



Diseño de una Arquitectura de Software en la Nube Mantenable y Escalable para Optimizar la Siembra de Aguacate Hass en la Región Andina de Colombia

EDWIN DAVID TORO ECHEVERRIA

Anteproyecto presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ingeniería de Software

Director(a):
(Ph.D) Juan Pablo Giraldo Rendón

Pontificia Universidad Javeriana Cali
Facultad de Ingeniería
Departamento de Electrónica y Ciencias de la Computación
Cali, Colombia
13 de junio de 2024

Ficha Resumen

Anteproyecto de Trabajo de Grado

Posible Título: Diseño de un arquitectura de Software en la nube mantenible y escalable para optimizar la siembra de Aguacate Hass en la Región Andina de Colombia

1. Área de trabajo: Tecnología
2. Tipo de proyecto (Investigación):
3. Estudiante: Edwin David Toro Echeverria
4. Correo electrónico: ingeniero39@javerianacali.edu.co
5. Dirección y teléfono: carrera 109-71B-43 - 3123531898
6. Director: (Ph.D) Juan Pablo Giraldo Rendón
7. Correo electrónico del director: jpgiraldo@gmail.com
8. Co-Director (Si aplica): No aplica
9. Grupo o empresa que lo avala (Si aplica): No aplica
10. Otros grupos o empresas: No aplica
11. Palabras clave :Aguacate, Tecnología 4.0, cultivo, arquitectura de software, tácticas de arquitectura, industria 4.0, tecnologías emergentes, gestión agrícola, agroindustria, arquitectura de software, patrones de diseño, proveedores de servicio en la nube, base de datos, atributos de calidad.
12. Fecha de inicio: 01-05-2024
13. Duración estimada (7 meses)

Índice

1. Introducción	8
2. Definición del problema	10
2.1. Planteamiento del problema	10
2.2. Formulación del problema	10
3. Objetivos del proyecto	12
3.1. Objetivo General	12
3.2. Objetivos específicos	12
3.3. Resultados esperados	12
4. Alcance	14
5. Justificación del trabajo de grado	15
6. Marco teórico de referencia y antecedentes	17
6.1. Estado del Arte	23
7. Metodología de la investigación	28
8. Recursos a emplear	30
9. Cronograma de actividades	31
10. Referencias Bibliográficas	32
11. Glosario de Términos	37

Índice de figuras

1. Diagrama de actividades	31
--------------------------------------	----

Índice de tablas

Todo list

Resumen

El proyecto de grado se centra en el diseño de una arquitectura de software adaptativa, mantenible y escalable para optimizar la siembra de Aguacate Hass en la región Andina de Colombia. Este enfoque es de gran importancia debido al crecimiento de la industria del aguacate en el país y la necesidad de cuidar el medio ambiente. La problemática que se aborda es la dificultad que tienen los agricultores para tomar las mejores decisiones al momento de realizar la siembra de aguacate Hass ya que no cuentan con las suficientes herramientas tecnológicas que les puedan brindar información precisa como el estado del suelo, fuentes hídricas cercanas, presencia de bacterias en el medio ambiente, etc. Los objetivos del proyecto se enfocan en definir los atributos de calidad, aplicar tácticas y patrones de arquitectura, diseñar módulos en los cuales se registren datos claves para la siembra del aguacate Hass en la región Andina de Colombia integrando sistemas de información geográfica. Con esto se espera alcanzar resultados como la escalabilidad, disponibilidad y rendimiento de la arquitectura propuesta en este proyecto.

Palabras Clave

Aguacate, Tecnología 4.0, cultivo, arquitectura de software, tácticas de arquitectura, industria 4.0, tecnologías emergentes, gestión agrícola, agroindustria, arquitectura de software, patrones de diseño, proveedores de servicio en la nube, base de datos, atributos de calidad.

Abstract

The degree project focuses on the design of an adaptive, maintainable and scalable Software Architecture to optimize the planting of Hass Avocado in the Andean region of Colombia. This approach is of great importance due to the growth of the avocado industry in the country and the need to take care of the environment. The problem that is addressed is the difficulty that farmers have in making the best decisions when planting Hass avocado since they do not have sufficient technological

tools that can provide them with precise information such as the state of the soil, nearby water sources. , presence of bacteria in the environment, etc. The objectives of the project focus on defining quality attributes, applying architectural tactics and patterns, designing modules in which key data for the planting of Hass avocado in the Andean region of Colombia are recorded, integrating geographic information systems. With this, it is expected to achieve results such as scalability, availability and performance of the architecture proposed in this project.

Keywords

software architecture, avocado cultivation, design patterns, architectural design, quality attributes, environment, ecosystem, cloud architecture.

1. Introducción

Durante la última década, el cultivo de aguacate en Colombia ha crecido a un ritmo acelerado. Según el documento Cadena productiva Aguacate ”del Ministerio de agricultura, entre el año 2015 y el año 2020, la superficie cultivada de aguacate aumentó en más del 40 %, pasando de 57.826 hectáreas a más de 93.045 hectáreas. Este crecimiento se debe en gran parte al aumento de la demanda nacional e internacional. En el año 2020, las exportaciones de aguacate Hass en Colombia alcanzaron las 11,492 toneladas, aumentando en más del 50 % con respecto al año 2015, que fueron de 5.332 toneladas. Este documento indica que el aguacate Hass colombiano se ha posicionado en mercados exigentes como el europeo y el estadounidense, gracias a su calidad.(Ministerio de Agricultura, 2020)

Debido a esto, se ha observado que para muchos agricultores colombianos, la siembra de aguacate Hass, que incluye la preparación del terreno y la plantación inicial de los árboles, se ha convertido en una de las actividades económicas más rentables, con un retorno de inversión que puede alcanzar hasta el 20 % anual, según datos de la Asociación de Exportadores de Aguacate Hass.(Asesores en Producción y Comercio, 2021)

Con el fin de optimizar la siembra de aguacate Hass, es importante diseñar una arquitectura de software sofisticada y adaptada a las condiciones específicas de la topografía Colombiana. En las regiones de Antioquia, Tolima y el Eje Cafetero, donde se concentra el 60 % de la producción nacional de aguacate, las variaciones altitudinales y climáticas requieren soluciones tecnológicas avanzadas para maximizar la eficiencia de la siembra.

El diseño de la arquitectura está orientado hacia el futuro, alineándose con los principios de la Industria 4.0, que incluye la integración de tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), la analítica de datos y la inteligencia artificial.

La propuesta plantea el diseño de una arquitectura de software en la nube que pueda ser mantenible, escalable, disponible y que facilite la toma de decisiones con la recopilación, el análisis y la presentación de los datos necesarios para poder plantar aguacate Hass en la región Andina de Colombia.

Este documento examina los desafíos actuales, identifica las oportunidades que existen desde una perspectiva tecnológica y establece los principios básicos de la arquitectura de software. En particular, al centrarse en la integración de datos, proporcionando un enfoque unificado que permitiera a los agricultores tomar decisiones en el momento de plantar aguacate Hass basadas en datos en tiempo real.

2. Definición del problema

2.1. Planteamiento del problema

La siembra de aguacate Hass en Colombia enfrenta varios desafíos como son, la variación del clima, infestación de plagas, enfermedades bacterianas, que afectan la cantidad y calidad del producto, disminuyendo significativamente la siembra del aguacate Hass. (Jiménez C, 2020)

Entre los problemas más destacados se incluyen la falta de herramientas tecnológicas capaces de procesar grandes volúmenes de información geográfica y la ausencia de sistemas centralizados que operen en tiempo real. La magíster Jeimmy Alexandra Cáceres-Zambrano, en su evaluación con 125 agricultores de aguacate, evidenció que, aunque la producción y exportación de aguacate en Colombia ha ido en aumento y sus proyecciones son positivas, existe una brecha tecnológica que impide un desarrollo más acelerado de este cultivo, lo cual frena su competitividad. (*Tecnología, aliada para aumentar producción de aguacate*, 2022).

Una problemática crucial es la alta tasa de mortalidad de los árboles de aguacate. Según informes recientes, hasta un 60 % de los árboles plantados pueden morir debido a condiciones adversas. (Redagícola, 2020)

La adopción de tecnologías en los agronegocios, según indica Quintero Ramírez (2019), puede traducirse en mejora de la productividad y bienestar para los agricultores. Con todo lo mencionado anteriormente, surge la necesidad de una arquitectura de software diseñada para la toma de decisiones enfocada en optimizar la plantación aguacate Hass en la región andina de Colombia.

2.2. Formulación del problema

La industria aguacatera actualmente carece de herramientas tecnológicas en el momento de identificar problemas como: variaciones climáticas, infestaciones de plagas y enfermedades bacterianas, lo que afecta la salud y el rendimiento de los árboles de aguacate. Esto tiene como resultado pérdidas significativas en tiempo y dinero para los agricultores colombianos.

En este contexto, se plantea la siguiente pregunta: ¿cómo podría el diseño de una arquitectura de software identificar los problemas mencionados y así ayudar a mejorar la toma de decisiones de los agricultores en la siembra de aguacate Hass en región la andina de Colombia?

3. Objetivos del proyecto

3.1. Objetivo General

Diseñar una arquitectura de software de tal manera que integre tecnologías avanzadas, como el análisis de datos y los sistemas de información geográfica (SIG), para proporcionar información real y precisa que permita a los agricultores tomar las mejores decisiones en el momento de plantar aguacate Hass en la región andina de Colombia.

3.2. Objetivos específicos

1. Establecer los diferentes atributos de calidad los cuales buscan potenciar la concepción de la arquitectura.
2. Definir las diferentes tácticas Arquitectonicas que se pretenden utilizar.
3. Diseñar un módulo parametrizable que recopile y registre información , como diferentes condiciones climáticas, niveles de humedad de los suelos, fuentes hidricas, presencia de plagas y enfermedades.
4. Diseñar un módulo de gestión de datos parametrizable que permita al agricultor analizar esta información en tiempo real lo que facilitara la toma de mejores desiciones en el momento de sembrar aguacate Hass en la región Andina de Colombia.
5. Diseñar un modulo que se pueda integrar con sistemas de información geográfica (SIG) para poder mapear detalladamente las áreas de siembra de aguacate Hass.

3.3. Resultados esperados

Se espera obtener una serie de documentos que detallarán el diseño de la arquitectura y su ciclo de vida, abordando específicamente los siguientes elementos:

1. Manual de Escalabilidad: Un manual que describa detalladamente los mecanismos utilizados para maximizar la escalabilidad horizontal y vertical, donde se

incluyan diagramas de arquitectura y ejemplos de implementación para este proyecto.

2. Plan de Disponibilidad: Un plan detallado con procedimientos específicos de recuperación ante posibles fallos y un informe de pruebas de alta disponibilidad que demuestre la capacidad de los servicios para mantenerse operativos 24/7.

3. Informe de Performance: Un informe de pruebas de rendimiento que incluya los resultados de pruebas de carga y tiempos de respuesta, asegurando que los tiempos de respuesta no excedan los 200 milisegundos en condiciones de carga específicas.

4. Políticas de Seguridad : Un documento detallado que describa las políticas de seguridad implementadas para proteger datos sensibles, incluyendo medidas específicas y procedimientos de auditoría.

5. Informe de Fiabilidad: Un informe que documente los resultados de las pruebas de integridad de datos y un manual detallado que describa los procedimientos de mantenimiento necesarios para garantizar la fiabilidad continua de la arquitectura.

4. Alcance

1. Atributos de calidad: Se identificarán y documentarán los atributos de calidad esenciales, tales como escalabilidad, disponibilidad, performance, seguridad y fiabilidad. Estableciendo criterios y métricas específicas para evaluar cada atributo y el impacto deseado en el diseño de la arquitectura.

2. Tácticas Arquitectónicas: Se identificarán y documentarán las distintas tácticas arquitectónicas apropiadas para abordar los atributos de calidad definidos, entregando una justificación técnica para la selección de cada una de ellas.

3. Registro de datos: Se diseñará un módulo parametrizable para recolectar datos clave relacionados con la topografía, tales como niveles de humedad del suelo, condiciones climáticas y la detección de enfermedades y plagas. Esto permitirá recopilar información detallada y precisa sobre el entorno de la siembra.

4. Gestión de Datos: Se diseñará un módulo dedicado a la gestión de datos, con el objetivo de analizar y aprovechar la mayor cantidad posible de información relevante en el menor tiempo posible. Esto implicará la integración de datos obtenidos de diferentes fuentes, así como la capacidad de introducir datos adicionales según sea necesario para que el agricultor pueda tomar mejores decisiones en el momento de la siembra de aguacate Hass en la región Andina de Colombia.

5. Sistemas de Información Geográfica (SIG): Se contempla diseñar un módulo dedicado a poder integrarse con sistemas de información geográfica (SIG) con el propósito de realizar un detallado mapeo de las áreas de siembra, identificando potenciales zonas de riesgo y optimizando la asignación de recursos. Esta integración permitirá una planificación más eficaz y sostenible en la siembra de aguacate Hass.

5. Justificación del trabajo de grado

El diseño de una arquitectura en la nube específica para mejorar la toma de decisiones en el cultivo de aguacate Hass en Colombia surge como respuesta urgente a la necesidad de abordar una serie de desafíos y limitaciones existentes. Estos desafíos incluyen la escasez de herramientas tecnológicas y la falta de datos del ecosistema, entre otros. La justificación de esta iniciativa se fundamenta en varias razones clave:

1. Optimización de Recursos: La arquitectura en la nube permitirá a los cultivadores poder optimizar el uso de recursos críticos como el agua, los pesticidas y los fertilizantes. Al entregar información precisa en tiempo real sobre las condiciones topográficas, se podrá minimizar el impacto ambiental asociado con prácticas agrícolas ineficientes y reducir costos.

2. Mejora en la Toma de Decisiones: Con el diseño de una arquitectura en la nube que tenga un componente centralizado de gestión de datos y herramientas de análisis, los agricultores podrán tomar decisiones informadas basadas con datos precisos y contextualizados, lo que les permitirá abordar los desafíos de manera más efectiva.

3. Sostenibilidad Agrícola: La integración de tecnologías con sistemas de información geográfica (SIG) promoverá prácticas agrícolas más respetuosas con el medio ambiente, impulsando así la conservación de recursos naturales y la biodiversidad.

4. Resiliencia ante Amenazas Agrícolas: La arquitectura está diseñada para que los agricultores puedan tomar decisiones más acertadas frente a amenazas agrícolas como variaciones climáticas, plagas y enfermedades, protegiendo así sus cultivos de manera más efectiva.

5. Innovación Tecnológica: El desarrollo de una arquitectura de software avanzada en el sector aguacatero colombiano impulsará la innovación tecnológica y promoverá el cuidado del ecosistema. Esto beneficiará a todos los actores involucrados en la ca-

dena de producción, desde los agricultores hasta los consumidores finales, mejorando la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad del cultivo de aguacate Hass.

6. Marco teórico de referencia y antecedentes

Cuando hablamos del diseño de una arquitectura de software para el cultivo de aguacate Hass, es esencial tener en cuenta los últimos avances en agricultura y tecnología de la información. Estos avances nos ayudan a asegurarnos de que la arquitectura que estamos diseñando realmente cumpla con los objetivos que nos hemos propuesto.

Veamos un poco más de cerca qué significa esto.

En primer lugar, en lo que respecta al cultivo de aguacate Hass, es importante comprender los elementos clave que influyen en su crecimiento y desarrollo. Desde el clima hasta el suelo y los nutrientes, cada detalle cuenta cuando se trata de obtener aguacates de alta calidad. Por otro lado, en el ámbito de la arquitectura de software, también hay elementos clave que debemos considerar. Esto incluye no solo la tecnología en sí misma, sino también la forma en que se estructura y organiza el software para que funcione de manera eficiente y efectiva. Al combinar estos dos mundos, agricultura y tecnología, podemos crear una arquitectura de software que realmente se adapte a las necesidades de los agricultores y ayude a maximizar el cultivo de aguacate Hass. Es un proceso emocionante que demuestra cómo con la colaboración entre diferentes disciplinas se pueden llevar a cabo resultados verdaderamente innovadores y beneficiosos.

1. Area del predio: El concepto de área del predio se refiere simplemente al tamaño total de un terreno y los límites que lo rodean, que marcan la extensión de una propiedad. En otras palabras, es como la huella que deja una propiedad en el mundo físico: define el espacio que ocupa y hasta dónde se extiende. Cuando hablamos de los linderos de un predio, nos referimos a las líneas imaginarias que delimitan su perímetro y establecen sus fronteras. Estas líneas son importantes porque marcan dónde termina un terreno y comienza otro, lo que ayuda a evitar disputas y conflictos sobre la propiedad de la tierra. (Ministerio de Justicia, 2022)

2. Altitud: Cuando hablamos de altitud, nos referimos a la altura o elevación

de un lugar en relación con un punto de referencia específico, que generalmente se toma como el nivel medio del mar. Es como medir lo alto que está un lugar desde el nivel del mar hasta su posición actual. Por ejemplo, si estuviéramos en una montaña y quisiéramos saber a qué altura estamos, mediríamos la altitud desde el nivel del mar hasta nuestra ubicación en la montaña. Esta medida nos ayuda a comprender cuán alto o bajo estamos en comparación con otros lugares. (Matemáticas: Problemas introductorios tipo PISA para el primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria, 2014)

3. Humedad del suelo: Es un factor crucial en la agricultura, ya que afecta directamente el crecimiento y la salud de las plantas, incluida la planta de aguacate Hass. Cuando hay demasiada o muy poca agua en el suelo, puede causar problemas para las plantas, lo que afecta su desarrollo y producción. La cantidad de humedad en el suelo puede variar debido a diferentes factores, como el clima y los cambios meteorológicos. Por ejemplo, períodos de lluvia intensa pueden aumentar la humedad del suelo, mientras que períodos de sequía pueden hacer que el suelo esté más seco. Es importante monitorear y gestionar cuidadosamente la humedad del suelo para garantizar condiciones óptimas para el crecimiento de las plantas de aguacate Hass. Esto puede implicar el uso de técnicas de riego adecuadas y el seguimiento regular de las condiciones del suelo para asegurarse de que las plantas reciban la cantidad adecuada de agua en todo momento. (Cherlinka V, 2024)

4. Salinidad del suelo: se refiere a la acumulación de sales en el suelo, lo que puede tener un impacto significativo en el cultivo de plantas como el aguacate Hass. Cuando hay demasiada sal en el suelo, puede interferir con la capacidad de las plantas para absorber agua, lo que puede causar una serie de problemas para su crecimiento y desarrollo. (Cherlinka V, 2024)

5. Condiciones climáticas: se refieren a todos esos aspectos del clima que experimentamos día a día, como la temperatura, la presión atmosférica, la humedad, la lluvia y los vientos. Estos elementos son de interés público porque afectan directa-

mente nuestras vidas y actividades en una región geográfica específica. Por ejemplo, la temperatura determina si hace frío o calor, lo cual puede influir en nuestras decisiones sobre qué ropa usar o si pasar tiempo al aire libre. La presión atmosférica y la humedad pueden indicarnos si se avecina una tormenta o un clima inestable. La lluvia y los vientos también tienen un impacto en la agricultura. (Tiempo, clima y los fenómenos atmosféricos: desde torbellinos hasta cambio climático, 2019)

6. Temperatura Ambiental: es simplemente la sensación de calor o frío que experimentamos en una determinada área geográfica. Cuando hace mucho calor, sentimos una temperatura alta, mientras que cuando hace frío, sentimos una temperatura baja. Imagina que estás afuera en un día soleado de verano: el sol calienta el aire y la temperatura sube, haciéndote sentir calor y sudoroso. Por otro lado, en un día de invierno frío y ventoso, la temperatura baja y necesitas abrigarte con ropa gruesa para mantenerte caliente. Estas variaciones en la temperatura ambiental pueden influir en nuestras actividades diarias y decisiones, desde qué ropa usar hasta cómo planificar nuestras actividades al aire libre. Además, la temperatura ambiental también puede afectar a la naturaleza y la vida silvestre, así como a la agricultura y otros sectores. (Cherlinka V, 2024)

7. Principios de Arquitectura de Software: Los principios de arquitectura de software son fundamentales para establecer la modularidad, cohesión y acoplamiento, entre otros aspectos. Proporcionan una guía invaluable para que el diseño de un sistema sea flexible, mantenible y escalable. Cuando por ejemplo estás construyendo una casa: antes de comenzar la construcción, necesitas establecer principios de diseño que determinen cómo se organizarán los espacios, qué materiales se utilizarán y cómo se integrarán las diferentes partes de la casa. De manera similar, en la arquitectura de software, los principios ayudan a estructurar el sistema de manera que sea fácil de entender y modificar a medida que evolucionan los requisitos del negocio. Estos principios pueden incluir la separación de preocupaciones, la minimización de dependencias, la maximización de la cohesión y la modularidad, entre otros. Al seguir estos principios, los arquitectos de software pueden crear sistemas que sean adapta-

bles a los cambios y que puedan crecer y evolucionar con el tiempo. Los principios de arquitectura de software son fundamentales para establecer la base sobre la cual se construirá el sistema, garantizando que sea flexible, mantenible y escalable a medida que cambian las necesidades del negocio.(Cervantes H., 2016)

8. Patrones de diseño Arquitectonico: Son enfoques estructurados que ofrecen soluciones probadas para desafíos recurrentes en el diseño de sistemas de software. Imaginemos que estás construyendo una casa: hay diferentes formas de organizar los espacios y estructuras para que funcionen de manera eficiente y satisfagan tus necesidades. De manera similar, en el diseño de software, los patrones de diseño arquitectónico ofrecen diferentes plantillas que puedes seguir para organizar y estructurar tu sistema de manera efectiva. Por ejemplo, el patrón de arquitectura hexagonal se centra en separar la lógica de negocio del resto del sistema, mientras que el patrón por capas divide el sistema en capas lógicas y funcionales. Por otro lado, el patrón de microservicios se basa en dividir el sistema en componentes independientes y escalables.(Bass, L., Kazman, R., Clements, P., 2013)

9. Atributo de calidad: Es una característica o propiedad de un sistema que puede ser medida y evaluada para determinar en qué medida satisface las necesidades y expectativas de sus usuarios. por ejemplo cuando vamos a comprar un automóvil: considerarías atributos de calidad como la eficiencia del combustible, la seguridad, la comodidad y la confiabilidad antes de tomar una decisión. Del mismo modo, en el diseño de arquitectura de software, los atributos de calidad son aspectos clave que se deben tener en cuenta para garantizar que la arquitectura funcione de manera efectiva y satisfaga las necesidades de los usuarios. Estos atributos pueden incluir la usabilidad, el rendimiento, la seguridad, la escalabilidad y la confiabilidad, entre otros. Cada uno de estos atributos puede ser medido y evaluado para determinar si la arquitectura cumple con los estándares y requisitos establecidos.(Bass, L., Kazman, R., Clements, P., 2013)

10. Tacticas arquitectonicas: Son decisiones de diseño que se emplean específi-

camente para poder optimizar atributos de calidad particulares en la arquitectura de software. Imaginemos que estamos construyendo una casa: para garantizar que la estructura sea segura y resistente, podrías utilizar materiales específicos, como acero reforzado o concreto, y aplicar técnicas de construcción especializadas. De manera similar, en la arquitectura de software, las tácticas arquitectónicas se eligen y aplican para mejorar aspectos clave del sistema, como la seguridad, el rendimiento o la escalabilidad. Estas tácticas pueden incluir la segmentación de funcionalidades en componentes independientes, la implementación de redundancia para mejorar la disponibilidad del sistema, o la aplicación de técnicas de caché para mejorar el rendimiento. (Bass, L., Kazman, R., Clements, P., 2013)

11. Gestion de datos: La gestión de datos desempeña un papel fundamental en la arquitectura de software, especialmente en el contexto de las operaciones agrícolas, donde es crucial para la toma de decisiones informadas y la optimización de procesos. si por ejemplo estamos administrando una granja: para tomar decisiones sobre siembra, riego o cosecha, necesitas tener acceso a datos relevantes sobre el clima, el suelo, el estado de los cultivos, entre otros. La gestión eficaz de estos datos te permite recopilar, almacenar, procesar y analizar información crítica para tomar decisiones estratégicas y mejorar la eficiencia de las operaciones agrícolas. En el ámbito de la arquitectura de software, la gestión de datos implica diseñar sistemas que puedan manejar grandes volúmenes de información de manera eficiente y confiable. Esto puede incluir el uso de bases de datos robustas, la implementación de técnicas de almacenamiento y recuperación de datos optimizadas, y la integración de herramientas de análisis de datos para extraer información valiosa de los conjuntos de datos. La gestión de datos en la arquitectura de software es fundamental para habilitar la toma de decisiones informadas y optimizar las operaciones agrícolas, asegurando que los sistemas puedan manejar y aprovechar eficazmente la gran cantidad de información disponible. (Qué es la gestión de datos, 2024)

12. Calidad de software: Es un aspecto crítico en el diseño de la arquitectura de software, ya que se refiere al conjunto de características necesarias para satisfacer

las necesidades del sistema de software. Imagina que estás construyendo una casa: la calidad de la construcción, la durabilidad de los materiales y la funcionalidad de los espacios son aspectos fundamentales que determinan si la casa cumplirá con tus necesidades y expectativas. De manera similar, en la arquitectura de software, la calidad se refiere a la capacidad del sistema para cumplir con los requisitos de rendimiento, seguridad, confiabilidad y usabilidad. Para garantizar la calidad del software, es necesario adoptar prácticas de desarrollo y diseño que se centren en la prevención de defectos y la mejora continua. Esto puede incluir la realización de pruebas exhaustivas, la adopción de estándares de codificación, y la aplicación de principios de diseño robusto y modular. La calidad de software es un aspecto crítico en el diseño de la arquitectura de software, ya que garantiza que el sistema pueda cumplir con las necesidades y expectativas de los usuarios de manera efectiva y confiable. (Salud Electronica, 2021)

13. Diseño de arquitectura de software: En el diseño se utilizan diferentes conocimientos y se sigue un lineamiento donde se encapsulan todos los conocimientos arquitectónicos y de desarrollo de software. (Ronaldo, L. Donni, R, 2024)

14. Proveedores de servicio en la nube: Existen varios proveedores de servicio pero sin ninguna duda los tres más grandes en este momento al generar este documento son Google Cloud, Amazon Web Services, Microsoft Azure. (Google Cloud, sfc)

15. Requisitos: Comprender la necesidad del cliente o partes interesadas para poder establecer los objetivos principales de un sistema de software. (Google Cloud, sfb)

16. Arquitectura de alto nivel: se establece una visión general de la arquitectura del producto donde se identifican los actores que interactúan con el sistema. (Google Cloud, sfa)

17. Base de datos: Colección donde se almacenan, editan, recuperan y se actualizan los datos de un sistema electrónicamente. (Amazon Web Services, 2023)

6.1. Estado del Arte

El diseño de arquitecturas de software para el cultivo de aguacate Hass ha captado la atención tanto de investigadores como de científicos, quienes abordan diversas necesidades y desafíos con enfoques arquitectónicos innovadores.

1. Uno de estos enfoques es la creación de un modelo predictivo para la oferta de aguacate Hass en el municipio del Tolima. La creación e implementación de este modelo predictivo puede marcar una gran diferencia en la producción agrícola. No solo ayudará a los agricultores a anticipar posibles problemas, como condiciones climáticas adversas, sino que también les permitirá tomar decisiones más informadas para mejorar la calidad de sus cultivos. El objetivo general de este proyecto es diseñar un modelo predictivo específicamente para el aguacate Hass, con objetivos específicos que incluyen definir las variables que influyen en su producción. Este proceso de implementación del modelo predictivo se centra en la recopilación y análisis de información relevante. El cual busca información en diversas fuentes, como las alcaldías, el Ministerio de Agricultura y otras entidades gubernamentales. Además, se establece un contacto directo con los agricultores, solicitando información adicional de manera remota para garantizar la precisión y la completitud de los datos recopilados.(Camero, J. D. G, 2020)

Esta revisión exhaustiva de la propuesta no aborda completamente el planteamiento del problema del proyecto, ya que no se define claramente una arquitectura específica. Aunque se contempla el diseño de un modelo predictivo, no se especifica de qué manera está estructurado.

2. Imagina un sistema que simplifica la vida de los agricultores al programar el riego para el cultivo de aguacate Hass. Este sistema, conocido como IS-AR, es una herramienta tecnológica innovadora que hace precisamente eso: facilita la programa-

ción del riego con solo unos pocos datos. Lo más sorprendente es que IS-AR se integra con la Agencia Espacial Europea (ESA), lo cual le permite acceder a imágenes de radar (SAR) de toda la superficie terrestre. Estas imágenes se actualizan cada 3 o 10 días, dependiendo de la región, proporcionando información crucial sobre el suelo, como la humedad, que es fundamental para el cultivo del aguacate. Gracias a la combinación de modelos e innovadoras técnicas de software, el sistema ha sido adaptado de manera que funcione de manera óptima. Esto significa que los agricultores pueden confiar en IS-AR para programar el riego de manera eficiente y efectiva, sin tener que preocuparse por complicaciones técnicas. Es una herramienta que realmente hace la diferencia en el día a día de los agricultores, permitiéndoles centrarse en lo que más importa: cultivar aguacates de alta calidad. El acceso a la plataforma se realiza a través del enlace <http://www.is-sar.com/>, el cual está diseñado para ser compatible con diversos dispositivos.

Sin embargo, esta propuesta no resuelve por completo el problema planteado en el proyecto, ya que al intentar acceder al sistema utilizando la URL proporcionada, esta no está disponible.

3. La inteligencia artificial está revolucionando la forma en que los agricultores cultivan aguacates Hass. Ahora, en lugar de depender únicamente de su intuición, tienen a su disposición una herramienta poderosa que les ayuda a determinar el momento y la mejor manera de regar sus cultivos. Este avance se logra gracias a la integración de la inteligencia artificial con los sensores de SupPlant. Estos dispositivos no solo pueden detectar el estrés de las plantas, sino que también siguen de cerca su crecimiento y desarrollo. Actualmente, esta tecnología ya se está utilizando con éxito en el estado de Michoacán, México. El objetivo es expandir este sistema para que todos los agricultores de la región puedan monitorear y rastrear las necesidades de sus cultivos en tiempo real. Esto significa que, independientemente de su experiencia o conocimientos previos, los agricultores tendrán acceso a información valiosa que les permitirá tomar decisiones más informadas y mejorar la calidad de sus cultivos. Es un cambio revolucionario que está transformando la agricultura tal

como la conocemos.(THE FOOD TECH, 2021)

Esta técnica no puede resolver el planteamiento del problema, ya que no se observa una arquitectura o por lo menos un diseño que justifique el cómo se aborda el tema, siendo la inteligencia artificial un tema que puede abarcar todo un contexto en el mundo del software.

4. El aplicativo TECNOHASS es una herramienta digital gratuita que está orientada a formular planes de manejo productivo en los cultivos de aguacate Hass en el departamento del Cauca.

El aplicativo cuenta con tres módulos de uso:

Manejo del riego y fertilización: Genera la necesidad sugerida de fertilizante para cada macro y micronutriente y genera tres opciones de planes de fertilización en función de algunas fuentes de fertilizante sugeridas.

Manejo de plagas: A partir de modelos generados por la correlación de variables climáticas y niveles de población.

Nichos productivos: En este módulo se pueden consultar las zonas aptas para el desarrollo del cultivo acorde a la información recopilada y procesada por AGROSAVIA.(AGROSAVIA, 2018)

Este software, aunque se acerca mucho a la solución del planteamiento del problema, solo esta delimitada para la zona del Cauca.

5. El dispositivo clasificador de la madurez del aguacate Hass, mediante el cual se evalúa la apariencia externa de la cáscara del fruto del aguacate para determinar el momento óptimo de la cosecha, determinó que el uso de dicha tecnología logra que se incrementen los ingresos netos de los agricultores de aguacate en 91 %.(Nigrinis, P. D. P, 2023)

Esta tecnología, si bien puede indicarle al agricultor en qué momento se puede recoger la cosecha, no considera la siembra, que es el problema abordado en este

proyecto.

6. Avolab es un laboratorio y una plataforma tecnológica la cual se encarga de brindar información técnica a todos los actores de la cadena agrícola, especialmente productores, comercializadores y exportadores. Son pioneros en el futuro tecnológico de la agroindustria en Colombia. Acompaña a cada productor y le indica cómo hacer que sus predios sean más tecnificados. (Ciencia y tecnología al servicio del agro, 2020)

Esta plataforma tecnológica, si bien entrega información técnica, no parece estar solucionando el problema de este proyecto, ya que no son muy enfáticos en qué tipo de información técnica brindan a los agricultores.

7. Hecterra es una aplicación sencilla y eficiente para el sector agrícola que permite controlar la ejecución de operaciones de campo basándose en los datos telemáticos. La solución GPS agrícola ofrece a los usuarios los datos fiables y transparentes sobre campos, rotación de cultivos, operaciones de campo y muchos más. Mediante el cálculo automático del área cultivada, el registro de operaciones y productos agrícolas en guías especiales, el almacenamiento del historial de campos y los informes detallados, los usuarios tienen todo lo necesario para una eficiente gestión agrícola. (Winlon, 2024)

Es una herramienta tecnológica que aborda temas agrícolas, pero no se enfoca en el aguacate Hass lo que conlleva a que es una plataforma muy generalizada que no puede resolver el problema del proyecto.

8. Proyecto de determinación de los grados de reflectancia de plantas de aguacate afectadas por disturbios como plagas, enfermedades y deficiencias nutricionales. Este proyecto busca generar una plataforma tecnológica que dispone de datos regionales para la toma de decisiones, la cual aplica técnicas de sensores remotos para identificar y controlar disturbios anteriormente mencionados. (Asociación de Productores y Empacadores Exportadores de Aguacate de México (APEAM), 2024)

Es un proyecto que hasta ahora no está implementado por lo tanto no resuelve el problema que se aborda en este proyecto.

7. Metodología de la investigación

La metodología utilizada es Ingeniería de Software basada en atributos de calidad y diseño arquitectónico, orientada a alcanzar los objetivos específicos del proyecto. Esta metodología se desarrollará con un respaldo documental detallado que incluirá las siguientes etapas:

Detalle de la metodología:

Paso 1: Investigación y Fundamentación Teórica

1. Revisión exhaustiva de metodologías reconocidas para el diseño de arquitecturas de software, como TOGAF (TOGAF, 2024) o métodos ágiles como Scrum (Scrum-guides.org, 2024) aplicados a la arquitectura.

Paso 2: Configuración del contexto para definir la arquitectura

1. Identificación y descripción de las partes interesadas en el proyecto, delineando claramente sus roles y responsabilidades.
2. Definición de los objetivos de negocio del proyecto, enfocándose en cómo la arquitectura de software contribuirá a estos objetivos.
3. Elaboración y comunicación de un plan detallado para el desarrollo de la arquitectura.

Paso 3: Identificación y Priorización de atributos de calidad

1. Priorización de los atributos de calidad relevantes para el proyecto, basándose en criterios claros y métricas cuantitativas definidas. (Bass, L., Kazman, R., Clements, P., 2013)
2. Documentación detallada de las métricas y criterios cuantitativos utilizados para evaluar los atributos de calidad.

Paso 4: Identificación de requisitos arquitectónicamente significativos

1. Recopilación de requisitos funcionales y no funcionales que afectan el diseño de la

arquitectura, con especial énfasis en aquellos que tienen un impacto significativo en los atributos de calidad.

2. Establecimiento de restricciones y requisitos de escalabilidad y mantenimiento a largo plazo de la arquitectura.
3. Diseño de escenarios que ilustren cómo se cumplen los atributos de calidad identificados en diferentes condiciones operativas y de carga.
4. Establecer fuentes de datos, estímulos, artefactos, ambientes, respuestas y tiempos de respuesta.

Paso 5: Análisis, Evaluación y Diseño

1. Aplicación de técnicas de medición para evaluar el acoplamiento y la cohesión de los componentes arquitectónicos, utilizando herramientas adecuadas para la medición y el análisis de software.
2. Validación de los requisitos funcionales y no funcionales mediante técnicas de revisión.
3. Uso de cuestionarios y escenarios de calidad para interrogar y validar las decisiones arquitectónicas.

Paso 6: Diseño y Documentación de la Arquitectura

1. Diseño de todos los diagramas arquitectónicos necesarios.
2. Diseño detallado de los módulos de gestión y recopilación de datos, así como de integración con sistemas SIG.
3. Creación de un documento completo que especifique la arquitectura diseñada, incluyendo justificaciones y decisiones tomadas en cada etapa del proceso.

8. Recursos a emplear

1. Recursos Humanos

a) Director: (Ph.D) Juan Pablo Giraldo Rendón

2. Económicos

a) Viaticos: 1.000.000

b) Proveedor de servicio en la nube: 500.000

3. Material bibliografico

a) Articulos: Los recursos utilizados incluyen artículos accesibles a través de plataformas digitales .

b) Libros: Documentos disponibles en archivos bibliotecarios.

9. Cronograma de actividades

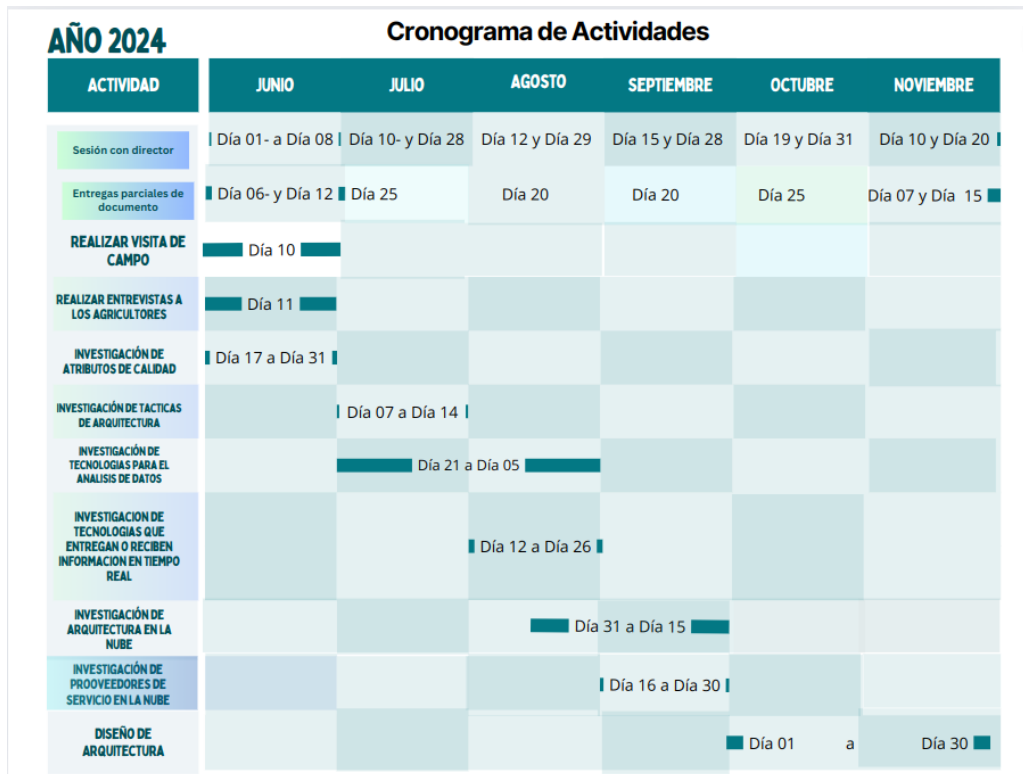


Figura 1: Diagrama de actividades

10. Referencias Bibliográficas

Referencias

AGROSAVIA (2018). *Aplicativo TECNOHASS®*. Disponible en: <https://www.agrosavia.co/productos-y-servicios/oferta-tecnologica/1%ADnea-agr%ADcola/frutales/sistemas-de-informacion/805-aplicativo-tecnohass>. Consultado en abril de 2024.

Amazon Web Services (2023). *¿Qué es una base de datos?* Disponible en: <https://aws.amazon.com/es/what-is/database/#:~:text=Una%20base%20de%20datos%20es,almacenar%2C%20recuperar%20y%20editar%20datos>. Consultado en febrero de 2024.

Asesores en Producción y Comercio, G. C. (2021). *La importancia del aguacate Hass en Colombia*. Disponible en: <https://co.gowanco.com/news/la-importancia-del-aguacate-hass-en-colombia>. Consultado en abril de 2024.

Asociación de Productores y Empacadores Exportadores de Aguacate de México (APEAM) (2024). *Programa de aplicación de la tecnología en el cultivo de aguacate*. Disponible en: <https://pruebas.apeamac.com/investigacion/programa-de-aplicacion-de-la-tecnologia-en-el-cultivo-de-aguacate/>. Consultado en abril de 2024.

Bass, L., Kazman, R., Clements, P. (2013). *Software Architecture in Practice*. Disponible en : https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5922722/mod_resource/content/1/2013%20-%20Book%20-%20Bass%20%20Kazman-Software%20Architecture%20in%20Practice%20%281%29.pdf. Consultado el 12 mayo de 2024.

Camero, J. D. G (2020). *Diseño de un modelo predictivo de la*

oferta de aguacate Hass en el municipio de Herveo. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/35564/2021JuanGarzon.pdf?sequence=1>. Consultado en abril de 2024.

Cervantes H., Velasco E., C. L. (2016). *Arquitectura de Software Conceptos y ciclo de desarrollo.* Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Perla-Velasco-Elizondo/publication/281137715_Arquitectura_de_Software_Conceptos_y_Ciclo_de_Desarrollo/links/57144e1408aebe07c0641ab/Arquitectura-de-Software-Conceptos-y-Ciclo-de-Desarrollo.pdf. Consultado en abril de 2024.

Cherlinka V (2024). *Humedad Del Suelo: Cómo Medir Y Controlar Su Nivel.* Disponible en: <https://eos.com/es/blog/humedad-del-suelo/>. Consultado en abril de 2024.

Ciencia y tecnología al servicio del agro (2020). Comfama.com. Disponible en: <https://revista.comfama.com/desarrollo-territorial/ciencia-y-tecnologia-al-servicio-del-agro/>. Consultado en abril de 2024.

Google Cloud (s/fa). *Arquitectura de software: ¿Qué es y qué tipos hay.* Disponible en: <https://www.gluo.mx/blog/arquitectura-de-software-que-es-y-que-tipos-hay>. Consultado en abril de 2024.

Google Cloud (s/fb). *Requerimientos en el desarrollo de software y aplicaciones.* Disponible en: <https://www.northware.mx/blog/requerimientos-en-el-desarrollo-de-software-y-aplicaciones/>. Consultado en mayo de 2024.

Google Cloud (s/fc). *¿Qué es un proveedor de servicios de Cloud?* Disponible en: <https://cloud.google.com/learn/what-is-a-cloud-service-provider?hl=es#:~:text=Los%20tres%>

20grandes%20(Google%20Cloud,Red%20Hat%2C%20DigitalOcean%20y%20Rackspace. Consultado en abril de 2024.

Jiménez C (2020). *Manejo integrado de las principales plagas y enfermedades en aguacate Hass*. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/38446/dosquebradas.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Consultado en abril de 2024.

Matemáticas: Problemas introductorios tipo PISA para el primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria (2014). Carm.es. Disponible en: https://www.carm.es/edu/pub/14_2014/Altitudes%20increibles.html#:~:text=La%20altitud%20es%20la%20distancia,sobre%20el%20nivel%20del%20mar. Consultado en Marzo de 2024.

Ministerio de Agricultura (2020). *Cadena productiva de Aguacate*. Disponible en: <https://sioc.minagricultura.gov.co/aguacate/documentos/2020-03-30%20cifras%20sectoriales.pdf>. Consultado en abril de 2024.

Ministerio de Justicia (2022). *Qué puedo hacer si mi predio tiene un área diferente de la que se encuentra en el folio de matrícula inmobiliaria*. Disponible en: <https://www.minjusticia.gov.co/programas-co/LegalApp/Paginas/aclaracion-de-areas-y-linderos.aspx#:~:text=%E2%80%8BE1%20%C3%A1rea%20de%20un,matr%C3%ADcula%20inmobiliaria%20y%20otros%20documentos>. Consultado en enero de 2024.

Nigrinis, P. D. P (2023). *El uso de tecnología al cosechar aguacate Hass puede duplicar los ingresos del productor*. Universidad Antonio Nariño. Disponible en: <https://www.uan.edu.co/es/component/k2/item/5677-el-uso-de-tecnologia-al-cosechar-aguacate-hass-puede-duplicar-los-ingresos>. Consultado en abril de 2024.

Qué es la gestión de datos (2024). Oracle.com. Disponible en: <https://www.oracle.com/co/database/what-is-data-management/#:>

Tiempo, clima y los fenómenos atmosféricos: desde torbellinos hasta cambio climático (2019). *RDU UNAM*. Disponible en: <https://www.revista.unam.mx/2019v20n1/tiempo-clima-y-los-fenomenos-atmosfericos-desde-torbellinos-hasta-cambio-clim>

TOGAF (2024). *The Open Group*. Disponible en : <https://www.opengroup.org/togaf>. Consultado en mayo de 2024.

Winlon (2024). *Hecterra: la solución GPS agrícola*. Disponible en: https://wialon.com/es/agriculture-gps-tracking?utm_campaign=HECTERRA_ES_SEARCH&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_content=591615101165&utm_term=la%20agricultura%20de%20precisi%C3%B3n&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw0_WyBhDMARIsAL1Vz8tD2pKJiKDHTgt8HRKfk8SarN9fQFW7ZkgbrT99r44jqT0IdziY9AaAgBCEALw_wcB. Consultado en mayo de 2024.

11. Glosario de Términos

Área del predio: Corresponde a la extensión del terreno.

Altitud: Es la distancia vertical a un origen determinado considerando como nivel cero.

Humedad del suelo: Es el parámetro más crítico en la agricultura.

Condiciones climáticas: Son condiciones meteorológicas del medio ambiente.

Principios de Arquitectura de Software: Proporcionan una guía para el diseño de sistemas flexibles, mantenibles y escalables.

Atributo de calidad: Es una propiedad que se puede medir y además nos indica qué tanto se puede satisfacer las necesidades de un sistema.

Arquitectura de software en la nube: Es el diseño y estructura de sistemas distribuidos en los cuales se aprovechan recursos virtuales proporcionados para utilizar servicios y almacenamiento de datos.