionadas con los productos agrícolas, marinos o alimenticios - *Fármaco, Wikipedia* [8].

Tratamiento fitosanitario Procedimiento oficial para matar, inactivar o eliminar plagas o para esterilizarlas o desvitalizarlas [FAO 1990; revisado FAO, 1995; NIMF 15, 2002; NIMF 18, 2003; CIMF, 2005] - *Glosario de términos fitosanitarios* [6].

Capítulo 2

Phyotoscheme

2.1. Contexto y necesidades reales

Los productos fitosanitarios son un elemento imprescindible en la producción agrícola, tanto en los sistemas convencionales de agricultura como en los sistemas de agricultura integrada o ecológica. Sin su existencia, muchos cultivos de las zonas de producción de mayor interés económico y social serían inviables hoy en día debido a los estragos potenciales de las diferentes clases de plagas.

No obstante, el uso de dichos productos fitosanitarios debe estar regulado ya que una aplicación indebida de los mismos puede tener otros efectos no deseables. Dichos efectos de ninguna manera deben suponer un peligro para la salud humana y tampoco riesgos inaceptables para el medio ambiente.

Por ello el Estado sólo aprueba la comercialización de aquellos productos fitosanitarios que sean útiles para combatir las plagas pero no impliquen otros riesgos colaterales. Para que un producto fitosanitario pueda comercializarse debe estar inscrito necesariamente en el Registro Oficial de Productos Fitosanitarios - *Página web del ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medio ambiente de España* [9]

Es, por tanto, necesario y casi obligatorio que la información del Registro de Productos Fitosanitarios llegue de manera precisa a todos los implicados en el área del uso de los productos fitosanitarios

La *Directiva 2009/128/CE* [10] establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios. Esta Directiva implica, por ejemplo, la obligación del registro del uso de productos fitosanitarios. Un ejemplo del desarrollo de esta Directiva es el *Cuaderno de Explotación* [11]. Este cuaderno aglutina de manera ordenada y armonizada todos los elementos que deberán registrar los titulares de las explotaciones agrícolas, con el objetivo de facilitar el cumplimiento de la Directiva.

Actualmente, hay varias empresas que ofrecen aplicaciones (p. ej. *aGROSLab* [12],

Agricolum [13] o el *Cuaderno de Campo Agronev* [14]) que implementan el Cuaderno de Explotación. Un valor añadido que suelen incorporar estas aplicaciones es una base de datos con información acerca de los productos fitosanitarios autorizados. El problema al que se enfrentan estas empresas es que esta información no se publica de forma uniforme en toda la Unión Europea. Es decir, hay al menos un publicador por país miembro, la información publicada es heterogénea y los formatos normalmente son difícilmente accesibles. Además, a nivel Europeo, hay una *base de datos de referencia* [15] de las restricciones más o menos comunes en el uso de productos fitosanitarios. Dado que no hay un estándar de publicación establecido, una consecuencia adicional de esta situación es que es complicado verificar si un producto tratado con una serie de productos fitosanitarios en un país miembro puede ser exportado a otro, ya que la normativa fitosanitaria aplicable puede diferir.

En cuanto a la importación de productos desde un país miembro de la Unión Europea, el artículo 52 del *Reglamento (CE) 11/07/2009* [16] se refiere a este trámite como comercio paralelo y se especifica que para poder llevarlo a cabo, el Estado Miembro donde se desee introducir deberá determinar que el producto fitosanitario es idéntico en composición a otro ya autorizado en su territorio al que se denominará “producto de referencia”. Para realizar el trámite, actualmente el proceso consta en rellenar la *solicitud* del certificado [17] (disponible en la página web del ministerio), entregarla a la Subdirección General de Higiene Vegetal y Forestal y esperar a que sea aprobada - *Preguntas frecuentes Mapama* [18]

Los principales problemas actuales de este proceso vienen por una parte en el lado del agricultor/empresa que solicita la importación puesto que no solo el tiempo de respuesta en ocasiones puede ser muy largo (de hasta de 45 días - Artículo 52, punto 2 del Reglamento (CE) 11/07/2009) sino que además, el agricultor o bien tiene poca información acerca de los productos permitidos en una importación/exportación o el acceso a dicha información es bastante tedioso y complicado. Por otra parte en el lado de la institución certificadora encargada de comprobar la solicitud el proceso no es del todo eficiente debido al hecho de tener que verificar manualmente si el producto cumple con los requisitos de composición del correspondiente producto en el país de importación/exportación. Estos problemas se pueden observar claramente en el siguiente diagrama, que muestra un flujo típico en un trámite de comercio paralelo entre un agricultor/empresa que quiere importar un producto a un determinado país, en este caso, España:

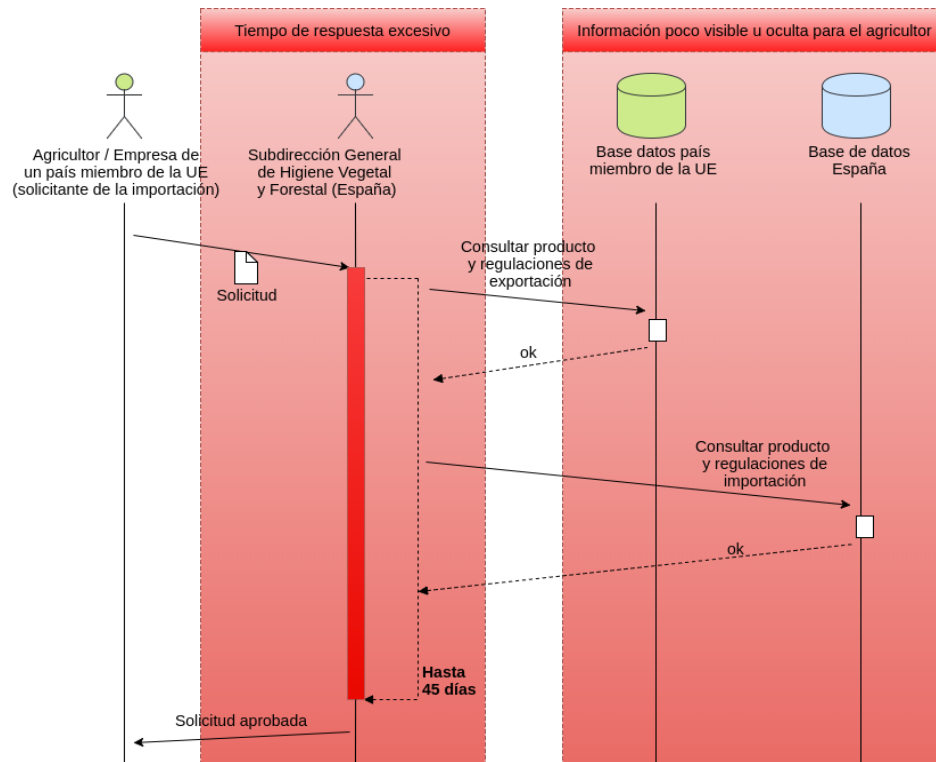


Figura 2.1: Diagrama de flujo del proceso actual de importación de un producto fitosanitario

Es razonable desarrollar un sistema que provea un esquema único donde los datos estuvieran integrados y congruentes entre los diferentes países de la unión europea para facilitar un consumo posterior por las aplicaciones, e, incluso, directamente por los agricultores.

2.2. Motivación y objetivos

Habiendo visto el panorama descubierto en el apartado anterior, era evidente que se podían introducir mejoras al proceso actual que pueden beneficiar a las partes involucradas (tanto a agricultores y empresas como a las instituciones reguladoras). Con ese objetivo en mente, se propone desarrollar una aplicación prototipo que valide el proceso de integración de la información de diferentes países en un esquema único que recogiese los datos que de otra manera tendrían que ser recopilados manualmente, con largos tiempos de espera y con una incertidumbre por parte de los agricultores/empresas en lo que a datos sobre productos fitosanitarios respecta.

El siguiente diagrama muestra el potencial proceso que tendría que seguir una persona interesada en realizar una importación y los problemas que sería capaz de solucionar el desarrollo de la aplicación planteada en este proyecto:

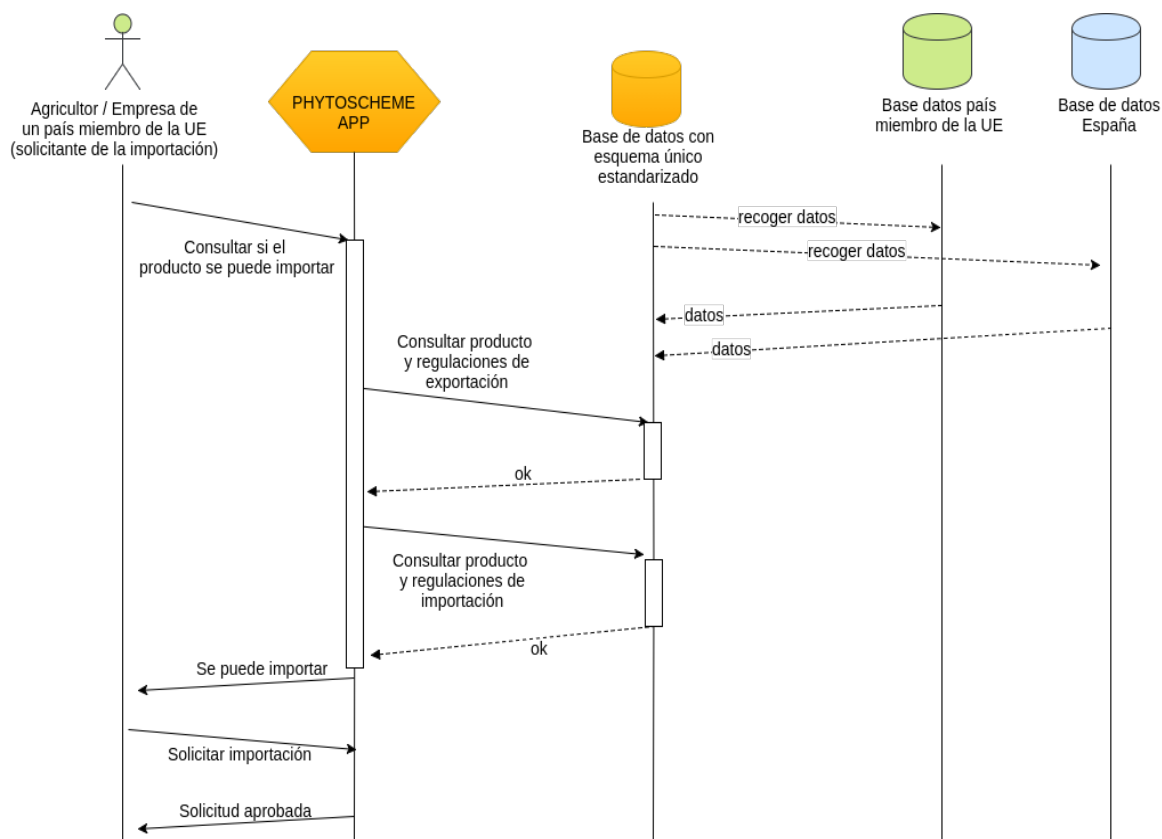


Figura 2.2: Diagrama de flujo del potencial proceso de importación de un producto fitosanitario

Se puede apreciar que con este desarrollo se conseguiría no solo reducir los plazos de respuesta al agricultor/empresa sino también una mayor transparencia en la consulta de los datos, puesto que al estar integrados en un modelo único, el agricultor/empresa o los interesados podrían tener acceso a toda la información y consultar cualquier aspecto que de otra manera habría sido prácticamente inaccesible. No solo eso, sino que además, al conseguir un modelo potencialmente estandarizado, no haría falta del trabajo manual y tedioso de comprobación de los requisitos por parte de la Subdirección General de Higiene Forestal y Vegetal sino que sería el propio sistema el encargado de comprobar si la petición del solicitante cumple con la legislación fitosanitaria vigente de cada país.

Uno de los aspectos a tener en cuenta al comienzo del proyecto fue el hecho de que para que la solución se pudiera aplicar a un nivel real del problema, se necesitaba una gran capacidad de almacenamiento. Los datos deberían almacenarse periódicamente y además, potencialmente podrían provenir de multitud de fuentes, en diferentes formatos, con unos tamaños variables y constantes actualizaciones. Muchas fuentes equivalen a muchos datos, y muchos datos equivalen a la necesidad de un sistema de almacenamiento capaz de soportar toda esa carga.

Unido a esto, la elección de dicho sistema de almacenamiento suponía un punto

crítico, puesto que no bastaría con cualquier base de datos sino que tendría que cumplir ciertas características como la posibilidad de guardar los datos en sus formatos originales, la necesidad de generar una jerarquía para su almacenamiento, o la posibilidad de integración con los trabajos de transformación y procesado de los datos.

Por ello, el proyecto tuvo como objetivo principal desarrollar una solución prototipo para demostrar la validez de los procesos y herramientas involucradas en la integración de varias fuentes heterogéneas de productos fitosanitarios en un modelo único.

2.3. Restricciones

Teniendo en cuenta que el proyecto actual es un Trabajo de Fin de Grado y no un proyecto comercial, se tienen que tomar en cálculo una serie de restricciones que vienen dadas tanto por la naturaleza del proyecto como por los partícipes del mismo. En primer lugar, siendo un TFG, debe realizarse una cantidad de esfuerzo equivalente a 12 ECTS.. Dado que el desarrollo realizado en este proyecto está enfocado a formar parte de un plan mucho mayor, donde el trabajo realizado se retomará y ampliará en futuros TFG y, desde el principio se delimitaron aquellas características que se deseaban incluir en el proyecto y también aquellas que no corresponden a esta iteración. Siendo una fase temprana de dicho plan maestro, a esta fase le correspondía la parte de validación del modelo, de las tecnologías empleadas y de la viabilidad del producto, no siendo primordial tener un producto final robusto sino demostrar que las tecnologías en su totalidad se complementaban y funcionaban acorde a lo esperado.

Otro factor restrictivo dada la naturaleza del proyecto es el hecho de que existe un director, que puede marcar las pautas de desarrollo, sugerir e imponer metodologías de trabajo o incluso herramientas del stack tecnológico que pueden suponer una ventaja o una desventaja en el desarrollo del proyecto. El alumno debe ser capaz de discutir estas tendencias con el director y razonar las decisiones que se tomen, en conjunto, y exponiendo sus puntos de vista con el objetivo de llegar a un acuerdo común.

Capítulo 3

Análisis

3.1. Análisis del problema

Como ya se ha aclarado varias veces a lo largo de este documento, actualmente hay una necesidad real en el mundo agrícola; la de disponer de la información sobre productos fitosanitarios de una manera centralizada, actualizada y de fácil acceso. Hoy en día esta necesidad se ha intentado abordar de varias maneras, y por ello hay disponibles varias aplicaciones que intentan apoyar al consumidor en las tareas agrícolas que involucran productos fitosanitarios. Algunos ejemplos son los productos que ofrecen empresas como aGROSLab, Cuaderno de Campo Agronev, o Agricolum. No obstante, estas aplicaciones se enfrentan al mismo problema; la inexistencia de una base de datos estandarizada cuya información sea congruente a través de los diferentes países de la Unión Europea. Por eso mismo, estas aplicaciones tienen que implementar, desarrollar y mantener ellas mismas las bases de datos que permitan acceder a la información deseada. Nuestra solución ofrecería un sistema dotado de una base de datos estandarizada, congruente en su información y completa, de código abierto y altamente escalable, por lo tanto todas las aplicaciones mencionadas arriba podrían convertirse en potenciales clientes consumidores de nuestro sistema, sustituyendo sus bases de datos por nuestra solución, con costes de integración mínimos.

3.2. Modelo de negocio

El modelo de negocio es el que se puede observar en la figura de la derecha. Se trata de una plantilla estándar para definir los aliados, las actividades y los recursos clave que intervienen en el proyecto, al igual que la propuesta de valor, la relación con los clientes, los canales de comunicación y los diferentes segmentos de clientes que tiene el proyecto.

Por otra parte también se pueden observar los costes que presenta el proyecto y

también los ingresos o beneficios esperados tras su finalización por parte del alumno.

A continuación se explica cada uno de los apartados que incluye, en un orden que convenga más que el definido por la propia plantilla:

- **Segmentos de clientes:** Aquí se mencionan los clientes a los que se distribuiría el resultado del producto, o a aquellos a los que sería dirigido. En este caso, por una parte existen tres tipos de clientes que recibirían el producto final (Agricultores que comercializan productos, Instituciones encargadas de validar la importación / exportación de productos agrícolas, Importadores / Exportadores de productos agrícolas, pesqueros y alimentarios) que serían los que se beneficiarían directamente de los resultados del proyecto. Es a ellos a quien va dirigida la aplicación puesto que haría más simple el proceso de comprobación de los requisitos fitosanitarios sobre los productos agrícolas / pesqueros / alimentarios. Por otra parte están los clientes a los que va dirigido el proyecto dentro de la Universidad de Zaragoza. Estos son el tribunal de defensa del proyecto y el director del proyecto, que estará en constante contacto con el alumno.
- **Propuesta de valor:** Se mencionan qué cosas aporta el proyecto a los clientes mencionados en el apartado anterior. Estas son:
 - Análisis de las técnicas actuales involucradas en la comprobación de aplicación de los productos fitosanitarios a un determinado producto - puesto que para determinar qué problemas se pretenden solucionar, primero se debe entender bien el proceso actual.
 - Diseño de una solución de integración que recoge datos sobre productos fitosanitarios de varios países y los integra en un esquema único - que pretende solucionar algunos de los problemas actuales.
 - Desarrollo de una aplicación que muestre los resultados de manera gráfica - para demostrar los resultados tanto al tribunal como a los potenciales clientes.
 - Redacción de un documento explicativo del proceso anterior - la memoria, que servirá para que el tribunal comprenda la dedicación y el esfuerzo invertido en el proyecto y los avances y logros obtenidos.
- **Relación con los clientes:** Si bien es cierto que habrá una relación con los clientes finales de la aplicación, como ese aspecto no le corresponde al alumno sino a la Universidad de Zaragoza, no se mencionan dicho tipo de relaciones

en este apartado. No obstante, si se mencionan los dos tipos de relaciones que tienen que ver con los resultados que el alumno debe presentar ante el tribunal de defensa, es decir, la memoria del proyecto y una breve presentación formal donde se expondrán los puntos de interés del desarrollo del proyecto. De igual manera, en la relación del alumno con el director del proyecto, periódica y frecuentemente habrá revisiones del trabajo realizado y se hará un seguimiento continuo para observar la evolución del mismo.

- **Aliados clave:** Dada la naturaleza del proyecto, los principales aliados son la Universidad de Zaragoza y el director del proyecto, en este caso Javier López Pellicer.
- **Actividades clave** que se han realizado en el proyecto:
 - Desarrollo prototipo de integración
 - Recogida y procesado de los datos desde sus formatos originales
 - Presentación de los datos
- **Recursos clave** con los que ha contado el alumno para desarrollar el proyecto
 - Equipo de trabajo (portátil propio)
 - Laboratorio de investigación - provisto por el director del proyecto, ubicado en el laboratorio L2.09 del edificio Ada Byron, en la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de Zaragoza.
 - Herramientas open source - Todo el stack tecnológico, debido a un presupuesto nulo ha tenido que ser gratuito.
 - 300 horas contables de trabajo, las recomendadas para proyectos de este tipo.
- **Estructura de costes:** Costes económicos o temporales que el alumno ha invertido en el proyecto:
 - Primera matrícula del proyecto: 259,92
 - Segunda matrícula del proyecto: 408,96
 - Transporte mediante bus: Bono bus 90 días x 3 = 104,90 x 3 = 314,70
 - 300 horas invertidas en el trabajo
 - TOTAL: 983,58 más las 300h de trabajo

- **Estructura de ingresos:** Ingresos o partes de las que el alumno se beneficiaría tras la realización de este proyecto:
 - Requisito de tener el proyecto finalizado - Por normativa cualquier estudiante matriculado en el Grado en Ingeniería Informática debe realizar y aprobar el trabajo de fin de grado.
 - Potencialmente el título universitario - Gracias al hecho de aprobar el proyecto, al encontrarse en una situación en la que al alumno lo único que le resta para acabar el grado es la realización del proyecto, posteriormente a su consecución podría obtener el título universitario.

3.3. Contexto tecnológico

Dado que se trata de un escenario caracterizado por la heterogeneidad en contenidos y formatos de los datos, la necesidad de su procesamiento y de una escalabilidad futura, el proyecto está situado en un círculo de tecnologías Big Data, que presenta los siguientes retos:

- **Datos.** La información sobre los productos fitosanitarios no está habitualmente disponible en un formato estructurado. Es decir, la solución debe poder trabajar con datos en formatos no estructurados y ser capaz de procesarlos, idealmente convirtiéndolos a un formato relacional.
- **Esquema.** No existe un esquema de referencia compartido para integrar la información de productos fitosanitarios de diferentes países, pudiendo darse el caso de la existencia de varios esquemas distintos en función del caso de uso. Es decir, la solución debe poder reconfigurar el esquema de integración con facilidad.
- **Procesado.** Derivado del reto anterior, los datos no se pueden procesar y almacenar directamente en el esquema de integración sino que deben guardarse en el formato original y ser procesados bajo demanda teniendo en cuenta las características específicas de cada fuente.
- **Almacenamiento.** No se dispone de un presupuesto para invertir en un gran sistema de almacenamiento que permita almacenar los datos en formato original. Por ello, toda solución deberá ser de código abierto y poder ejecutarse sobre hardware de bajo coste. Presentación de los datos. Es necesario desarrollar una interfaz visual para presentar los datos una vez integrados en un modelo único.

- **Agilidad.** La solución debe poder evolucionar con facilidad. Cualquier desarrollador que utilice la solución debe poder reconfigurar rápidamente el esquema común y los servicios que exponen dicho esquema para su uso.
- **Plazos.** Las limitaciones temporales y la priorización de tareas son influyentes en la elección del stack tecnológico, aunque en menor medida que los puntos anteriores.

3.4. Glosario del Stack Tecnológico

Habiendo mencionado los factores anteriores, a continuación se presentan las tecnologías a las que se va a hacer referencia en el siguiente apartado con el objetivo de familiarizar al lector con las herramientas utilizadas:

- **Hadoop.** [1] La librería software Apache Hadoop es un framework que permite el procesamiento distribuido de múltiples conjuntos de datos a través de clusters de ordenadores mediante modelos de programación sencillos. Está diseñado para escalar desde servidores únicos hasta miles de máquinas, donde cada una ofrece computación y almacenamiento local. Más que depender del hardware para prestar una alta disponibilidad, la librería en sí está diseñada para detectar y gestionar fallos en la capa de aplicación y así permitir una alta disponibilidad a pesar de que los equipos individuales fallen.
- **Hive.** [2] El software de data warehouse Apache Hive facilita la lectura, escritura y gestión de grandes conjuntos de datos residentes en almacenes distribuidos de datos mediante SQL. La estructura de datos puede ser proyectada sobre los datos que ya existen en almacenamiento. Apache Hive provee una herramienta de línea de comandos y un driver JDBC para que los usuarios se puedan conectar a Hive.
- **Sqoop.** [19] Apache Sqoop es una herramienta diseñada para transferir bloques de datos entre Apache Hadoop y almacenes de datos estructurados como las bases de datos relacionales.
- **JHipster.** [3] JHipster es una plataforma de desarrollo para generar, desarrollar y lanzar aplicaciones con tecnología Spring Boot, AngularJS y Spring microservices.
- **Spring Framework.** [20] El framework Spring provee un modelo de programación y configuración sencillo para aplicaciones Java. Un punto clave de Spring es el soporte infraestructural a nivel de aplicación.

- ***Spring Boot***. [21] Spring Boot es un framework ligero que tiene la intención de simplificar el proceso de configuración de una aplicación hecha con Spring.
- ***AngularJS***. [22] AngularJS es un framework de JavaScript de código abierto, mantenido por Google, que se utiliza para crear y mantener aplicaciones web de una sola página. Su objetivo es aumentar las aplicaciones basadas en navegador con capacidad de Modelo Vista Controlador (MVC), en un esfuerzo para hacer que el desarrollo y las pruebas sean más fáciles.
- ***Talend***. [23] Talend es un software open-source de integración, procesado y transformación de datos. Permite trabajar con paradigmas Big Data y ofrece una interfaz gráfica para diseñar y programar cómodamente procesos ETL.

3.5. Elección del Stack Tecnológico

Debido a los factores mencionados en el apartado anterior, el stack tecnológico se vio restringido a las herramientas mencionadas anteriormente; tal como se ha dicho, la solución necesitaba almacenar la información en crudo hasta el momento de su procesamiento y es por ello que una aproximación relacional habría sido inviable. Por lo tanto, viendo las diferentes opciones noSQL disponibles (MongoDB, Cassandra, DynamoDB, HBase, etc) y por recomendación del director del proyecto, la elección más clara fue elegir Hadoop como sistema de almacenamiento. Hadoop es una gran herramienta para el escalado de aplicaciones y lo utilizan grandes empresas para Big Data. Se adapta perfectamente a las necesidades de este proyecto y el software es gratuito. Además, hay una gran comunidad de personas capaces de ayudar con cualquier proyecto y la documentación disponible es lo suficientemente extensa como para salir de cualquier situación problemática.

No obstante, Hadoop por sí mismo no era capaz de solucionar todos los problemas del proyecto; Hadoop es capaz de almacenar los datos y, si bien es cierto que las operaciones de mapreduce permiten transformar dichos datos, dada la necesidad del desarrollo ágil del proyecto, lo mejor fue disponer de algún mecanismo más sencillo para el procesamiento de los mismos. Por ello, se decidió emplear Hive como herramienta de traducción de los datos almacenados en Hadoop, tanto en crudo como procesados, a una estructura relacional, sobre la que se podían hacer preguntas SQL.

El otro reto planteado fue la presentación de los datos integrados mediante una interfaz web, lo que vendría siendo el lado del cliente de la solución. Indudablemente hay casi infinidad de posibilidades para el desarrollo de esta parte. No obstante, realmente la parte de visualización no fue una parte crítica del proyecto, ni el objetivo del mismo.

Es por ello que se adoptó una postura de desarrollo rápido del lado del cliente. JHipster (generador de aplicaciones sobre Spring) resultó la herramienta indicada, puesto que fácilmente, en unos cuantos pasos era capaz de generar una aplicación sobre un esquema de base de datos (en este caso MySQL) y con una interfaz gráfica cuidada que satisfacía las necesidades del proyecto. No obstante, para poder conectar la base de datos de Hadoop con la base de datos MySQL necesaria para JHipster, el paso intermedio fue conectar Hadoop con Hive y realizar operaciones ETL de Hive a JHipster mediante Sqoop, una herramienta de transformación y carga de datos entre distintas bases de datos.

Teniendo en cuenta que los anteriores puntos constituyen el core tecnológico del proyecto, conforme se avanzaba se veía que no eran suficientes para conseguir los resultados deseados. Se tuvieron que emplear otras herramientas adicionales para diferentes tareas como el procesamiento de los datos previo a su exposición en Hive pero posterior a su almacenamiento en Hadoop, o la traducción de los datos y estructuras de Hive a la base de datos que emplea JHipster. Las elegidas fueron Talend Big Data (herramienta de procesamiento de ficheros capaz de conectarse a Hadoop, extraer la información contenida en sus nodos, procesarla y volver a guardarla con los cambios efectuados, tal como se le indique) y Sqoop (herramienta diseñada para transferir bloques de datos entre Apache Hadoop o Hive y almacenes de datos estructurados como las bases de datos relacionales).

3.6. Análisis de riesgos

En la fase inicial del proyecto se abordó el proceso de gestión de riesgos, para determinar los diferentes riesgos que podrían afectar a un proyecto de esta envergadura. Dicho proceso consta de varios pasos que en conjunto permiten tener una visión clara de aquello que puede entorpecer, frenar o incluso imposibilitar la finalización del proyecto. A continuación se listan dichos pasos y se presentan las conclusiones principales extraídas de cada una de ellas, dejando para los anexos la versión completa donde se puede apreciar detalladamente en cada paso todos los riesgos considerados con sus correspondientes valoraciones:

1. En primer lugar, la identificación de riesgos permite determinar la lista de riesgos capaces de romper la planificación del proyecto. Durante esta fase se estudió qué factores podrían influenciar, en mayor o menor medida el flujo de trabajo normal del proyecto. Se agruparon en diferentes categorías para delimitar las zonas a las que afectaría cada riesgo. Así pues, aparecen 31 riesgos divididos en 4 clases:

- a) Riesgos globales (referentes a todo el proyecto)
 - b) Riesgos tecnológicos (referentes a los aspectos más técnicos y tecnológicos del proyecto)
 - c) Riesgos de alcance (referentes al tamaño y alcance de la solución)
 - d) Riesgos de entorno de desarrollo (referentes tanto a la gestión como a las diferentes partes del entorno del desarrollador)
2. El análisis de riesgo ofrece una medición de la probabilidad y el impacto de cada riesgo. Maneja tres valores que determinan la gravedad de un riesgo:
- a) la probabilidad con la que se puede dar un riesgo (rango entre 1 y 3, donde 1 es baja probabilidad y 3 es alta probabilidad)
 - b) el impacto que tendría en el resultado final un riesgo (rango entre 1 y 3, donde 1 es bajo impacto y 3 es alto impacto)
 - c) la aceptación del riesgo, una medida delimitadora que define aquellos riesgos que son considerados aceptables y aquellos ante los que se deben tomar medidas. Para esta medida se ha establecido un criterio de aceptación de 4. Cualquier riesgo cuyo valor sea menor que 4 se considera aceptable y por tanto un riesgo poco reseñable, mientras que aquellos que se encuentran por encima de 4 se consideran reseñables y se debe proceder a su tratamiento.

El cálculo de la gravedad del riesgo y su aceptación se realiza de la siguiente manera: se multiplica la probabilidad por el impacto, y si dicho valor excede el límite del criterio de aceptación, el riesgo se considera reseñable. En esta fase se detectaron un total de 6 riesgos reseñables, que se presentan en el siguiente punto.

3. La priorización de riesgos, fase donde se puede ver la lista de todos los riesgos anteriores ordenados por su gravedad. No obstante, a continuación se mencionan aquellos que han tenido un factor de gravedad superior a 4, límite del criterio de aceptación:
- a) RG-1. Riesgo global “Plazos”. Tiene que ver con el hecho de no acabar el proyecto dentro de los plazos establecidos para su defensa. Hay 2 fechas recomendables para su defensa, la primera en Junio de 2017 y la segunda en Septiembre de 2017. No obstante, se dispone de otra oportunidad en Diciembre de 2017, aunque sería la menos recomendable dado que supondría el retraso de la defensa y con ello la dificultad del estudiante de realizar

otras actividades mientras tanto. A partir de Diciembre, la consecuencia sería volver a matricularse en el proyecto y aportar las tasas de la matrícula por segunda vez.

- b) RT_2. Riesgo de tecnologías “Software no probado”. Tiene que ver con la probabilidad de usar en el proyecto software que previamente no ha sido probado y pueda fallar. Obtuvo una valoración de gravedad de 6/6 puesto que si bien es cierto que todas las tecnologías han sido probadas individualmente y se sabe que funcionan bien, el proceso en su conjunto no ha sido probado. No se sabe si es viable o no.
 - c) RT_6. Riesgo de tecnologías “Inalcanzable”. Relacionado con el hecho de que el proyecto puede tener como conclusión un resultado negativo; Al tratarse de un trabajo de investigación, el resultado puede ser que no se ha logrado la integración deseada.
 - d) RA_1. Riesgo de alcance “Tamaño estimado”. Tiene que ver con el hecho de que el proyecto resulte mucho más grande de lo estimado inicialmente, y por diferentes circunstancias no se llegue a finalizar.
 - e) RA_6. Riesgo de alcance “Número de cambios”. Otro riesgo es el hecho de que los requisitos cambien constantemente, bien porque los clientes lo solicitan bien porque las propias tecnologías lo imponen.
 - f) RE_9. Riesgo de entorno de desarrollo “Formación”. Este riesgo trata con el hecho de que el alumno disponga de la formación necesaria y suficiente para lograr los objetivos propuestos.
4. Finalmente, la planificación de la gestión de riesgos, relativa al plan para tratar cada riesgo significativo.

En este apartado se recogieron los seis riesgos anteriores y se propuso para cada uno una solución mitigadora:

- a) RG_1: Plazos - Como medida mitigante, el alumno deberá dedicar un horario de jornada completa a la realización del proyecto durante el verano del año 2017.
- b) RT_2: Software no probado - La contrapartida y defensa de este riesgo es desarrollar o experimentar primero con una prueba de concepto para validar que las tecnologías en su conjunto funcionen correctamente.
- c) RT_6: Inalcanzable - La mitigación este riesgo está ligada al anterior. Por lo tanto, primero se hará una prueba de concepto para demostrar si las tecnologías empleadas se pueden usar en conjunto.

- d) RA_1: Tamaño estimado - La solución desde un principio debe definir bien el alcance y determinar aquellas cosas que formarán parte de la solución y aquellas que no lo harán.
- e) RA_6: Número de cambios - El alumno y el profesor deben acordar al principio unos requisitos fijos que no podrán ser modificables, en conjunto con el hecho de definir claramente el alcance de la solución.
- f) RE_9: Formación - Para mitigar este riesgo, el alumno debe estar en constante aprendizaje, utilizando los manuales y tutoriales de las diferentes herramientas de las que va a hacer uso durante el proyecto. Además, el alumno tendrá a su disposición al director del proyecto para consultar dudas y a los diferentes foros tecnológicos de Internet.

3.7. Captura de requisitos

En una fase temprana del proyecto se realizó un análisis amplio y genérico del problema en conjunto con el director del proyecto. Se observaron y entendieron los retos a los que se enfrenta y se definieron los objetivos que se pretendía conseguir y por lo tanto los requisitos que se debían cumplir. A continuación se recogen en una tabla los requisitos, tanto funcionales como no funcionales divididos en sistema y proyecto, siendo los de sistema los referentes al propio producto tecnológico en sí, y los de proyecto los referentes a la gestión del mismo:

Nombre	Descripción
RFS_1	El sistema deberá recolectar los datos oficiales tanto de productos fitosanitarios como de pesticidas.
RFS_2	El sistema deberá almacenar la última versión de los datos recolectados en el RF_1 en su formato original y además mantener todas las versiones del documento.
RFS_3	El sistema deberá monitorizar, almacenar y mostrar los procesos de recolección de los datos de entrada, así como las rutas de su procesado.
RFS_4	El sistema deberá ofrecer la infraestructura y herramientas de configuración necesarias para que futuros desarrolladores puedan integrar otras fuentes de datos de manera rápida y eficiente.
RFS_5	El sistema deberá implementar un modelo de aplicación consistente, ejemplificando un ciclo de vida típico de los datos, desde su recogida, su procesamiento, su posterior integración en un modelo más completo y su presentación en un Front-End de ejemplo.

Tabla 3.1: Requisitos Funcionales del Sistema

Nombre	Descripción
RNFS_1	Los información de los productos fitosanitarios deberá ser recogida de portales como mapama y los datos sobre los pesticidas de la base de datos europea.
RNFS_2	Se hará uso de algún tipo de crawler web para la descarga periódica de los datos sobre fitos y pesticidas.
RNFS_3	Como sistema de almacenamiento de los datos recogidos sobre fitos y pesticidas se usará Hadoop.
RNFS_4	Para monitorizar, almacenar y mostrar los procesos de recolección de los datos de entrada se usará Talend Big Data.
RNFS_5	Para conseguir unos desarrollos posteriores más ágiles se hará uso de la herramienta HIVE, que permite una aproximación relacional directamente sobre Hadoop.
RNFS_6	La presentación de los datos en su formato final se hará mediante una aplicación con GUI, desarrollada mediante la herramienta JHipster.

Tabla 3.2: Requisitos No Funcionales del Sistema

Nombre	Descripción
RFP_1	El proyecto deberá incluir una memoria en la que se documentan todos los pasos y procesos involucrados en su construcción.
RFP_2	Se deberá mantener constancia del esfuerzo dedicado durante el proyecto.
RFP_3	El proyecto deberá mantener un control de versiones actualizado en todo momento.

Tabla 3.3: Requisitos Funcionales del Proyecto

Capítulo 4

Diseño

4.1. Diseño conceptual

Explicar como se ha llegado a la solución y las partes que lo integran a un nivel abstracto, sin entrar en nombres de las tecnologías ni herramientas ni programas (“los datos se descargan periódicamente desde la web, se almacenan en formato original luego se transforman y se presentan en la aplicación...”)

4.2. Arquitectura final del sistema

Diagramas arquitecturales, explicar los diferentes componentes y la manera en la que interaccionan y se comunican desde el momento de la recolección de los datos hasta su presentación en la aplicación final. Incluir aparte del diagrama de herramientas algun diagrama de componente y conector, e incluso algún trocito con un diagrama de flujo y a ser posible un diagrama de clases de JHipster y la manera en la que interaccionan con el sistema.

Capítulo 5

Implementación

5.1. Prueba de concepto

Explicar que una fase inicial del proyecto fue la prueba de concepto donde se demostró que las herramientas integradas funcionan en conjunto. Introducir brevemente el hecho de que inicialmente hubo problemas con algunas tecnologías, pero no entrar en detalles. Explicar las decisiones que se han tenido que tomar en resumidas cuentas.

5.2. Prototipo real

Explicar en detalle el funcionamiento típico de la aplicación y la presentación de los datos. Hacer una especie de manual del usuario resumido y si hay algún aspecto interesante de la aplicación, hacer hincapié en el.

5.3. Problemas técnicos detectados

Mencionar los problemas confrontados durante la realización del proyecto y la manera en la que se han solucionado.

Capítulo 6

Gestión

6.1. Metodología

Explicar la metodología que se ha seguido en la realización del proyecto. Explicar como se ha hecho el control de esfuerzos. Dónde están las hojas, etc. Hacer un resumen de los esfuerzos y estadísticas contabilizadas del proyecto, mencionando aquellos puntos de más interés.

6.2. Control de versiones

Explicar como se ha hecho el control de versiones (GIT y Drive)

6.3. Pautas e imposiciones

- La memoria deberá seguir las pautas indicadas en las recomendaciones de redacción de memorias técnicas de la Universidad de Zaragoza - Algunas partes del proyecto han sido restringidas por el director ... - Las horas son las que se imponen por la universidad en relaciona los 12 ECTs

6.4. Estimación del coste

¿Cuanto cuesta en dinero tu TFG?

Capítulo 7

Conclusiones

7.1. Resultados y objetivos

Se han conseguido los objetivos propuestos ? Están todos los requisitos cubiertos?
Está bien documentada la solución? Es escalable ? ...

7.2. Conocimientos adquiridos

Resumir los conocimientos tanto a nivel personal como a nivel de tecnologías adquiridos.

Capítulo 8

Bibliografía

- [1] *ApacheTM Hadoop®*. Version XXXXXX.
- [2] *Apache HiveTM*. Version XXXXXX.
- [3] *JHipster*. Version XXXXXX.
- [4] *MySQL*. Version XXXXXX.
- [5] *Glosario de términos del Mapama*.
- [6] *Glosario de términos fitosanitarios*.
- [7] *Centro Científico Tecnológico (CCT) Mendoza*.
- [8] *Fármaco*, *Wikipedia*.
- [9] *Página web del ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medio ambiente de España*.
- [10] *Directiva 2009/128/CE*.
- [11] *Cuaderno de explotación*.
- [12] *Cuaderno de Explotación Agrícola Campo aGROSLab*.
- [13] *Cuaderno de campo agrícola Agricolum*.
- [14] *Cuaderno de campo Agronev*.
- [15] *Base de datos de pesticidas a nivel Europeo*.
- [16] *Reglamento (CE) nº 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios y por el que se derogan las Directivas 79/117/CEE y 91/414/CEE del Consejo*.

- [17] *Formulario para solicitudes relativas al registro oficial de productos y material fitosanitario.*
- [18] *Preguntas y respuestas frecuentes sobre el registro de productos fitosanitarios del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.*
- [19] *Apache SqoopTM.*
- [20] *Spring Framework.*
- [21] *Spring Boot.*
- [22] *AngularJS.*
- [23] *Talend.*

Lista de Figuras

2.1. Diagrama de flujo del proceso actual de importación de un producto fitosanitario	6
2.2. Diagrama de flujo del potencial proceso de importación de un producto fitosanitario	7
C.1. Diseño primitivo del sistema.	39
C.2. Segunda iteración del diseño del sistema.	40
C.3. Tercera iteración del diseño del sistema.	41

Lista de Tablas

3.1. Requisitos Funcionales del Sistema	18
3.2. Requisitos No Funcionales del Sistema	19
3.3. Requisitos Funcionales del Proyecto	19
C.1. Riesgos globales del proyecto	33
C.2. Riesgos tecnológicos del proyecto	34
C.3. Riesgos de alcance del proyecto	34
C.4. Riesgos de entorno de desarrollo del proyecto	35
C.5. Probabilidad de un riesgo	35
C.6. Impacto de un riesgo	35
C.7. Aceptación de un riesgo	36
C.8. Valoración riesgos globales del proyecto	36
C.9. Valoración riesgos tecnológicos del proyecto	36
C.10. Riesgos de alcance del proyecto	37
C.11. Valoración de los riesgos de entorno de desarrollo del proyecto	37
C.12. Priorización de riesgos del proyecto	38

Anexos

Anexos A

Datos

A.1. Modelo de datos

A.2. Flujo de datos

Anexos B

Cientes

B.1. Clientes potenciales

– *aGROSLab* [12]

- Registro de Explotaciones - Las parcelas se presentan para su selección en un innovador formato de celdas, facilitando la visualización de todas sus características (identificación, cultivo, superficie, ...), el acceso al visor GIS, la aplicación de filtros y su selección individual o en bloque.
- Registro de Parcelas Agrícolas - permite cargar las parcelas que componen su explotación a partir de la información generada por el aplicativo de gestión de la Solicitud de Ayudas PAC, para la mayoría de las Comunidades Autónomas.
- Compras de Productos Fitosanitarios - incorpora un registro de compras de productos fitosanitarios, en el que podrá archivar todas sus facturas de compra en formato PDF y a partir del cual podrá registrar los tratamientos realizados.
- Registro de Tratamientos Fitosanitarios- filtra los productos autorizados para cada uno de sus cultivos, presenta las plagas para las que puede ser aplicado según la nomenclatura del MAGRAMA y le informa del tipo y rango de dosis que puede ser aplicada.
- Registro de Comercialización de Cosecha - facilita el registro de la comercialización de su cosecha, presentado en formato de celdas el conjunto de parcelas de su explotación con un determinado cultivo e informando gráficamente de aquellas en las que puede existir un problema con los plazos de seguridad de un tratamiento fitosanitario.
- Receta Fitosanitaria

- Visor GIS con Capas - permite al agricultor visualizar gráficamente las parcelas que componen su explotación y la información de cultivos y los tratamientos realizados. Una herramienta especialmente útil a la hora de identificar sus diferentes parcelas y tener una visión de conjunto de toda su explotación.
- Unidades Homogéneas de Cultivo
- Control de Consumos de Fitosanitarios - permite llevar el control de los productos (fitosanitarios y fertilizantes) adquiridos y los aplicados
- Importaciones y Exportaciones
- Importaciones y Exportaciones

– *Agricolum* [13]

- Web + APP móvil y tableta
- Validación dosis cuaderno de campo
- Gestión de personal y maquinaria
- Informes personalizados y oficiales
- Control por GPS
- Control stock
- Gestión económica
- Rendimientos por campos y cultivos
- Soporte telefónico y por internet
- Gestión del cuaderno de campo
- Aplicación conectada con los datos del Sigpac y fitosanitarios MAGRAMA
- Sincronización de la información desde cualquier dispositivo
- Vista de tiempo actual y previsión semanal
- Ver histórico de todas las tareas realizadas
- Saber en tiempo real el precio del mercado
- Exportación de la información en otros formatos
- Importación de los datos de la PAC
- Generación del cuaderno de explotación oficial

– *Cuaderno de campo Agronev* [14]

- Labores - Asignación de labores a parcelas, siembra, semilla tratada, aperos, imputación de costes
- Abonado - Registro de Fertilización y Abonado. Composición de los Abonos, Forma de Abonado
- Tratamientos - Tratamientos fitosanitarios en parcelas, eficacia, asesor, equipo de aplicación
- Análisis de plaguicidas - Análisis de productos fitosanitarios, boletín de análisis, residuos detectados
- Recolección - Registro de recolección y loteado. Asignación de venta directa, imputación de costes
- Otros tratamientos - Aplicación de otros tratamientos fitosanitarios (Post-cosecha, Locales, Vehículos)
- Costes - Imputación de gastos / costes a parcelas. Directos / Selectivos.
- Gestión comercial - Compras, ventas, gastos, facturación, domiciliación bancaria SEPA, libro de fitos

Anexos C

Análisis

C.1. Análisis de riesgos completos

A continuación se exponen las diferentes fases del análisis de riesgos de manera detallada:

1. Identificación de los riesgos

Se han intentado considerar el máximo número de riesgos y se han clasificado en diferentes categorías:

– Riesgos globales

ID	Nombre	Explicación
RG_1	Plazos	El proyecto no se finaliza para la convocatoria de junio, septiembre o diciembre.
RG_2	Fallo del equipo	El equipo principal de desarrollo falla, se pierde o estropea.
RG_3	Incorporación mercado	El alumno se incorpora al mercado laboral durante el desarrollo del proyecto, a falta de varios meses de su finalización.
RG_4	Experiencia del alumno	El alumno no dispone de los conocimientos y preparación suficiente para el desarrollo del proyecto.

Tabla C.1: Riesgos globales del proyecto

– Riesgos tecnológicos

ID	Nombre	Explicación
RT_1	Tecnología nueva	Se trata de una tecnología nueva.
RT_2	Software no probado	Se debe interactuar con software que no ha sido probado.

ID	Nombre	Explicación
RT_3	Interfaz especializada	Es requerida una interfaz de usuario especializada.
RT_4	Componentes diferentes	Se necesitan componentes de programa diferentes a los hasta ahora desarrollados.
RT_5	Rendimiento	Se necesitan componentes de programa diferentes a los hasta ahora desarrollados.
RT_6	Inalcanzable	Se necesitan componentes de programa diferentes a los hasta ahora desarrollados.

Tabla C.2: Riesgos tecnológicos del proyecto

– Riesgos de alcance

ID	Nombre	Explicación
RA_1	Tamaño estimado	Tamaño estimado del proyecto
RA_2	Confianza en la estimación	Confianza en la estimación
RA_3	Número de elementos	Número de programas, archivos y transacciones
RA_4	Tamaño almacenamiento	Tamaño de las bases de datos involucradas
RA_5	Número de usuarios	Número de usuarios
RA_6	Número de cambios	Número de cambios en los requisitos
RA_7	Software reutilizado	Cantidad de software utilizado

Tabla C.3: Riesgos de alcance del proyecto

– Riesgos de entorno de desarrollo

ID	Nombre	Explicación
RE_1	Gestión proyectos	Hay herramientas de gestor de proyectos
RE_2	Gestión proceso desarrollo	Hay herramientas de gestión del proceso de desarrollo
RE_3	Análisis y diseño	Se usan métodos y herramientas específicas para el análisis y diseño
RE_4	Generadores de código	Hay generadores de código apropiados para la aplicación
RE_5	Pruebas	Hay herramientas de pruebas apropiadas
RE_6	Gestión de configuración	Hay herramientas de gestión de configuración apropiadas
RE_7	Base de datos	Se hace uso de una base de datos o repositorio centralizado
RE_8	Integración	Están todas las herramientas de desarrollo integradas

ID	Nombre	Explicación
RE_9	Formación	Se ha proporcionado formación a todos los miembros del equipo de desarrollo
RE_10	Expertos	Hay expertos a los cuales solicitar ayuda acerca de las herramientas
RE_11	Ayuda online	Hay ayuda en línea y documentación disponible
RE_12	Diseño arquitectónico	Se utiliza un método específico para el diseño arquitectónico y de datos
RE_13	Métricas de calidad	Se disponen métricas de calidad para todos los proyectos de software
RE_14	Métricas de productividad	Se disponen de métricas de productividad

Tabla C.4: Riesgos de entorno de desarrollo del proyecto

2. Análisis del riesgo

Para esta fase se han empleado los tres medidores del riesgo: la probabilidad, el impacto y la aceptación:

– Tabla para estimar la probabilidad de un riesgo:

Valor	Descripción
Bajo (1)	La amenaza se materializa a lo sumo una vez cada año.
Medio (2)	La amenaza se materializa a lo sumo una vez cada mes.
Alto (3)	La amenaza se materializa a lo sumo una vez cada semana.

Tabla C.5: Probabilidad de un riesgo

– Tabla para estimar el impacto de un riesgo:

Valor	Descripción
Bajo (1)	El daño derivado de la materialización de la amenaza no tiene consecuencias relevantes para la consecución de los objetivos.
Medio (2)	El daño derivado de la materialización de la amenaza tiene consecuencias reseñables para la consecución de los objetivos.
Alto (3)	El daño derivado de la materialización de la amenaza tiene consecuencias graves reseñables para la consecución de los objetivos.

Tabla C.6: Impacto de un riesgo

– Tabla para estimar la aceptación de un riesgo:

Valor	Descripción
Riesgo \leq	La organización considera el riesgo poco reseñable.
Riesgo ≥ 4	La organización considera el riesgo reseñable y debe proceder a su tratamiento.

Tabla C.7: Aceptación de un riesgo

A continuación, en base a las métricas anteriores, se especifican los riesgos de la fase 1 en las mismas categorías iniciales. Se resaltan en rojo aquellos riesgos cuya aceptación supera el 4.

– Riesgos globales

ID	Nombre	Probabilidad	Impacto	Riesgo
RG_1	Plazos	2	3	6
RG_2	Fallo del equipo	1	3	3
RG_3	Incorporación mercado	1	2	2
RG_4	Experiencia del alumno	2	2	4

Tabla C.8: Valoración riesgos globales del proyecto

– Riesgos tecnológicos

ID	Nombre	Probabilidad	Impacto	Riesgo
RT_1	Tecnología nueva	3	1	3
RT_2	Software no probado	2	3	6
RT_3	Interfaz especializada	1	1	1
RT_4	Componentes diferentes	3	1	3
RT_5	Rendimiento	2	2	4
RT_6	Inalcanzable	2	3	6

Tabla C.9: Valoración riesgos tecnológicos del proyecto

– Riesgos de alcance

ID	Nombre	Probabilidad	Impacto	Riesgo
RA_1	Tamaño estimado	2	3	6
RA_2	Confianza en la estimación	2	2	4
RA_3	Número de elementos	2	3	6
RA_4	Tamaño almacenamiento	1	3	3

ID	Nombre	Probabilidad	Impacto	Riesgo
RA_5	Número de usuarios	1	3	3
RA_6	Número de cambios	2	3	6
RA_7	Software reutilizado	1	1	1

Tabla C.10: Riesgos de alcance del proyecto

– Riesgos de entorno de desarrollo

ID	Nombre	Probabilidad	Impacto	Riesgo
RE_1	Gestión proyectos	1	1	1
RE_2	Gestión proceso desarrollo	1	1	1
RE_3	Análisis y diseño	1	2	2
RE_4	Generadores de código	1	1	1
RE_5	Pruebas	2	2	4
RE_6	Gestión de configuración	2	2	4
RE_7	Base de datos	1	3	3
RE_8	Integración	1	1	1
RE_9	Formación	2	3	6
RE_10	Expertos	2	1	2
RE_11	Ayuda online	2	2	4
RE_12	Diseño arquitectónico	2	1	2
RE_13	Métricas de calidad	3	1	3
RE_14	Métricas de productividad	3	1	3

Tabla C.11: Valoración de los riesgos de entorno de desarrollo del proyecto

3. Priorización de riesgos

Esta fase incluye todos los riesgos, ordenados de mayor a menor severidad. Se resaltan en rojo los riesgos que habrá que considerar en un plan de defensa estratégico posterior:

ID	Nombre	Riesgo
RG_1	Plazos	6
RT_2	Software no probado	6
RT_6	Inalcanzable	6
RA_1	Tamaño estimado	6
RA_6	Número de cambios	6
RE_9	Formación	6

ID	Nombre	Riesgo
RT_5	Rendimiento	4
RA_2	Confianza en la estimación	4
RE_5	Pruebas	4
RE_11	Ayuda online	4
RG_2	Fallo del equipo	3
RT_1	Tecnología nueva	3
RT_4	Componentes diferentes	3
RA_4	Tamaño almacenamiento	3
RA_5	Número de usuarios	3
RE_7	Base de datos	3
RE_13	Métricas de calidad	3
RE_14	Métricas de productividad	3
RG_3	Incorporación mercado	2
RE_3	Análisis y diseño	2
RE_10	Expertos	2
RE_12	Diseño arquitectónico	2
RT_3	Interfaz especializada	1
RT_7	Software reutilizado	1
RE_1	Gestión proyectos	1
RE_2	Gestión proceso desarrollo	1
RE_4	Generadores de código	1
RE_8	Integración	1

Tabla C.12: Priorización de riesgos del proyecto

C.2. Análisis de diseños alternativos

Al igual que los requisitos, el diseño de la solución también ha sufrido constantes cambios. Inicialmente la propuesta de trazabilidad de la solución es la que se puede observar en la figura 1.

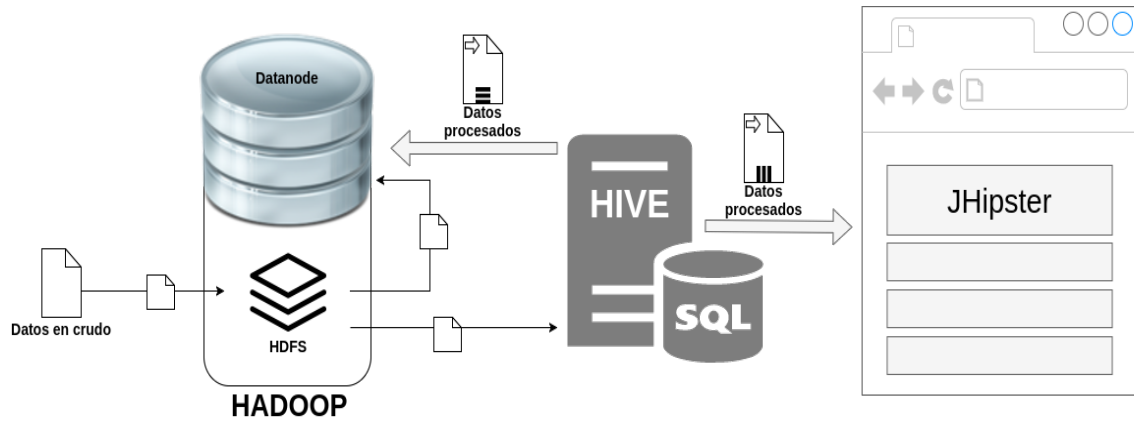


Figura C.1: Diseño primitivo del sistema.

Como se puede observar, inicialmente el concepto giraba alrededor de las tres tecnologías core: Hadoop, Hive y JHipster. No se tuvo en consideración otras herramientas puesto que se pensaba que era suficiente para resolver el problema. Los datos en crudo, extraídos de la web del magrama o de otras fuentes heterogéneas, serían almacenados en Hadoop, en un nodo local mediante el sistema de ficheros HDFS, y posteriormente sería HIVE el encargado de procesarlos en su totalidad hasta conseguir almacenarlos en un esquema común. Además, la misma “base de datos” de Hive funcionaría como base de datos para la aplicación desarrollada con JHipster, sirviendo en todo momento ese esquema único para la visualización del mismo en un navegador web. Este diseño, conceptualmente fue la solución ideal para el problema planteado; no obstante, debido a que JHipster no ofrece soporte para cambiar la base de datos con la que se construye la aplicación y mucho menos soporte para Hive o Hadoop, tras muchos intentos frustrados de conseguir esta conectividad directa, se optó por una solución diferente, alejada de este diseño ideal pero rebelde, en contra de los paradigmas de programación que JHipster impone. La alternativa a este diseño que dió resultados y eliminó complicaciones fue la que se observa en la figura 2.

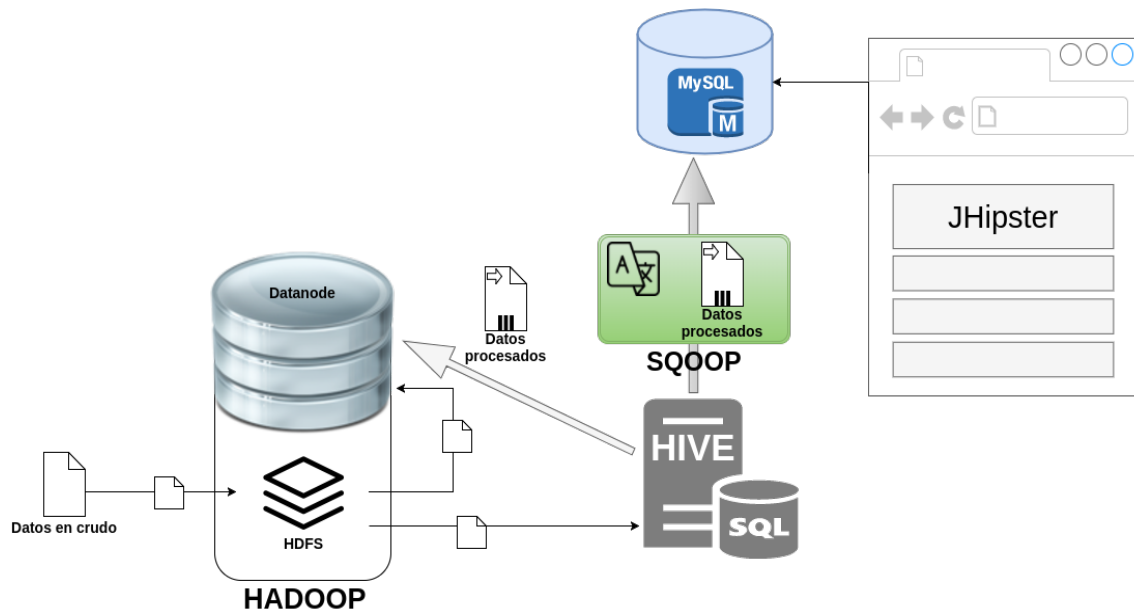


Figura C.2: Segunda iteración del diseño del sistema.

En la segunda fase del diseño, se observa la evolución de la idea, condicionada por los problemas anteriormente mencionados. En primer lugar, se conservó la base de datos nativa de JHipster, en este caso una base de datos MySQL convencional. En ella se almacenaría únicamente la estructura final del esquema unificado, con los datos finales. Dichos datos tendrían que ser pasados desde Hive mediante una herramienta de transformación y transporte de datos. En este caso se usó Sqoop, una herramienta gratuita que permite transportar los datos desde Hive a MySQL, puesto que ofrece soporte tanto para Hadoop, HDFS y Hive como para MySQL.

Una vez resuelto el problema de la visualización de los datos, lo próximo que se detectó fue esa necesidad de procesamiento de los datos en crudo antes de incluso exponerlos como un esquema relacional en Hive. Para eso, lo mejor era hacer uso de algún programa de procesamiento de ficheros y una de las mejores opciones aparentes era Pentaho, un programa completo de transformación de ficheros. Pentaho venía con soporte para Hadoop y HDFS, por lo que gracias a eso se pudo trabajar con ficheros directamente extraídos de Hadoop, y almacenarlos directamente en Hadoop. Los cambios se pueden observar en la figura 3.

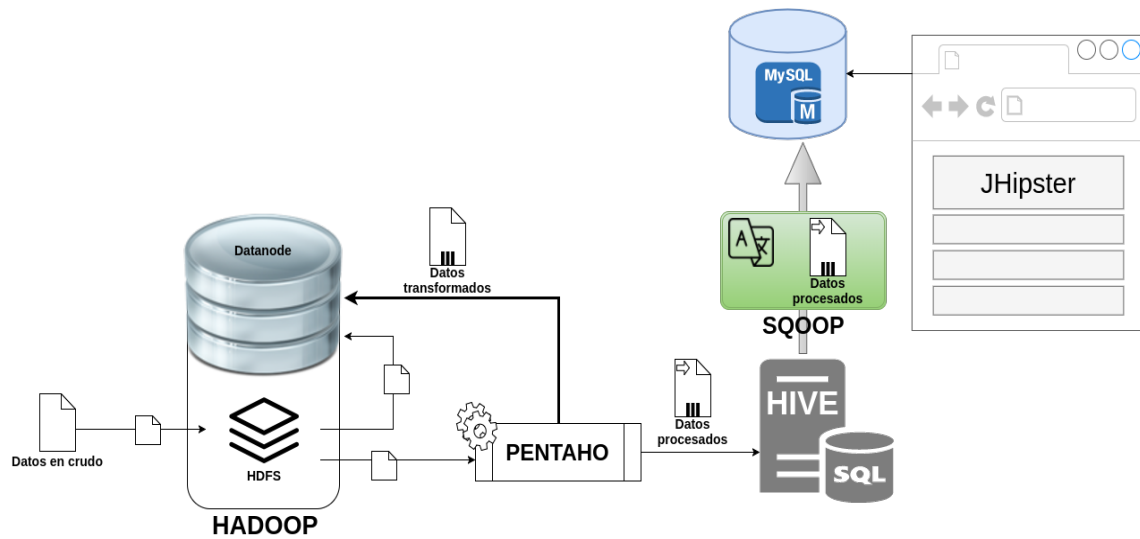


Figura C.3: Tercera iteración del diseño del sistema.

INACABADO