



FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
EMPRESARIALES

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
MONITOREO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL
CULTIVO DE NARANJAS VALENCIANAS EN LOS FUNDOS DE
CHANCHAMAYO - KIVINANAKI, 2019”

Trabajo de investigación para optar el grado de
Bachiller en Ingeniería de Sistemas Empresariales

Integrantes:

Betsy Nataly Llacchuarimay De la Cruz

LIMA- PERÚ

2019



FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
ANEXO 6
**RESULTADO DEL INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
PARA OPTAR EL GRADO DE BACHILLER**

Fecha: 16/12/2019

Estimado docente,

A fin de cumplir con la nueva ley universitaria 30220 la cual exige que para la obtención del grado de bachiller los alumnos deberán presentar un Trabajo de Investigación, deberá consignar la siguiente información al término del ciclo/módulo académico.

TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:	PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL CULTIVO DE NARANJAS VALENCIANAS EN LOS FUNDOS DE CHANCHAMAYO - KIVINANAKI, 2019
COMENTARIO/ SUGERENCIAS/ RECOMENDACIONES/ OBSERVACIONES:	Idea innovadora que se puede aplicar en la agricultura Revisar cómo se puede bajar los Costos

RESULTADO DEL TRABAJO FINAL					
*CODCAR	CÓDIGO	ALUMNO	CORREO ELECTRÓNICO	TELÉFONO	**NOTA FINAL
ISE	180000430	Llaccharimay De la Cruz, Betsy Nataly	bnatalyld@gmail.com	966007604	17

Leyenda:

NOTA	CALIFICACION
13-15	Aprobado
16-18	Aprobado – Muy Buena
19-20	Aprobado – Sobresaliente

CODCAR	CARRERA
ISE	Ingeniería de Sistemas Empresariales
ISIG	Ingeniería de Sistemas de Información y Gestión - CPE
IEN	Ingeniería Económica y de Negocios
ANI	Administración de Negocios Internacionales
MYA	Marketing y Administración
ADM	Administración de Empresas
ADMC	Administración de Empresas - CPE

Finalmente, presentar el siguiente informe en señal de conformidad tomando en cuenta los criterios de evaluación para calificar este Trabajo de Investigación para optar el Grado de Bachiller.

Mg MARIO CÁCERES DEL CARPIO

*Este documento debe ser enviado por correo electrónico a smezab@cientifica.edu.pe

INDICE DE CONTENIDO

Tabla de contenido

INDICE DE CONTENIDO	3
Índice de tablas	5
Índice de figuras	6
INTRODUCCION	7
CAPITULO I: DESCRIPCION DEL PROBLEMA	8
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	8
1.2. Formulación del problema	9
1.3. Delimitación del problema	9
1.4. Objetivos del proyecto	10
1.5. Idea a defender.....	10
1.6. Justificación del proyecto.....	11
CAPITULO II: MARCO TEORICO	12
2.1. Antecedentes.....	12
2.2. Bases teóricas	14
2.3. Clorofila y nitrógeno.....	17
2.4. Índice de vegetación	17
2.5. Definiciones conceptuales.....	19
CAPITULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO	20
3.1. Arquitectura empresarial	20
3.2. Arquitectura de información (Datos)	27
3.3. Arquitectura de Negocios (Procesos).....	35
3.4. Arquitectura de Aplicación	41
3.5. Arquitectura Tecnológica	41
3.6. Factibilidad económica.....	46
3.7. Metodología para el desarrollo del proyecto.....	47
CAPITULO IV: RECURSOS Y CRONOGRAMA	49
4.1. Recursos	49
3.8. Cronograma.....	50

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
5.1. Conclusiones.....	50
3.9. Recomendaciones.....	51
CAPITULO VI: FUENTES DE INFORMACION	52
6.1. Referencias bibliográficas.....	52
ANEXO	54

Índice de tablas

Tabla 1: Efectos del nitrógeno por fase de desarrollo de las naranjas valencianas. Fuente: Yara Knowledge grows	15
Tabla 2: Tabla de prioridad de procesos. Fuente: Propia	27
Tabla 3: Caso de uso plan de vuelo. Fuente: Propia	28
Tabla 4: Caso de uso recolección de imágenes. Fuente: Propia	30
Tabla 5: Caso de uso análisis de imágenes. Fuente: Elaboración propia	32
Tabla 6 Descripción proceso fertilización. Fuente: Propia.....	38
Tabla 7: Descripción proceso de fertilización TOBE. Fuente: Propia.....	39
Tabla 9: Drone Matrice 100. Fuente: DJI Store.....	44
Tabla 11: Características del multicoptero. Fuente: DJI	45
Tabla 12: Descripción del sistema de alimentación eléctrica y el sistema de propulsión. Fuente: DJI	45
Tabla 13: Recursos. Fuente: Propia	47
Tabla 14: Descripción por fase. Fuente: Propia.....	48
Tabla 15: Cronograma. Fuente: Propia	49
Tabla 16: Tabla de recursos y costos. Fuente: Propia.....	49

Índice de figuras

Ilustración 1: Floración de naranjas. Fuente: Naranjas Casanova	15
Ilustración 2: Cuajado de naranjas. Fuente: Huerto Sinisterra.....	16
Ilustración 3: Crecimiento y maduración. Fuente: Famiagro	16
Ilustración 4: Guía para el diagnóstico foliar en naranja. Fuente: (Molina, E.).....	17
Ilustración 5: Índice de vegetación. Fuente: Agricolas.....	18
Ilustración 6: Reflectancia en plantas. Fuente: Tecnitop.com	19
Ilustración 7: Estados de salud de vegetación. Fuente: Tecnología Hortícola	19
Ilustración 8: Organigrama Fundo La Unión. Fuente: Propia	21
Ilustración 9: Área de estudio. Fuente: (J. Llaccharimay, 2019)	21
Ilustración 10: Precipitaciones. Fuente: Climate-Data.Org.....	22
Ilustración 11: Temperatura. Fuente: Climate-Data.Org	23
Ilustración 12: Tabla climática /Datos históricos del tiempo Pichanaki. Fuente: Climate-Data.Org	23
Ilustración 13: Mapa de Procesos Fundo La Victoria. Fuente: Propia	24
Ilustración 14: Caso de uso sistema de monitoreo. Fuente: Elaboración propia	27
Ilustración 15: Interfaz seleccionar dron. Fuente: Pix4DCapture.....	28
Ilustración 16: Interfaz seleccionar misión. Fuente: Pix4DCapture	29
Ilustración 17: Ajustar plan de vuelo. Fuente: Pix4DCapture	29
Ilustración 18: Iniciar vuelo. Fuente: PIX4DCapture	31
Ilustración 19: Supervisar plan de vuelo. Fuente: Pix4DCapture.....	31
Ilustración 20: Cargar resultados: Fuente: Pix4DCapture	32
Ilustración 21: Mapeo de imágenes. Fuente: Pix4D	33
Ilustración 22: Generar índices. Fuente: Pix4D.....	33
Ilustración 23: Marcar zonas. Fuente: Pix4D	34
Ilustración 24: Comparar pantallas. Fuente: Pix4D	34
Ilustración 25: Hacer anotaciones. Fuente: Pix4D.....	35
Ilustración 26: Exportar resultados. Fuente: Pix4D	35
Ilustración 27: ASIS Proceso de fertilización. Fuente: Propia	36
Ilustración 28: Tiempos y costos ASIS. Fuente: Propia.....	38
Ilustración 29: Proceso de fertilización con sistema de monitoreo (TOBE). Fuente: Propia	39
Ilustración 30: Tiempo y costos proceso fertilización (TOBE). Fuente: Propia.....	40
Ilustración 31: Línea de procesos sistema de monitoreo. Fuente: Propia	40
Ilustración 32: Sistema único de fundo La Unión. Fuente: Propia.....	41
Ilustración 33: Arquitectura tecnológica. Fuente: Propia.....	42
Ilustración 34: Índice de vegetación NDVI. Fuente: MicaSense.....	42
Ilustración 35: Partes de RedEdge MX MicaSense. Fuente: MicaSense, 2019.....	43
Ilustración 36: Dron DJI F450. Fuente: DJI.....	44
Ilustración 37: Flujo de trabajo de herramientas de monitoreo. Fuente: Propia.....	46
Ilustración 38: Flujo de caja. Fuente: Propia.....	47
Ilustración 39: Cronograma de proyecto. Fuente: Propia.....	50
Ilustración 40: Fundo la unión. Fuente: Google Earth	54
Ilustración 41: Delimitación de Fundo la Unión. Fuente: Propia y Google Earth	54
Ilustración 42: Plan de vuelo. Fuente: Propia y Google Earth.....	55
Ilustración 43: Área con índice NDVI. Fuente: Google Earth y propia.....	55

INTRODUCCION

Hoy en día, el avance tecnológico ha dado un giro total a la forma en que estamos acostumbrados a realizar nuestras actividades. Esto significó cambios importantes en nuestra vida cotidiana, ya que, la conexión a internet de los diferentes objetos que usamos a diario, como la ropa, TV, lavadoras e incluso la cafetera de todas las mañanas, revolucionará la forma en que usamos dichos objetos. Esto nos permitirá recopilar información, transmitirla, tomar decisiones, y compartirlo desde cualquier cosa que nos rodea, incluso sin que nos demos cuenta. La tecnología y la innovación son aliados estratégicos y una de sus mejores aplicaciones está empezando a realizarse en la agricultura. Esta combinación puede ayudar a las explotaciones agrícolas a ser más productivas, tener un mayor control de los recursos, disminuir costos, disminuir riesgos, ser sostenibles, entre otros más beneficios. En el Perú la agricultura es una parte importante en la economía nacional e implementar tecnología en ella nos traerá resultados de mayor productividad y eficiencia.

Tecnología y agricultura significa insertar sensores, analizar imágenes, evaluar calidad de los suelos, aire, temperatura y otros factores a través de herramientas tecnológicas que ayudaran al agricultor a tomar decisiones importantes que mejoraran la productividad de sus plantaciones y en consecuencia traerán mejores ganancias para ellos. Por otro lado, estos sensores e imágenes deben ser complementados con un sistema de monitoreo que ayudará a visualizar el estado de las plantaciones en tiempo real y a partir de ello tomar decisiones significativas que permitirán el aumento de la productividad para los agricultores. Con esto, los agricultores tendrán información continua de sus cultivos y también podrán manejar el trabajo de los sensores y demás tecnología implementada. Es por ello que en esta investigación estudiaremos la influencia de un sistema de monitoreo en la mejora de la productividad en el cultivo de naranjas valencianas en los fundos de Chanchamayo – Kivinaki.

CAPITULO I: DESCRIPCION DEL PROBLEMA

1.1.Descripción de la realidad problemática

1.1.1. Problemática internacional

Las naranjas valencianas son frutas provenientes de España, de la ciudad de Valencia para ser específicos. Aquí se sitúa la problemática que la Asociación Valenciana de Agricultores (AVA) explica que existe una baja rentabilidad, ya que, según sus datos el coste de producción es aproximadamente de unos 0.20-0.22€/kg mientras que el precio de venta de sus productos entre 0.12-0.15€/kg, lo cual, origina pérdidas y obliga a los agricultores a abandonar sus campos de cultivos o buscar otras formas de ganar más dinero. Muchos de los agricultores aún mantienen sus cultivos a pesar de las pérdidas y esto se debe al valor sentimental u otros motivos como el lavado de dinero negro, sin embargo, esto solo lo trabajan por tiempo parcial, ya que, en su tiempo completo son profesores, doctores o periodistas. (Dura, 2015)

1.1.2. Problemática Nacional

En la selva central del Perú existen muchos productores de Naranjas valencianas, entre ellos se encuentra Paulina De la Cruz, quien explica los beneficios de las naranjas provenientes de su ciudad, sin embargo, algo importante que resalta en las naranjas valencianas es que estas le genera ganancias significativas vendiéndolas directamente al usuario final en Lima, mientras que vendiéndola en su pueblo no es tan rentable. (De la Cruz, 2019).

Los campos de naranjas valencianas son cultivados de acuerdo al aprendizaje que los agricultores van obteniendo a medida que pasan tiempo en sus campos y a partir de la transmisión de conocimiento que le dan sus progenitores. En ocasiones son asesorados por algún ingeniero agrónomo que contratan para analizar los suelos y otras actividades que les ayudará a tomar decisiones en sus cultivos. Esta forma de trabajar origina baja productividad en las plantaciones de naranjas, ya que, se torna necesario el uso de más recursos de los que realmente se necesita como el agua, pesticidas, fertilizantes, abonos y otros productos químicos útiles para enriquecer las plantas y que además no son amigables con el medio ambiente y resultan ser poco sostenibles.

El precio de las naranjas en el mercado normalmente oscila entre S/. 0.50 y S/.1.00 sol el kilo, lo cual, genera poca ganancia en comparación con el costo de inversión para la producción del cultivo. Por otro lado, la agricultura en el Perú es una de las principales actividades que impulsan el desarrollo del país. Por ello, es necesario ayudar a sobretodo a los pequeños agricultores quienes solo se apoyan en la sabiduría de sus anteriores y que además tiene bastante potencial para aprovechar.

En base a esto se considera que el tema seleccionado ayudara a los agricultores de naranjas valencianas a mejorar su productividad, reducir sus costos y competir en muchos mercados especializados, todo ello a partir de sensores, dispositivos tecnológicos y análisis de datos.

1.2.Planteamiento del problema

1.2.1. Problema General

¿De qué manera contribuye la propuesta de implementación de un sistema de monitoreo en la mejora de la productividad en el cultivo de naranjas Valencianas en los fundos de Chanchamayo - Kivinaki?

1.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿De qué manera contribuye la propuesta de implementación de un sistema de monitoreo en la reducción del impacto ambiental en naranjas Valencianas en los fundos de Chanchamayo - Kivinaki?
- b) ¿De qué manera contribuye la propuesta de implementación de un sistema de monitoreo en la disminución de costos por fertilizantes en el cultivo de naranjas Valencianas en los fundos de Chanchamayo - Kivinaki?

1.3.Delimitación del problema

1.3.1. Lugar

El lugar donde se desarrolla el presente trabajo de investigación, es el sector agrícola de fundos perteneciente a los pobladores del centro poblado San Fernando de Kivinaki de la provincia de Chanchamayo. Específicamente en el

Fundo La Unión, ubicado en Puerto Huachiriki, el cual pertenece a uno de los pobladores del pueblo ya mencionado.

1.3.2. Tiempo

El proceso de la investigación se realizará desde agosto del 2019 hasta el mes de diciembre del 2019.

1.4. Objetivos del proyecto

En la presente investigación con título de diseño de un sistema de monitoreo en la mejora de la productividad en el cultivo de naranjas valencianas en los fundos de Chanchamayo – Kivinaki, que se realiza para mejorar la productividad reduciendo costos, para lo cual, se propondrán tecnologías para el monitoreo del cultivo.

1.4.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la propuesta de implementación de un sistema de monitoreo en la mejora de la productividad en el cultivo de naranjas valencianas en los fundos de Chanchamayo – Kivinaki.

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Analizar la influencia de la propuesta de implementación de un sistema de monitoreo en la reducción del impacto ambiental en naranjas valencianas en los fundos de Chanchamayo – Kivinaki.
- b) Explicar la influencia de la propuesta de implementación de un sistema de monitoreo en la disminución de costos por fertilizantes en el cultivo de naranjas valencianas en los fundos de Chanchamayo – Kivinaki.

1.5. Idea a defender

Con el apoyo de un sistema de monitoreo se contribuye a un adecuado mantenimiento de los fundos en cuanto a fertilización y riego de las plantas de naranjos, permitiendo así reducir costos usando únicamente los insumos necesarios, por lo tanto, ayuda a los agricultores a obtener más ganancias en comparación con la rentabilidad presente.

1.6. Justificación de la investigación

1.6.1. Justificación social

La investigación permitirá ayudar a los agricultores de naranjas valencianas a obtener mayor rentabilidad a través del uso de nuevas herramientas tecnológicas con el que además aprenderán nuevas formas de cultivar, en consecuencia disminuirán costos con el que alcanzarán el objetivo indicado al inicio del párrafo.

1.6.2. Justificación práctica

La investigación permitirá mejorar la productividad de los campos agrícolas sembrados con plantas de naranjos a partir de la toma y procesamiento de datos que permitirán al agricultor tomar decisiones acertadas para conseguir mayor rentabilidad y que además ayudará a reducir y eliminar los riesgos que se produzcan antes de que el daño sea potencial.

1.6.3. Justificación tecnológica

Esta solución permitirá el uso de las nuevas tecnologías que van surgiendo en el mercado con son los sensores multiespectrales, drones construidos específicamente para el sector agrícola y software de análisis que permitirá el procesamiento de los datos. Con estos se resolverá problemas como la baja productividad, cultivos de baja calidad, altos costos de cultivo, alto impacto en el medio ambiente, poca sostenibilidad en el cultivo, entre otros.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedente internacional

“Sistema de Internet de las Cosas (IoT) para el monitoreo de cultivos protegidos” es una investigación desarrollado en el año 2017 por Jorge E. Gómez y otros colegas en la Universidad de Córdoba – Córdoba siendo motivados por la exigencia de tener mejores métodos para el manejo de la producción de los campos de cultivo, promover nuevos conjuntos de actividades y métodos más competentes para el control de la agricultura, y así mismo, lograr mejorar la calidad y promover el ahorro de los recursos usados en el proceso productivo del cultivo de diferentes productos a partir de un sistema basado en IOT para el seguimiento de cultivos protegidos. Este sistema tiene la posibilidad de obtener datos e información acerca del progreso y crecimiento de los cultivos. Los datos recopilados son procesados y analizados por el usuario con el propósito de que el agricultor pueda tomar decisiones acertadas en base a información verídica almacenada en el sistema. Entre los resultados se puede verificar que el sistema da como resultado información del avance del crecimiento de los cultivos, apoyando con esto en la tarea del manejo de los campos de cultivo.

(Colorado, 2017) Para el investigador Hernando Colorado, el uso de los drones y los sensores para la agricultura ayuda a reducir significativamente el impacto medioambiental y con esto también los costos de producción. Evidencia que los RPAS son necesarios pues ayudan a tomar decisiones para el proceso productivo en cuanto al costo de fertilizantes y pesticidas, los cuales, son elementos necesarios para las plantas, sin embargo, al mismo tiempo afectan al medio ambiente, por lo que, echar la cantidad optima ayudara a la reducción del impacto medioambiental y a los costos que significa esto. Con estos beneficios se genera también mayores ganancias y mejora el estándar de vida de los agricultores y su entorno. Sin embargo, al ser esta una nueva tecnología se tiene una incertidumbre en la adopción por parte de los agricultores, por ello también propone fomentar programas de formación, capacitación y concientización hacia los agricultores y explicar acerca de los beneficios del uso de estos elementos. Esta investigación fue realizada en Colombia, en el año 2017 y el título de la

misma es “EL USO DE DRONES Y SU IMPACTO EN LA RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL DE LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN EN COLOMBIA”.

(Mitsikostas, 2017) En su trabajo de investigación titulado “Monitorización y Optimización de tierras con drones y fotogrametría aérea para aplicaciones de precisión en agricultura” explica como la agricultura de precisión apoyada de drones y sensores que miden diferentes aspectos de las plantas para poder realizar una aplicación variable de insumos. El propósito de esta investigación fue mejorar sus ingresos económicos de los agricultores aumentando la productividad de sus cultivos. Aquí se mostró el uso del sensor MicaSense con un quadcoptero, en donde se analizaron imágenes de un terreno del que se obtuvieron indicadores para monitorizar el área de donde se obtuvieron diferentes resultados de las 5 bandas que tiene el sensor de MicaSense. Las imágenes muestran las áreas que necesitan de mayor cuidado y realizar un proceso de corrección para plantas afectadas. Se concluye que se debe tener un porcentaje de 70% para que se defina el proyecto exitoso, después de revisarlo con expertos agrónomos y agricultores.

2.1.2. Antecedente nacional

“Evaluación de la sustentabilidad de fincas productoras de naranja (*Citrus sinensis*) variedad Valencia en la provincia de Chanchamayo, Junín, Perú” es una investigación elaborada por Wilfredo Ruiz Camacho y colegas en el año 2018 en Perú - Chanchamayo. El objeto del trabajo es determinar la sustentabilidad de los campos de cultivo de naranjas valencianas en Chanchamayo - Perú. Para esto se utilizaron diferentes indicadores. La población es de 2200 agricultores de naranjas valencia y muestra de 135. Se obtuvo como resultados que existe nivel bajo de organización, dependencia de recursos externos, poca variedad de cultivos, reducidas técnicas de cultivo, no existe preocupación por el medio ambiente. Todo ello se obtuvo a través de encuestas.

“Diseño e implementación de un algoritmo para el registro de imágenes aéreas ortorectificadas aplicado en la supervisión agrícola” en donde se desarrolló un sistema de recopilación de imágenes mediante drones para el área de la agricultura. Este sistema ayudará a obtener imágenes de toda el área de cultivo. La investigación fue realizada el año 2015 en la ciudad de Lima por el alumno Andrés Flores Espinoza de la PUCP. El desarrollo del sistema permite implantar relaciones geométricas con un bajo margen de error para imágenes

aéreas con diferentes tipos de escenarios y es útil en su totalidad para la agricultura de precisión, obteniendo información útil para el agricultor y los cultivos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Monitoreo e indicadores

Monitoreo se refiere al procedimiento que ayuda a dar seguimiento a los diferentes cambios que se dan en un proceso con el paso del tiempo. Por otro lado, los indicadores significan aquella información que queremos obtener, medir, y manejar. Por lo general, los indicadores son información relevante para las empresas y organizaciones y pueden mejorar sus procesos principales si se manejan adecuadamente. Estos dos elementos son variables que se complementan entre sí y ayudan a tomar decisiones efectivas con respecto a los datos e información obtenida a través del procedimiento.

La utilidad de las nuevas soluciones tecnológicas vinculadas con el IoT y la agricultura, ha permitido que con estos instrumentos se pueda llegar a organizar y vigilar los diferentes tipos de cultivos. También, la evolución de diferentes técnicas de cultivo (Popovic, 2017).

2.2.2. Fertilización en naranjas

El plan de fertilización se debe realizar con relación al estudio de suelo del campo y las necesidades nutricionales (Se debe resaltar que la fase donde más nutrientes necesita la planta, es en la etapa de floración, debido al brote de nuevos frutos y hojas). A partir de un análisis inicial, se calcula la cantidad de fertilizante que es necesario para el terreno; esto con el objetivo de traer a buen camino la acidez e intensificar en el terreno el contenido de bases totales. Luego se adecuará regularmente el plan de fertilización en base a los nuevos análisis de suelo. Por o Por otro lado, la necesidad de cada planta de cítrico depende de la variedad de la misma, ya que, cada una tiene diferentes necesidades en cuanto a micronutrientes y diferentes capacidades de absorber los micronutrientes. De esta manera que los arboles injertados son más resistibles y duraderos, ya que, estos ya tienen una adaptación realizada. (Corporación Universitaria Lasallista, 2012) citado por (DANE, 2016)

Fases de la naranja	Efecto del fertilizante
Aparición de flores	Mejora el rendimiento de la planta.

Aparición de fruto	Sostiene el desarrollo de la planta (foliar, floración y cuajado)
Alcance de tamaño y maduración	Preserva y aumenta algunas características del fruto (grosor de la cascara y acidez)
Después de la cosecha	Estimula la brotación foliar.

Tabla 1: Efectos del nitrógeno por fase de desarrollo de las naranjas valencianas. Fuente: Yara Knowledge grows

- **Floración:** Es una etapa clave para la producción. Significa la aparición de flores en las plantas de naranjos, los cuales, posteriormente se convertirán en frutos. Esta es una flor blanca, carnosa y aromática que al igual que la planta, es muy sensible a la temperatura, por lo que, el frío hace que se retrase la floración mientras que el exceso de calor contribuye a la caída de las flores. Los naranjos habitualmente florecen dos



Ilustración 1: Floración de naranjas. Fuente: Naranjas Casanova

veces al año y lo hacen por sectores. Estas flores se mantienen en el árbol por 1 mes, luego pasa al proceso de cuajado. Los naranjos valencia tienen la capacidad de tener dos procesos a la vez, florear mientras sus frutos se encuentran en proceso de maduración.

- **Cuajado:** El proceso de cuajado es la transición que ocurre cuando la flor del naranjo se convierte en fruto en desarrollo.



Ilustración 2: Cuajado de naranjas. Fuente: Huerto Sinisterra

- Crecimiento del fruto y maduración: Es el proceso en el cual el fruto se encuentra en constante desarrollo, cambiando su tamaño hasta alcanzar el adecuado y pasando de color verde a naranja. El crecimiento total y maduración fruto se da en 12 a 15 meses.



Ilustración 3: Crecimiento y maduración. Fuente: Famiagro

- Post cosecha: Es el proceso consiguiente a la recolección de los frutos. Aquí es necesario los nutrientes para preparar al árbol para la próxima floración.

Síntomas de deficiencia de nitrógeno en naranjas valencianas:

El nitrógeno es un elemento fundamental para el crecimiento vegetativo y también para el proceso de formación de proteínas. La carencia produce que las hojas de la planta se tornen de un color verde claro o amarillo. Por otro lado, el exceso de nitrógeno produce una menor resistencia a las plagas y enfermedades, y retardo en la maduración. (Martínez & Gómez, 2015). Otros efectos del exceso de este elemento se observa en el gran desarrollo de la planta, obteniendo con esto hojas muy verdes, mientras que en los frutos produce una piel realmente gruesa con bajas cantidades de zumo y vitamina C.

El nitrógeno es uno de los recursos más importantes en el plan de fertilización. Este elemento tiene gran influencia en el crecimiento, la floración, y la productividad de la planta. Esto también se puede notar en la calidad del fruto. (Plúa, 2016)

Cuando las plantas tienen poca cantidad de nitrógeno podemos notar que las hojas de las plantas reducen su tamaño y tienden a tornarse de color amarillo. En especial esto se ve notablemente en las hojas de los frutos que recién han brotado. (Plúa, 2016)

Elemento	Rango Deficiente	Bajo	Optimo	Alto	Exceso
N %	2.2	2.2-2.3	2.4-2.6	2.7-2.8	2.8
P %	0.09	0.09-0.11	0.12-0.15	0.17-0.29	0.3
K %	0.4	0.4-0.7	0.7-1.1	1.1-2.0	2.4
Ca %	1.5	1.5-2.9	3.0-5.5	5.6-5.9	7.0
Mg %	0.15	0.15-0.25	0.26-0.6	0.7-1.1	1.2
S %	0.14	0.14-0.19	0.2-0.3	0.4-0.5	0.5
B mg/kg	21	21-30	31-100	101-260	260
Fe mg/kg	35	35-59	60-100	130-200	250
Mn mg/kg	16	16-24	25-200	300-500	1000
Zn mg/kg	16	16-24	25-100	110-200	300
Cu mg/kg	3.6	3.6-4.9	5-15	17-22	100

Ilustración 4: Guía para el diagnóstico foliar en naranja. Fuente: (Molina, E.)

2.3. Clorofila y nitrógeno

Existe una estrecha relación entre la clorofila y nitrógeno de las plantas. El nitrógeno es un componente importante para la formación de clorofila, por lo tanto, cuando existe una carencia de nitrógeno en las hojas de las plantas, también hay una disminución de clorofila. (Caldentey, 2017)

Existen métodos para medir el nitrógeno en las plantas y suelo, sin embargo, estos pueden resultar destructivo para la planta, además de ser costosos y tardar varios días para obtener los resultados. De esta manera determinamos que los métodos indirectos nos dan la posibilidad de obtener información de forma rápida y sin la necesidad de hacer daño a las plantas. Uno de estos métodos es el registro de fotografías aéreas, es decir, mediante drones. El cual es una buena alternativa para obtener el estado de las plantas de manera rápida (Caldentey, 2017)

2.4. Índice de vegetación

El NDVI es un índice que se utiliza para observar el estado de salubridad de las plantas (vegetación) a través de la medición de la intensidad de radiación en las bandas necesarias.

Los valores de este índice varían desde -1 a 1. Las superficies con en donde existe vegetación y suelo desnudo arrojan valores positivos, mientras que las áreas donde se encuentra agua presentan valores negativos. (Soubry, 2016)

Por lo tanto, un valor bajo, es un índice de enfermedad o estrés de la planta. (Soubry, 2016)

El NDVI_{re}, es el índice de vegetación del sensor multiespectral MicaSense RedEdge, es el más competente para poder observar y analizar el contenido de clorofila en las naranjas valencianas. (Soubry, 2016)

Calcular el NDVI:

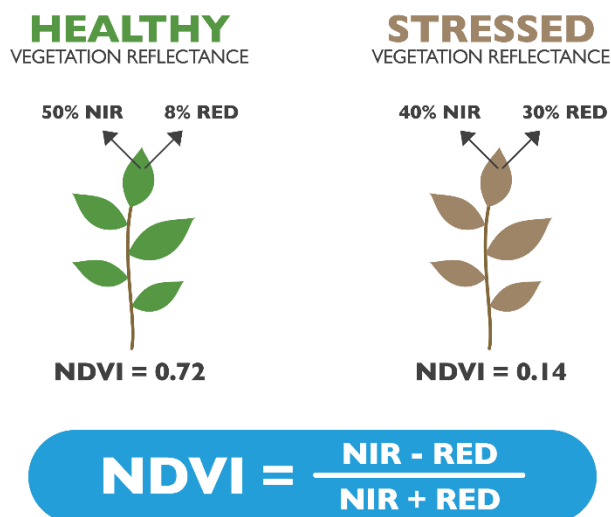


Ilustración 5: Índice de vegetación. Fuente: Agricolus

Green Vegetation Reflectance

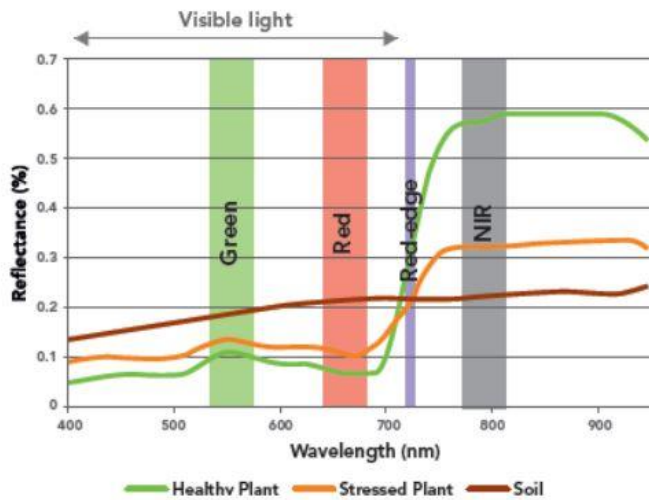


Ilustración 6: Reflectancia en plantas. Fuente: Tecnitop.com

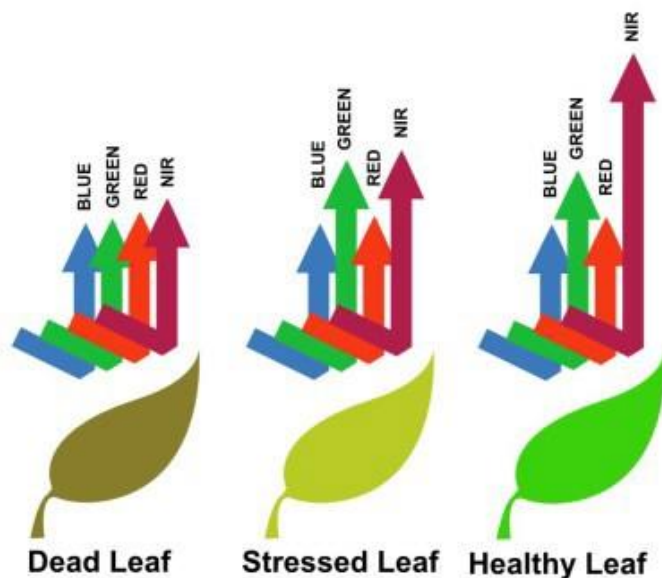


Ilustración 7: Estados de salud de vegetación. Fuente: Tecnología Hortícola

2.5. Definiciones conceptuales

Glosario:

- Pesticidas: Se llaman así a las sustancias que se encargan de destruir, prevenir, repeler, o mitigar alguna plaga.
- Fertilizante: Es un micronutriente o una combinación de micronutrientes que ayudan en el desarrollo y el cuidado de las plantas.

- NDVI: Es el índice de vegetación, con el cual, se calcula el estado saludable de las plantas.

2.6. Entrevista de aceptación

Más que una encuesta se hizo una entrevista, en donde en primer lugar se mostró y explico la idea del sistema de monitoreo, mostrando los precios y beneficios. En primera instancia, el proyecto estaba siendo visualizado con un dron DJI Matrice 100, que es el más popular para usarlo con el sensor multiespectral MicaSense, sin embargo, el costo de esta herramienta es bastante elevado, por lo que, creyeron que no era muy buena idea arriesgar en herramientas de primera y bastante caras para una primera implementación. Por lo que, se buscó otras opciones para disminuir el costo de implementación y finalmente cambiamos de dron al DJI F450 que el costo es mucho menor.

CAPITULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1. Arquitectura empresarial

3.1.1. Misión

Cultivar productos de la más alta calidad, garantizando la responsabilidad con el medio ambiente e impulsando el fortalecimiento constante en el continuo aprendizaje de los agricultores colaboradores para mejorar continuamente y ofrecer cada vez mejores productos para el cliente peruano y extranjero.

3.1.2. Visión

El fundo La Unión se proyecta en los siguientes 5 años nos consolidaremos como uno de los fundos con mayor productividad y productos de alta calidad, siendo exportadores de nuestras naranjas valencianas a diferentes puntos del extranjero. Lo cual se pretende alcanzar con el constante aprendizaje e innovación por parte de los agricultores.

3.1.3. Organigrama



Ilustración 8: Organigrama Fundo La Unión. Fuente: Propia

3.1.4. Área de investigación

El trabajo se desarrolló en el campo de cultivo La Unión (Ilustración 9), ubicado en la zona llamada Huachiriki, perteneciente a la provincia de Pichanaki. Se trabajará en esta área debido a la facilidad de obtención de información y a las condiciones favorables que presenta.

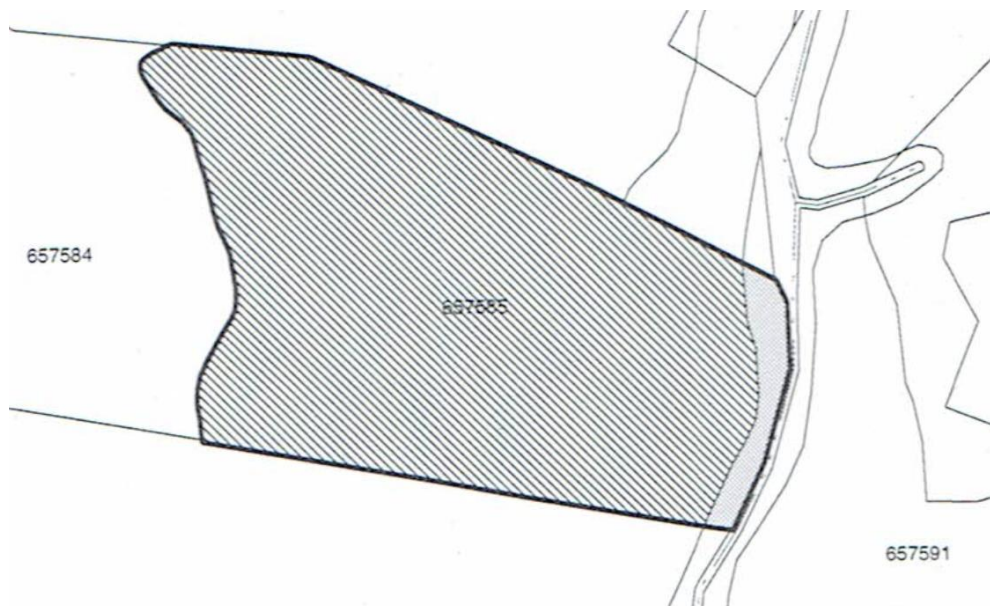


Ilustración 9: Área de estudio. Fuente: (J. Llacchuarimay, 2019)

3.1.5. Descripción del área de estudio

Las naranjas crecen en climas subtropicales, por lo que el clima que requieren debe ser cálido, esto quiere decir que la temperatura de la zona que albergara estos cultivos debe oscilar entre 12,7° Celsius a 37,7° Celsius. El clima es un factor importante para los naranjos, ya que, determina el éxito de las plantas y la calidad de los cítricos. Por otro lado, el agua y el suelo son factores que tienen que ver con la productividad. Es por ello, que las temperaturas menores a 0° Celsius son realmente peligrosas para los naranjos, ya que, puede llegar hasta matar a los árboles, si se mantiene por largos periodos.

Es así que, el efecto de las temperaturas altas durante el día, en las frutas, disminuye su acidez, esto quiere decir que las temperaturas altas favorecen en la producción de azúcar, por lo tanto, el fruto será más dulce. Por otro lado, las temperaturas medias fomentan mayor síntesis de carbohidratos y las temperaturas menores a 13°C que se dan durante el día, provocan que el fruto que se encuentra en la fase de maduración realice el cambio de color.

Ahora se mostrará el clima de nuestra área de estudio, con lo que corroboraremos que los requisitos expuestos anteriormente coinciden con las temperaturas mostradas a continuación.

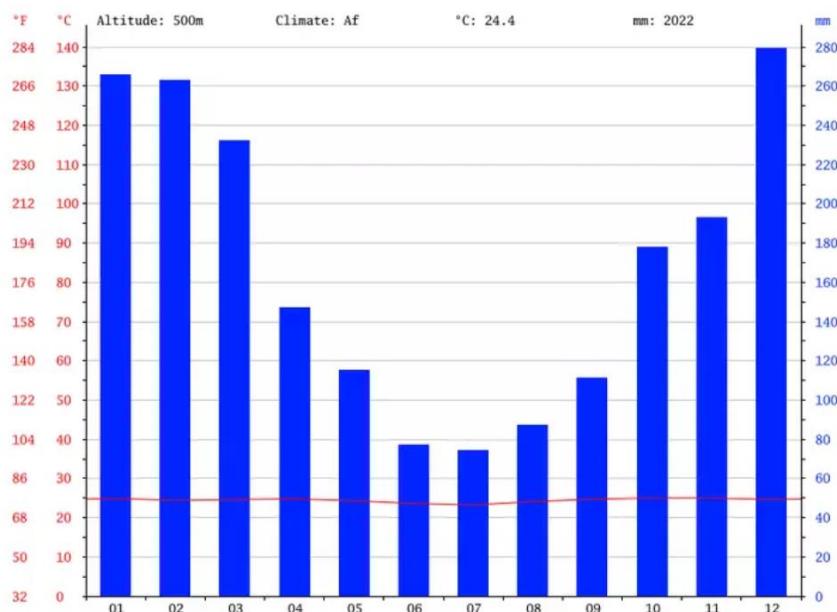


Ilustración 10: Precipitaciones. Fuente: Climate-Data.Org

En el eje X podemos observar los meses del año en representación numérica siendo 01 igual a enero y 12 igual a diciembre y en el eje Y por el lado izquierdo las cantidades que representan la cantidad de precipitación.

La precipitación más baja es en el mes de julio. La mayor parte de la precipitación en este lugar se da en diciembre, promediando 279 mm.

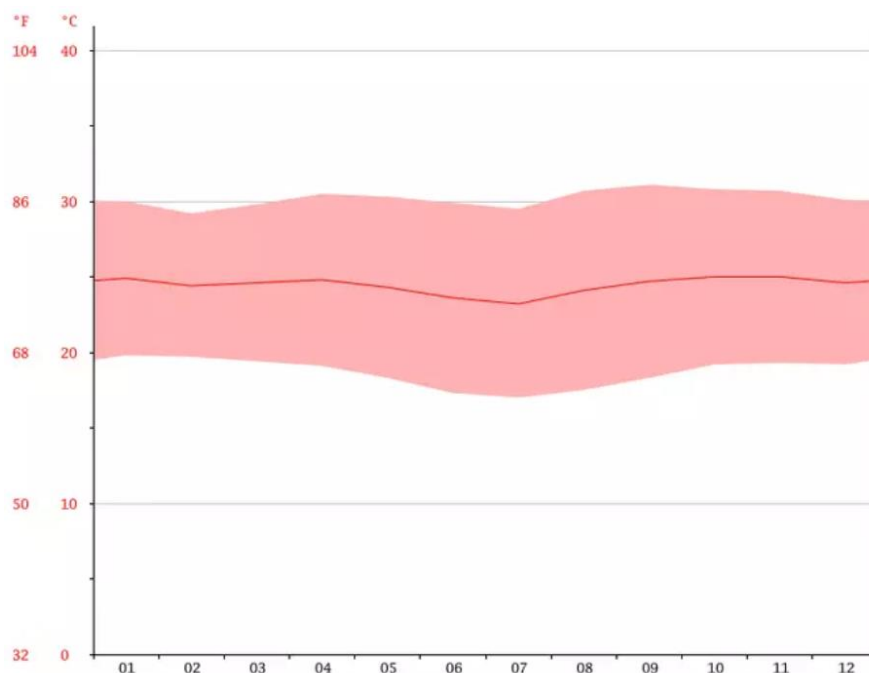


Ilustración 11: Temperatura. Fuente: Climate-Data.Org

En el eje X podemos observar los meses del año en representación numérica siendo 01 igual a enero y 12 igual a diciembre y en el eje Y por el lado izquierdo las temperaturas tanto en Celsius como en Fahrenheit.

Temperatura media (°C)	24.9	24.4	24.6	24.8	24.3	23.6	23.2	24.1	24.7	25	25	24.6
Temperatura mín. (°C)	19.8	19.7	19.4	19.1	18.3	17.3	17	17.5	18.3	19.2	19.3	19.2
Temperatura máx. (°C)	30	29.2	29.8	30.5	30.3	29.9	29.5	30.7	31.1	30.8	30.7	30.1
Temperatura media (°F)	76.8	75.9	76.3	76.6	75.7	74.5	73.8	75.4	76.5	77.0	77.0	76.3
Temperatura mín. (°F)	67.6	67.5	66.9	66.4	64.9	63.1	62.6	63.5	64.9	66.6	66.7	66.6
Temperatura máx. (°F)	86.0	84.6	85.6	86.9	86.5	85.8	85.1	87.3	88.0	87.4	87.3	86.2
Precipitación (mm)	266	263	232	147	115	77	74	87	111	178	193	279

Ilustración 12: Tabla climática /Datos históricos del tiempo Pichanaki. Fuente: Climate-Data.Org

3.1.6. Mapa de proceso



Ilustración 13: Mapa de Procesos Fundo La Victoria. Fuente: Propia

3.1.7. Análisis de mapa de procesos

a) Procesos estratégicos:

Planeación

- **Objetivo:** Dirigir, organizar y planear el adecuado desarrollo del campo de cultivo para garantizar una buena cosecha y calidad en los productos.
- **Alcance:** Inicia con la planeación de actividades y recursos necesarios para la producción y cosecha de las rutas. Incluye actividades como: Definir fechas de fertilización, limpieza y poda de las plantas, riego, cosecha y materiales e insumos que se usaran en estas actividades.

b) Procesos Misionales:**Siembra**

- **Objetivo:** Garantizar y obtener plantas sanas y con buen crecimiento.
- **Alcance:** Inicia con la elección y la compra de la planta de algún vivero local o extraerlo del vivero propio con naranjos injertados para luego trasplantarlo de bolsa a la tierra y darle el cuidado adecuado para un buen crecimiento.

Fertilización

- **Objetivo:** Abastecer de nutrientes a las plantas para garantizar buenas cosechas.
- **Alcance:** Inicia con la determinación de la cantidad de fertilizante que se echará en las plantas, para esto en ocasiones se realiza un análisis de suelo en la que se verifica la cantidad de nutrientes, de lo contrario se hecha la cantidad definida por el agricultor. Luego se compra y vierte el fertilizante en los naranjos.

Riego

- **Objetivo:** Mejorar la producción de los naranjos.
- **Alcance:** Empieza con el establecimiento de la hora para el riego por parte del agricultor, para luego hacer funcionar el sistema y apagarlo después del tiempo que crea que es suficiente.

Mantenimiento (Limpieza)

- **Objetivo:** Mantener adecuadamente limpio el campo y las plantas para garantizar el buen crecimiento y producción de los naranjos.
- **Alcance:** Empieza verificando las plantas que necesitan ser podadas o sacarle las malas hierbas y las áreas que se encuentran con hierbas altas o que impiden su fácil acceso y le quita nutrientes a los naranjos. Luego se procede a limpiar

con machete o macheteadoras el campo y con tijeras o serrucho a podar las plantas y quitarle las malas hierbas.

Cosecha

- **Objetivo:** Obtener los frutos maduros de las plantas de naranjos y evitar que se suelten de la planta y se echen a perder en el suelo.
- **Alcance:** Se define el tiempo en el que se cogerán las frutas, se contrata el personal adecuado para la actividad. Las frutas son llenadas en sacos i jabas y luego son puestas en un camión para su venta o distribución.

c) Procesos de Apoyo:

Gestión de Talento Humano

- **Objetivo:** Obtener personas que apoyaran en el cuidado del campo de cultivo, cosecha y demás actividades necesarias para el mantenimiento de la chacra.
- **Alcance:** Definir la actividad que se ejecutará, la cantidad de personal que se necesitará y contratar a las personas.

Compras

- **Objetivo:** Obtener los insumos, herramientas y materiales necesarios para mantener y garantizar el buen desarrollo y producción de las plantas de naranjos.
- **Alcance:** Definir las herramientas necesarias para las actividades, definir los insumos y materiales necesarios, buscar proveedores y realizar las compras en los mejores teniendo en cuenta la calidad del producto.

Gestión Financiera

- **Objetivo:** Garantizar el adecuado manejo financiero necesario para el desarrollo de la chacra.

- Alcance: Realizar el pago a los personales que trabajan en las diferentes actividades, destinar el dinero para los materiales, insumos y herramientas y encontrar el mejor comprador para vender las naranjas valencianas.

3.1.8. Prioridad de procesos

Tabla 2: Tabla de prioridad de procesos. Fuente: Propia

Proceso	Valor en el cultivo	Clave en la productividad	Total
Planeación	6	5	11
Siembra	8	5	13
Fertilización	8	9	17
Riego	8	7	16
Mantenimiento	7	8	15
Cosecha<	1W	5	12
Gestión de Talento Humano	6	5	11
Compras	7	4	11
Gestión Financiera	6	5	11

3.2.Arquitectura de información (Datos)

3.2.1. Caso de uso

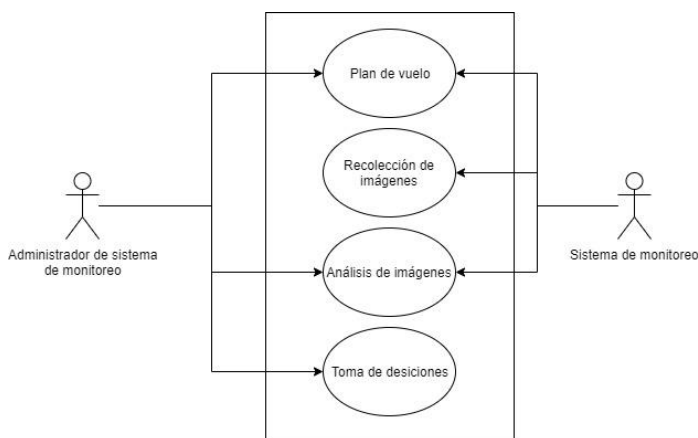


Ilustración 14: Caso de uso sistema de monitoreo. Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Detalle de caso de uso plan de vuelo

Tabla 3: Caso de uso plan de vuelo. Fuente: Propia

Ítem	Detalle
Id	SM001
Nombre	Plan de vuelo
Usuario	Administrador sistema
Detalle	El administrador establece la ruta de vuelo en la plataforma Pix4D Capture.
Flujo Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar el dron 2. Seleccionar una misión 3. Ajustar el plan de vuelo y los parámetros del dron
Flujo Alternativo	<p>Respecto al punto 2:</p> <p>Si ninguna de las misiones predefinidas en el Pix4D Capture se ajusta a las necesidades, se puede crear un plan de vuelo personalizado.</p>

Interfaces

1. Seleccionar el dron

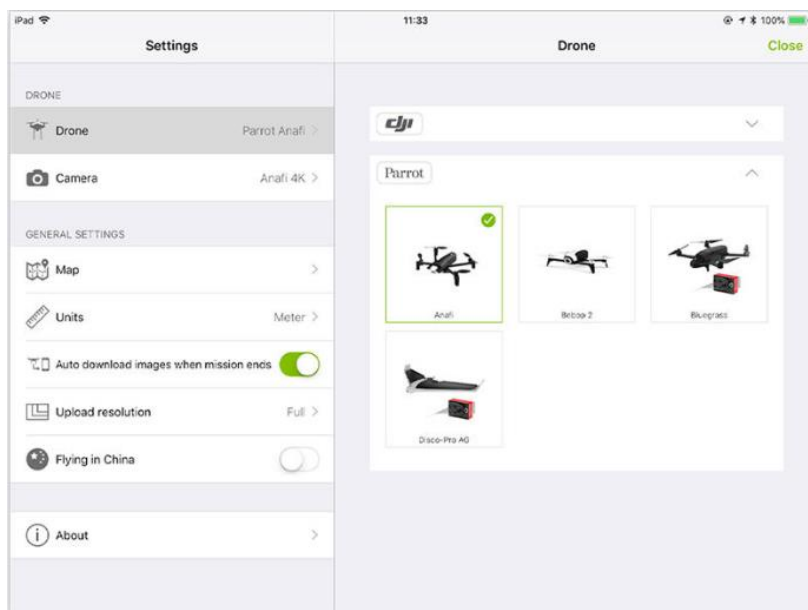


Ilustración 15: Interfaz seleccionar dron. Fuente: Pix4DCapture

2. Seleccionar una misión

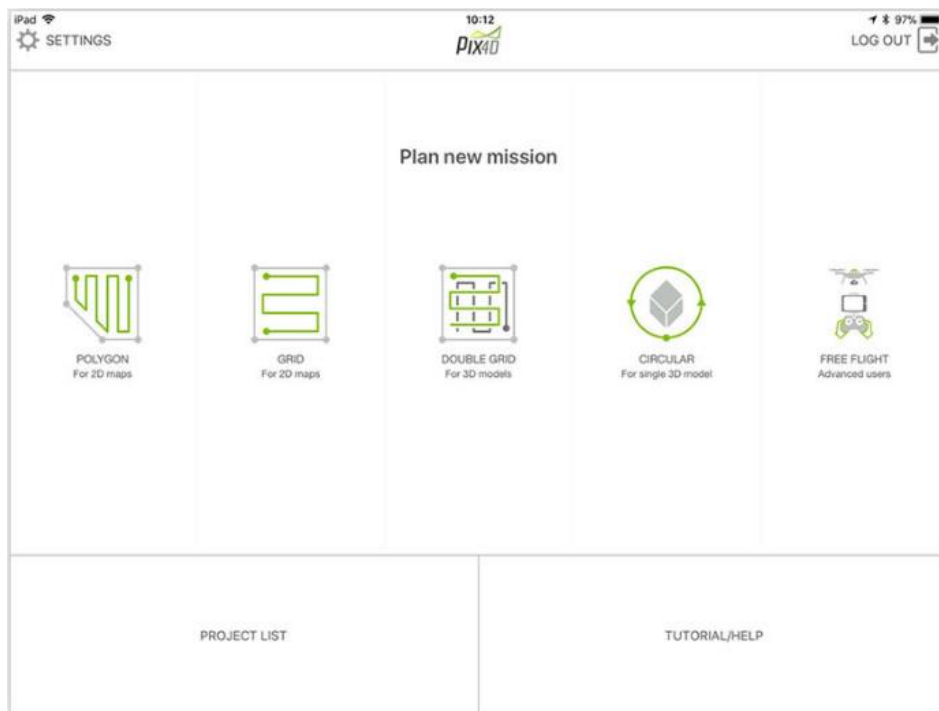


Ilustración 16: Interfaz seleccionar misión. Fuente: Pix4DCapture

3. Ajustar el plan de vuelo y los parámetros del dron

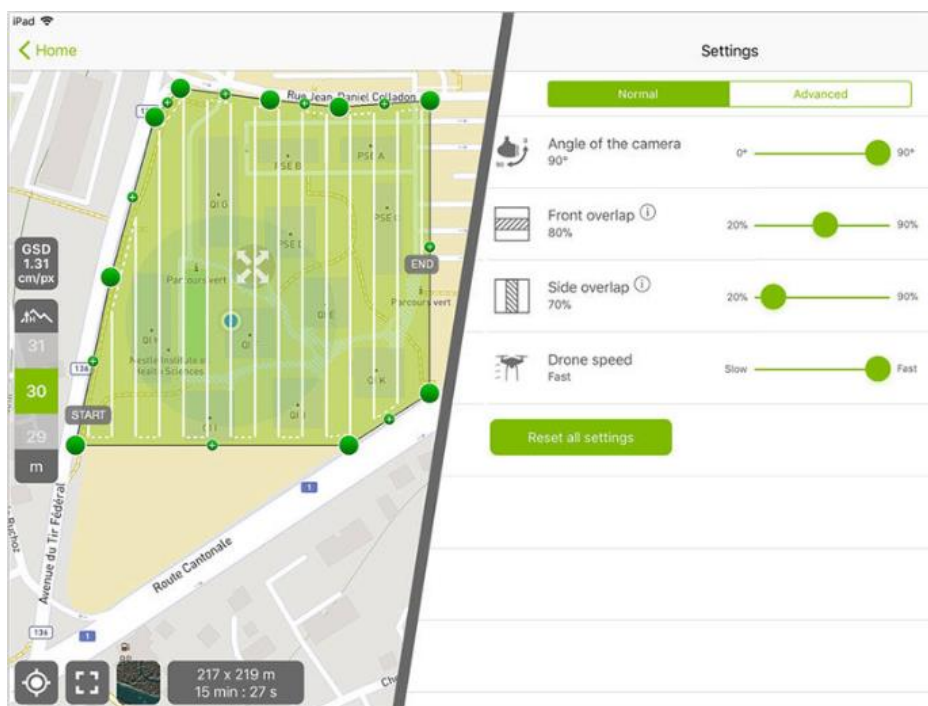


Ilustración 17: Ajustar plan de vuelo. Fuente: Pix4DCapture

3.2.3. Detalle de caso de uso recolección de imágenes

Tabla 4: Caso de uso recolección de imágenes. Fuente: Propia

Item	Detalle
Id	SM002
Nombre	Recolección de imágenes
Usuario	Administrador sistema
Detalle	Administrador captura imágenes del área a analizar.
Flujo Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar el vuelo. 2. Supervisa el vuelo en la plataforma Pix4D Capture. 3. Revisar los resultados durante el vuelo. 4. Cargar los resultados al pix4DFields.
Flujo Alternativo	Respecto al punto 1: <ul style="list-style-type: none"> • Si no se cuenta con el plan de vuelo, se debe realizar uno, caso contrario termina el proceso.
Interfaces	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar el vuelo 	

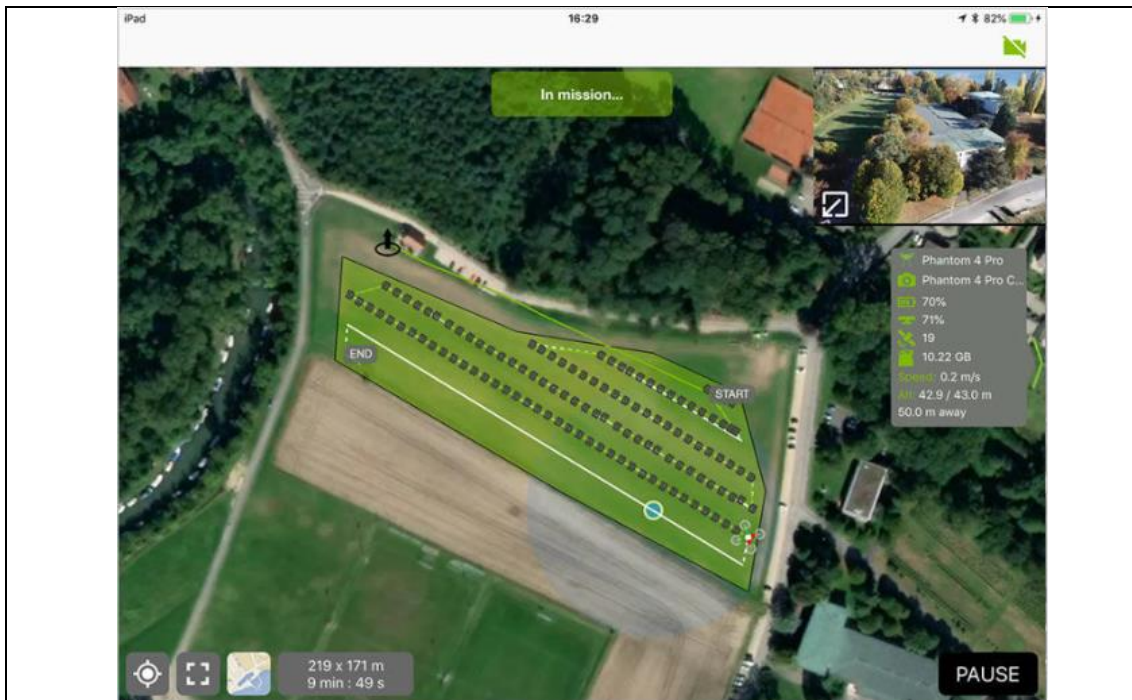


Ilustración 18: Iniciar vuelo. Fuente: PIX4DCapture

2. Supervisar el plan de vuelo

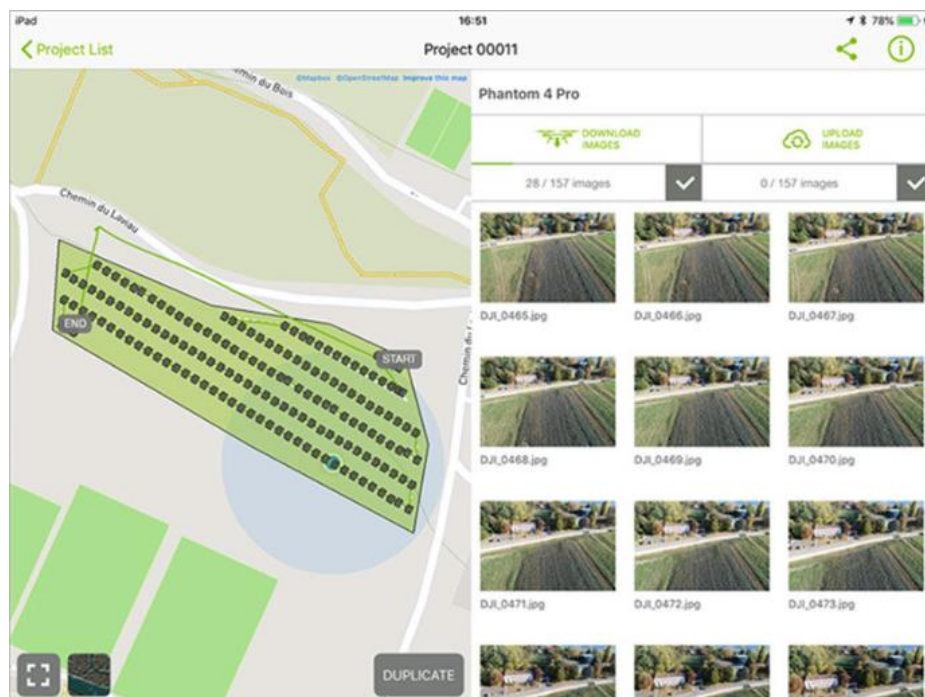


Ilustración 19: Supervisar plan de vuelo. Fuente: Pix4DCapture

3. Cargar resultados

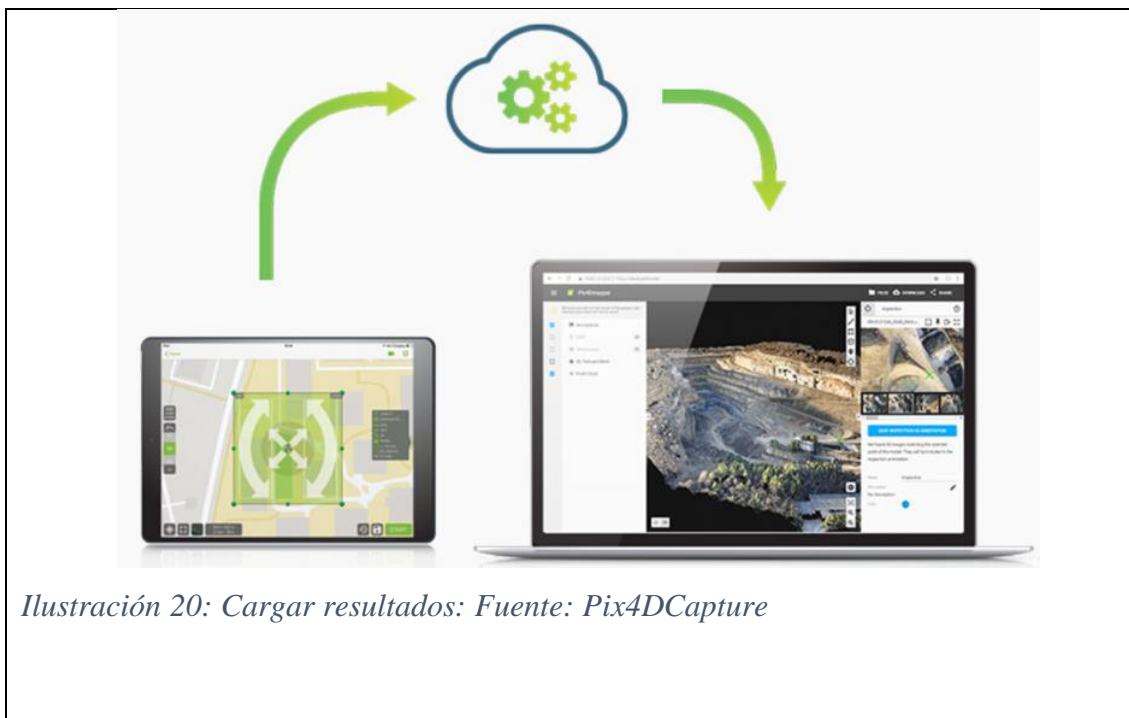


Ilustración 20: Cargar resultados: Fuente: Pix4DCapture

3.2.4. Detalle de caso de uso análisis de imágenes

Tabla 5: Caso de uso análisis de imágenes. Fuente: Elaboración propia

Item	Detalle
Id	SM003
Nombre	Procesamiento de imágenes
Usuario	Administrador sistema
Detalle	Administrador inspecciona, analiza y visualiza los cambios del cultivo en cada monitoreo.
Flujo Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mapeo de imágenes 2. Generar índices 3. Marcar zonas 4. Comparar resultados en pantalla dividida 5. Hacer anotaciones 6. Exportar informe en PDF
Flujo Alternativo	
Interfaces	

1. Mapeo de imágenes (Juntar todas las imágenes capturadas)

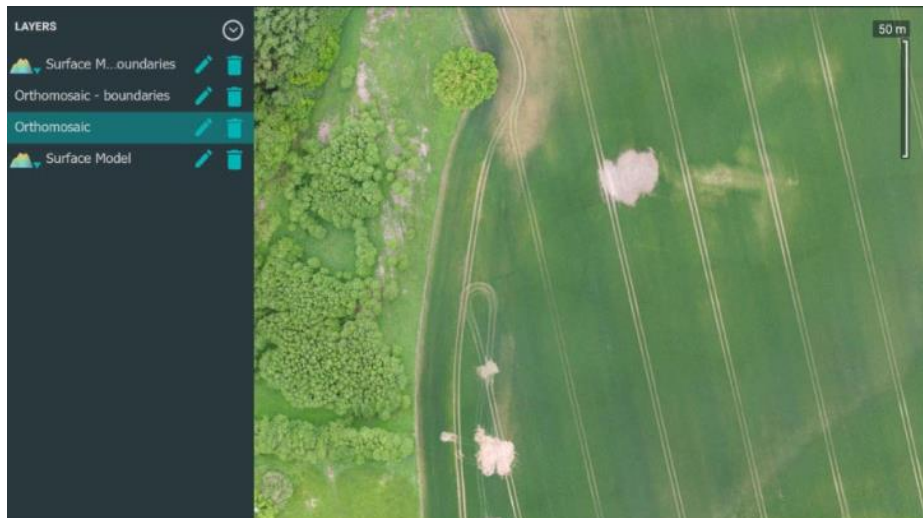


Ilustración 21: Mapeo de imágenes. Fuente: Pix4D

2. Generar índices

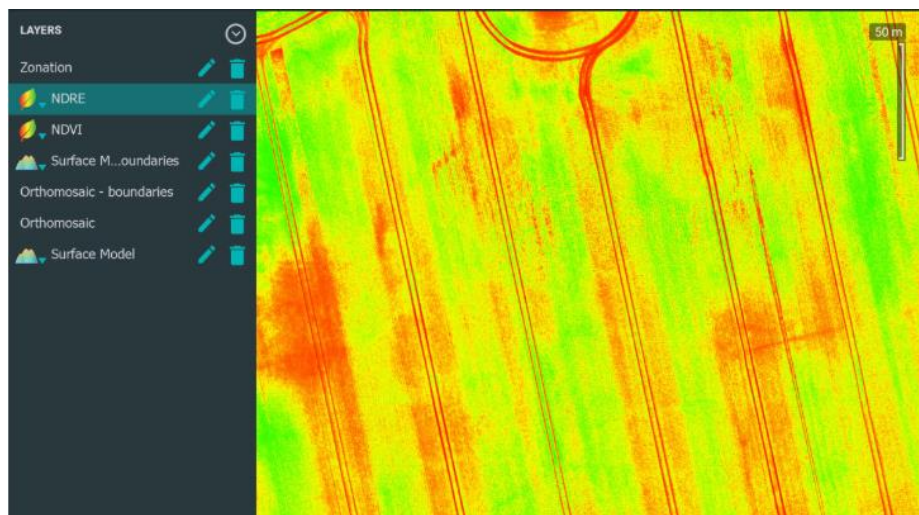


Ilustración 22: Generar índices. Fuente: Pix4D

3. Marcar zonas

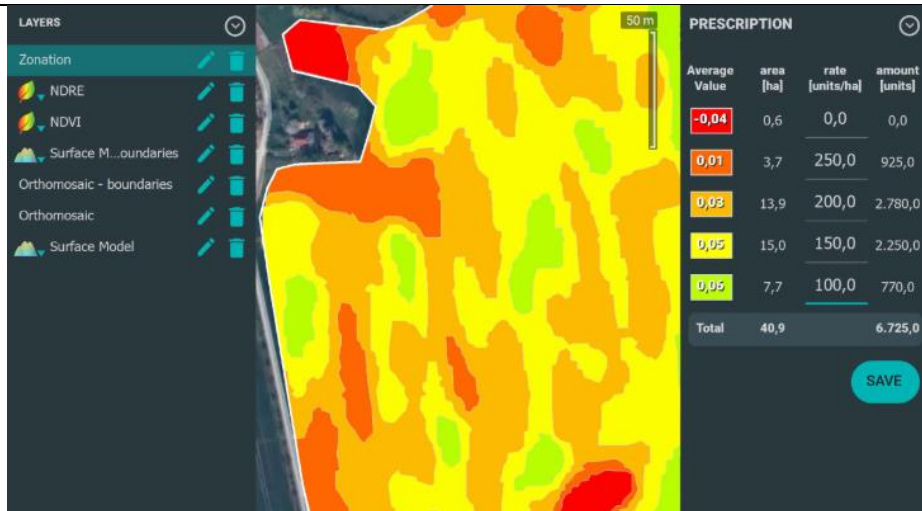


Ilustración 23: Marcar zonas. Fuente: Pix4D

4. Comparar resultados en pantalla dividida

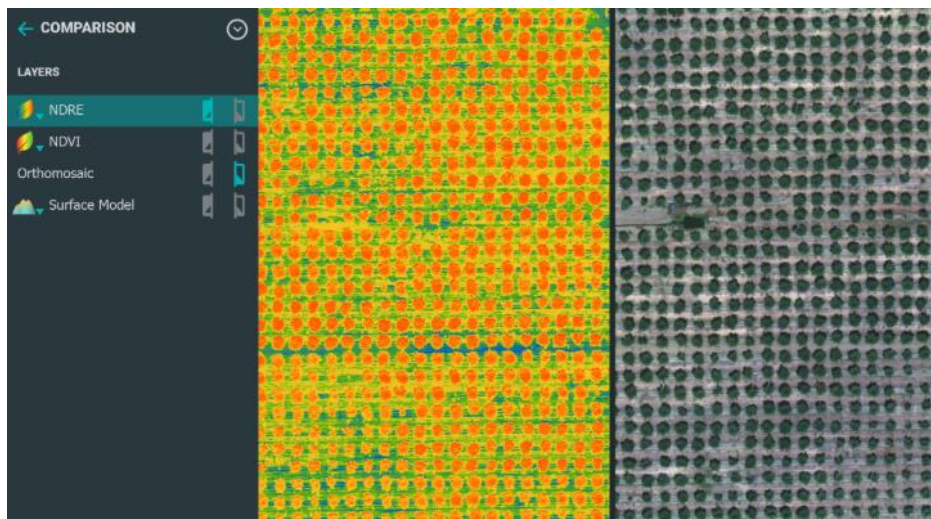


Ilustración 24: Comparar pantallas. Fuente: Pix4D

5. Hacer anotaciones

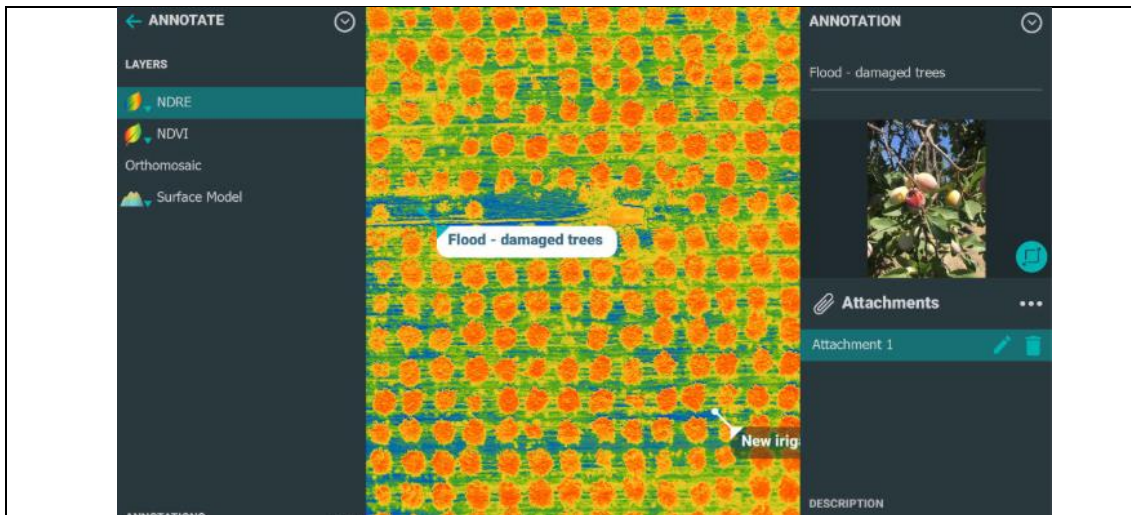


Ilustración 25: Hacer anotaciones. Fuente: Pix4D

6. Exportar reporte en PDF



Ilustración 26: Exportar resultados. Fuente: Pix4D

3.3.Arquitectura de Negocios (Procesos)

3.3.1. Proceso de fertilización de naranjas valencianas (ASIS)

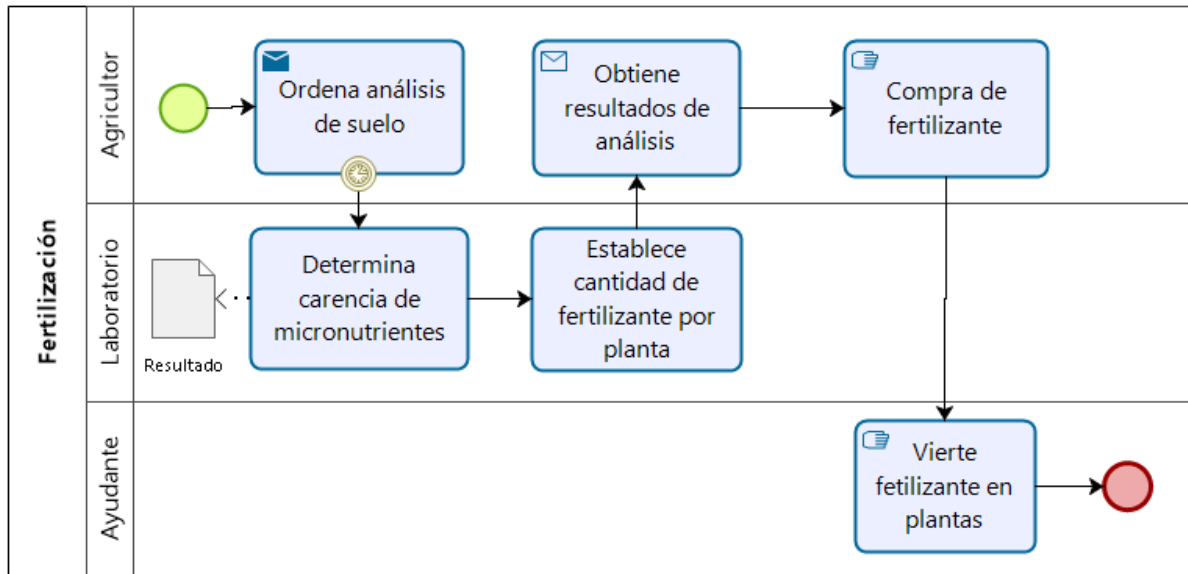



Ilustración 27: ASIS Proceso de fertilización. Fuente: Propia


3.3.2. Descripción del proceso de fertilización del Fundo La Unión

Elementos del proceso:

-  Inicio del proceso

Descripción

Se inicia el proceso de fertilización.

-  Ordena análisis de suelo


Descripción

Para conocer la calidad de suelo y micronutrientes faltantes, el agricultor ordena la realización del análisis de suelo de su campo. Para esto, coge una pequeña cantidad de tierra proveniente del área de cultivo y lo deriva al laboratorio elegido para su análisis. Esta tarea se realiza dos veces al año, que es la cantidad de veces que se hecha fertilizante al campo.

-  Determina carencia de micronutrientes


Descripción

El laboratorio realiza el procedimiento necesario para determinar las carencias del suelo analizado. Una vez hecho este análisis se obtiene un reporte con los indicadores de niveles de micronutrientes presentes en el suelo y la conclusión indicando la cantidad de fertilizante que será necesario echar a cada planta.

-  Establece cantidad de fertilizante por planta


Descripción

Con el reporte obtenido el laboratorio comunica al agricultor la cantidad recomendada, según el análisis, de fertilizante que debe echar a sus plantas.

-  Obtiene resultado de análisis

Descripción

Con la conclusión y recomendación del laboratorio, el agricultor conoce la cantidad por planta que necesita de fertilizante. A partir de esto, se comienza a determinar la cantidad total que se necesita para todo el campo.

-  Compra de fertilizante

Descripción

Con el cálculo de la cantidad total necesaria se procede a comprar el fertilizante que normalmente se adquiere en la ciudad de Lima y se traslada a Chanchamayo en camiones.

-  Vierte fertilizante en plantas

Descripción

Con los fertilizantes comprados y posicionados en el área de aplicación se procede a verter el fertilizante en cada planta la cantidad recomendada por el laboratorio. Esto se hace de manera manual planta por planta hasta llegar a cubrir completamente las 2560 plantas.

-  Fin

Descripción

Se finaliza el proceso de fertilización.

3.3.3. Descripción de proceso de fertilización de naranjas valencianas

Tabla 6 Descripción proceso fertilización. Fuente: Propia.

Ítem	Descripción
Objetivo	Establecer el funcionamiento actual del proceso de fertilización en el Fundo La Unión.
Alcance	Empieza: Análisis de suelo. Incluye: Detección de cantidad necesaria de fertilizante por planta y compra de fertilizante para todo el campo. Termina: Fertilización de todas las plantas del campo.
Responsable	Agricultor

3.3.4. Tiempos y costos del proceso de fertilización de naranjas valencianas (ASIS)

Tarea	Nombre de la Tarea	Tipo de tarea	Área Responsable	Tipo de recurso	Número de Recursos	Tiempo incurrido HH:MM	Costo S/.
1	Ordena análisis de suelo	Manual	Agricultor	HUMANO	1	2:00:00	0
2	Determina carencia de micronutrientes	Manual	Laboratorio	HUMANO	1	24:00:00	70
3	Establece cantidad de fertilizante por planta	Manual	Laboratorio	HUMANO	1	0:10:00	0
4	Obtiene resultado de análisis	Manual	Agricultor	HUMANO	1	0:30:00	0
5	Compra de fertilizante	Manual	Agricultor	HUMANO	2	3:00:00	7315
6	Vierte fertilizante en plantas	Manual	Ayudante	HUMANO	1	120:00:00	250
						149:40:00	7635

Ilustración 28: Tiempos y costos ASIS. Fuente: Propia

3.3.5. Proceso de fertilización de naranjas valencianas con sistema de monitoreo (TOBE)

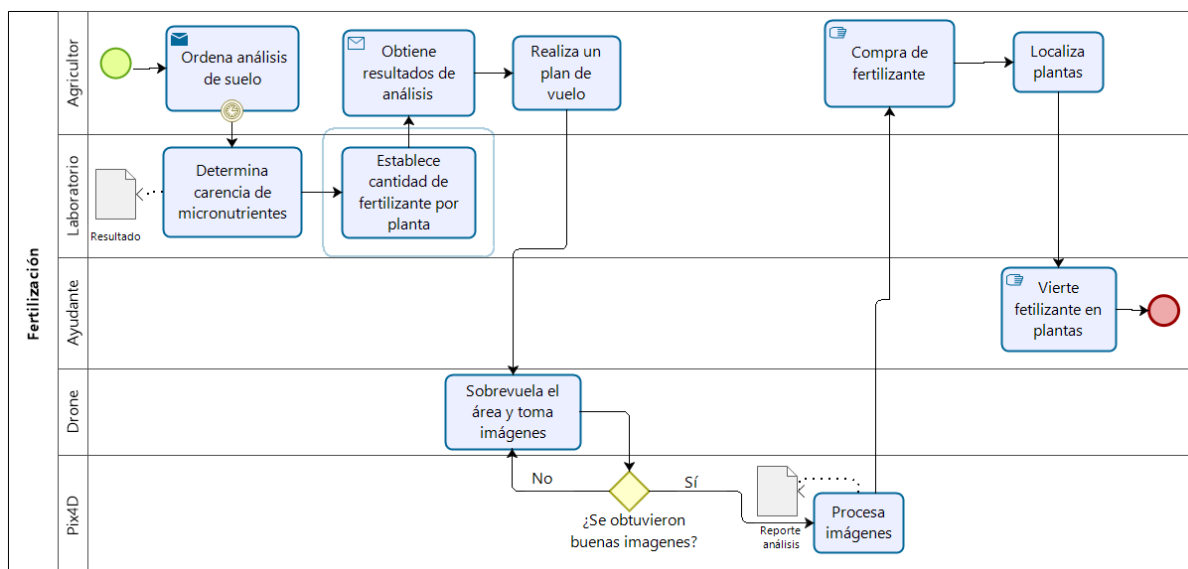


Ilustración 29: Proceso de fertilización con sistema de monitoreo (TOBE). Fuente: Propia

3.3.6. Descripción de proceso de fertilización con sistema de monitoreo

Tabla 7: Descripción proceso de fertilización TOBE. Fuente: Propia.

Ítem	Descripción
Objetivo	Instaurar cómo será el funcionamiento del proceso de fertilización en el Fundo La Unión con el sistema de monitoreo.
Alcance	Empieza: Análisis de suelo. Incluye: Monitoreo y detección de plantas con carencia de micronutrientes. Termina: Fertilización de las plantas que necesitan micronutrientes.
Responsable	Agricultor.

3.3.7. Tiempos en la fertilización de naranjas valencianas con sistema (TOBE).

Tarea	Nombre de la Tarea	Tipo de tarea	Área Responsable	Tipo de recurso	Número de Recursos	Tiempo incurrido HH:MM	Costo \$/.
1	Ordena análisis de suelo	Manual	Agricultor	HUMANO	1	2:00:00	0
2	Determina carencia de micronutrientes	Manual	Laboratorio	HUMANO	1	24:00:00	70
3	Establece cantidad de fertilizante por planta	Manual	Laboratorio	HUMANO	1	0:10:00	0
4	Obtiene resultado de análisis	Manual	Agricultor	HUMANO	1	0:30:00	0
5	Realiza un plan de vuelo	Manual	Pix4D	HUMANO/MAQUINA	1	0:20:00	0
6	Sobrevuela el área y toma imágenes	Manual	Drone	HUMANO/MAQUINA	1	0:40:00	0
7	Procesa imágenes	Manual	Pix4D	HUMANO/MAQUINA	1	0:10:00	28
9	Compra de fertilizante	Manual	Agricultor	HUMANO	1	1:00:00	5120
10	Localiza plantas	Manual	Agricultor/Pix4D	HUMANO/MAQUINA	1	0:05:00	0
11	Vierte fertilizante en plantas	Manual	Ayudante	HUMANO	1	72:00:00	150
						100:55:00	5368

Ilustración 30: Tiempo y costos proceso fertilización (TOBE). Fuente: Propia

3.3.8. Línea de procesos para el sistema de monitoreo



Ilustración 31: Línea de procesos sistema de monitoreo. Fuente: Propia

3.3.9. Descripción de línea de procesos para el sistema de monitoreo

1. Se realiza el plan de vuelo en el sistema Pix4DFields, con el que el dron tendrá automatizado la ruta por donde debe ir y capturar las imágenes.
2. El dron con los sensores montados capturarán imágenes desde una altura determinada.

3. Se cuida que las imágenes tengan una buena calidad para tener buenos resultados.
4. De tener algún desperfecto que pueda alterar los resultados, se vuelve a capturar nuevas imágenes.
5. Se cargan las imágenes en el sistema Pix4DFields.
6. Se explora, generando los mapas de índice que determinara las plantas necesitadas de nutrientes.
7. Se analiza la información generada por el Pix4DFields.
8. Se exportan los reportes generados por el sistema y se guarda en un repositorio.
9. Se localizan las plantas con falta de micronutrientes y se les vierte el fertilizante necesario.

La información, índices y datos que nos generará el sistema de monitoreo nos dará recomendaciones más oportunas y precisas para poder aplicar fertilizante en nuestras plantas, asegurando con esto el buen uso de uno de los elementos que genera más costos en el proceso de producción, además se podrá prevenir el exceso de fertilizante en las plantas y se reducirá con esto los costos en fertilizantes un promedio de 30% a 35% aproximadamente.

3.4.Arquitectura de Aplicación

En el Fundo La Unión no se maneja ningún tipo de sistema, por lo cual, de implementarse el sistema de monitoreo sería el único sistema que se encontraría trabajando para el fundo.

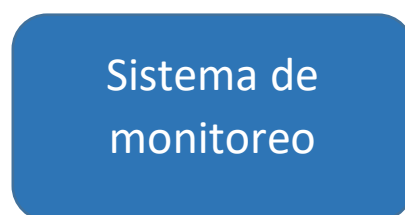


Ilustración 32: Sistema único de fundo La Unión. Fuente: Propia.

3.5.Arquitectura Tecnológica



Ilustración 33: Arquitectura tecnológica. Fuente: Propia

Enseguida se detalla los instrumentos tecnológicos que se necesitan usar para la implementación del sistema de monitoreo.

- Pix4DCapture
- Pix4DFields

3.5.1. Interfaces de índice de vegetación

En la siguiente imagen se muestra en índice de vegetación, que nos interesa por su capacidad de mostrarnos la situación de salud de las plantas. Para esto tenemos el índice valorados del 0 a 1, siendo los números más cercanos a 1 considerados como plantas con buena salud nutricional, por el contrario, los índices más cercanos al 0 significan plantas con deficiencia de salud nutricional.

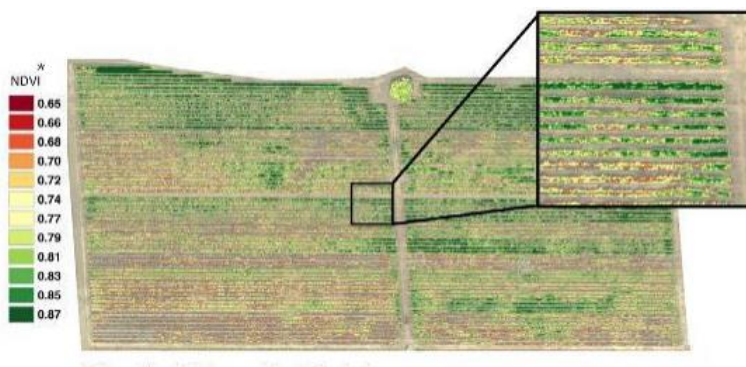


Ilustración 34: Índice de vegetación NDVI. Fuente: MicaSense

3.5.2. Materiales

Para el trabajo se usará cámara multiespectral de alta resolución montado en un sistema UAS/RPAS, con los cuales se pueden realizar tomas de imágenes aéreas. Estos son:

3.5.3. RedEdge MX de MicaSense

Este es un sensor que ayudaran a realizar un análisis del estado saludable de las plantas. Tiene cinco bandas espectrales que generan índices de vegetación, su diseño es bastante flexible, por lo que, puede ser montado en cualquier dron.



Ilustración 35: Partes de RedEdge MX MicaSense. Fuente: MicaSense, 2019

Especificaciones de la cámara multiespectral RedEdge MX:

3.5.4. Matrice 100

Matrice 100 es un dron multirrotor hecho totalmente pensado para trabajos robustos como la vigilancia, agricultura de precisión e inspecciones. Este instrumento será usado para montar la cámara multiespectral RedEdge MX, con la que podremos tomar imágenes que ayudaran a analizar el estado de los campos desde el aire.



Tabla 8: Drone Matrice 100. Fuente: DJI Store

3.5.5. Dron DJI F450/ F550

Este es un modelo de dron mucho más económico que el Matrice 100, sin embargo, tiene la capacidad de recolectar adecuadamente datos y es posible ser usado para el sistema de monitoreo.



Ilustración 36: Dron DJI F450. Fuente: DJI

3.5.6. Especificaciones de Dron DJI F450/ F550

Tabla 9: Características del multicoptero. Fuente: DJI

AERONAVE	Fabricante	Modelo	Identificación	Categoría
	DJI	F450	6958265104015	RPA < 2 Kg
MOTOR	Tipo	Modelo/RPM	Potencia	Alimentación
	Electrónico	DJI-2212-920 Kv	250 W	7,4 a 14,8 V
VARIADOR ELECTRÓNICO	Tipo	Modelo	Amp. Cont/máx	Entrada DC
	OPTO	DJI	15 A	7,4 a 14,8 V
HÉLICE	Fabricante	Diámetro	Paso	Material
	DJI	9"	4,5"	Composite
PESOS	En vacío	Carga de pago	Peso Maximo	Peso en vuelo c/vid
	800 g	700 g	1600 g	1400 g
DIMENSIONES	Altura hélices/suelo	Anchura tren at.	Altura	Distancia diag. ejes
	455 mm	220 mm	265 mm	455 mm

Tabla 10: Descripción del sistema de alimentación eléctrica y el sistema de propulsión.

Fuente: DJI

Alimentación Eléctrica	Tipo batería	Células	Voltaje	Capacidad	Descargar	Autonomía
	Lito Polímero	3	11,1 V	2800 mAh	20/30 C	12 min.
Motor	Sistema	Revoluciones	Modelo/RPM	Empuje	Potencia	Alimentación
	Brushless	920 Kv	2212-920 Kv	0,6 Kg	250 W	7,4 a 14,8 V
Variador Electrónico	Tipo	Modelo	Amp.Cont/máx	Entrada DC		
	ESC	DJI 15 A	15 A / 30 A	7,4 a 14,8		
Hélice	Fabricante	Diámetro	Paso	Material		
	DJI	9"	4,5"	Composite		

3.5.7. Diagrama de flujo trabajo de herramientas de monitoreo

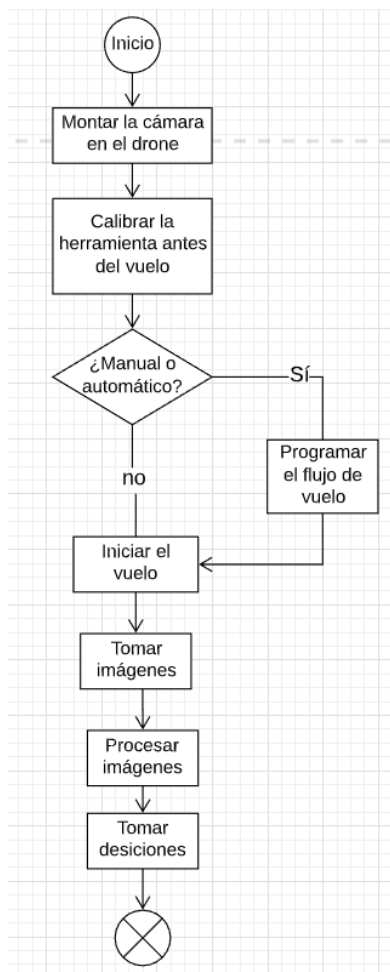


Ilustración 37: Flujo de trabajo de herramientas de monitoreo. Fuente: Propia

3.6. Factibilidad económica

Enseguida, se detallará la factibilidad del proyecto de “Propuesta de sistema de monitoreo para mejorar la productividad en el cultivo de naranjas valencianas en los fundos de Chanchamayo – Kivinaki, 2019”.

3.6.1. Flujo de caja

COSTOS	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M19	M20	M21	M22	M23	M24	TOTAL
Drone	12844														12844
RedEdge MX	1120														1120
Tablet	1000														1000
Laptop	3000														3000
Mano de Obra	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	22000
Servicios basicos	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	880
Pix4D	842	842	842	842	842	842	842	842	842	842	842	842	842	842	18524
	19846	1882	1882	1882	1882	1882	1882	1882	1882	1882	1882	1882	1882	1882	59368
INGRESOS					3375	3375	3375	3375	3375	3375	3375	3375	3375	3375	23625
TOTAL	-19846	-1882	-1882	-1882	1493	1493	1493	1493	1493	1493	1493	1493	1493	1493	
Recuperación		-21728	-23610	-25492	-23999	-22506	-21013	-19520	-3097	-1604	-111	1382	2875	4368	
Precio prom. Naranja x Kg		S/.	0.7												
Kg de Naranjas por camión		KG.	10000												
Soles bruto ganados por camionada		S/.	7000												
Soles neto por camionada		S/.	4500												
Cantidad de camionada x año			9												
Ganancia total al año		S/.	40500												
Ganancia total al mes		S/.	3375												

Ilustración 38: Flujo de caja. Fuente: Propia

3.7. Metodología para el desarrollo del proyecto

3.7.1. Objetivo

El mejoramiento de la productividad de los agricultores de naranjas valencianas con una eficiente toma de decisiones a través de información recolectada y procesada.

3.7.2. Recursos

Tabla 11: Recursos. Fuente: Propia

	MEDIO	DETALLE
Tangible	Dron, cámara multiespectral, laptop, Tablet.	Instrumentos necesarios para poder realizar el proyecto.
Intangible	Pix4DCapture, Pix4DFields, Sistema operativo, conexión local.	Se necesitan para poder completar la implementación del sistema y dejarlo operativo.
Personal	Usuario	Encargado de operar el sistema.

3.7.3. Gestión del alcance

Descripción del alcance del proyecto:

El proyecto comprende las siguientes fases para completar la implementación del sistema de monitoreo: Planificación, análisis, diseño (implementación), pruebas, capacitación, liberación. La realización de cada fase será con la visión de mejorar la productividad del cultivo de naranjas valencianas. El tiempo de duración del proyecto será de 14 días.

3.7.4. Descripción del alcance del proyecto

El sistema implementado completamente permitirá realizar el plan de vuelo, cargar las imágenes, procesar y analizar imágenes y generar un reporte.

3.7.5. Descripción por fase

Tabla 12: Descripción por fase. Fuente: Propia

Fases del proyecto	Descripción
Planificación	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer un cronograma de actividades. • Conocer los problemas del fundo.
Análisis	<ul style="list-style-type: none"> • Se definen los alcances del proyecto. • Diagramas de flujo y procedimientos de los procesos.
Diseño (implementación)	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza la implementación e integración de las herramientas y software necesarios para el proyecto.
Pruebas	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar el correcto funcionamiento del sistema y dron.
Capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Se capacita al usuario del sistema a realizar los planes de vuelo, las capturas de las imágenes y el análisis del mismo.
Liberación	<ul style="list-style-type: none"> • Se define el proyecto por finalizado.

3.7.6. Cronograma de implementación de sistema de monitoreo

Tabla 13: Cronograma. Fuente: Propia

Nombre	Tiempo	Inicio	Termino
Implementación del sistema de monitoreo	14 días	Lun 06/01/2020	Mar 21/01/2010
Planificación	3 días	Lun 06/01/2020	Mie 08/01/2020
Análisis del fondo	2 día	Lun 06/01/2020	Mar 07/01/2020
Cronograma de implementación	1 día	Mie 08/01/2020	Mie 08/01/2020
Análisis	3 días	Jue 09/01/2020	Sab 11/01/2020
Identificación de recursos	3 días	Jue 09/01/2020	Sab 11/01/2020
Diseño (Implementación)	2 días	Lun 13/01/2020	Mar 14/01/2020
Instalación e integración del sistema	2 día	Lun 13/01/2020	Mar 14/01/2020
Pruebas	2 días	Mie 15/01/2020	Jue 16/01/2020
Pruebas de aceptación	2 días	Mie 15/01/2020	Jue 16/01/2020
Capacitación	3 días	Vie 17/01/2020	Lun 20/01/2020
Capacitación de usuarios del sistema	3 días	Vie 17/01/2020	Lun 20/01/2020
Liberación	1 día	Mar 21/01/2010	Mar 21/01/2010
Informe final	1 día	Mar 21/01/2010	Mar 21/01/2010

CAPITULO IV: RECURSOS Y CRONOGRAMA

4.1. Recursos

Tabla 14: Tabla de recursos y costos. Fuente: Propia

Necesidades	Cantidad	Precio
Herramientas		
Drone	1	S/. 1120
Cámara multispectral RedEdge MicaSense	1	S/. 18590

Tablet	1	S/. 1000
Laptop	1	S/. 3000
Mano de obra		
Mano de obra	1	S/. 1000
Software		
Pix4DFields	1	S/.842
Total		S/. 25690

3.8.Cronograma

Actividad	Fecha						
	07/09/2019	21/09/2019	05/10/2019	19/10/2019	09/11/2019	23/11/2019	07/12/2019
Antecedentes							
Bases teoricas							
Materiales y metodos (Investigación)							
Paper							
Resultados							
Conclusiones							
Presentacion del proyecto							

Ilustración 39: Cronograma de proyecto. Fuente: Propia

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.Conclusiones

Finalmente, presentamos las conclusiones de la presenta investigación. En este punto podemos decir que el uso de drones mejora la productividad de los cultivos, ya que, ayuda a tomar decisiones correctas en base a información certera. Esto quiere decir que la información que nos genera las imágenes procesadas y el índice de vegetación nos permite decidir los lugares específicos en donde utilizaremos los fertilizantes. De esta manera se disminuye costos en el uso de insumos innecesarios y además evitamos errores en los cultivos, pues al dejar de echar fertilizante en áreas que no lo necesitan, se evita el engrosamiento de la cáscara de la fruta, el crecimiento excesivo y la mala calidad de las

naranjas por el exceso de micronutrientes, mientras que por otro lado nos ayuda a mejorar la calidad de las naranjas en las plantas que si requieren micronutrientes. Adicionalmente, nos permite como organización a disminuir el impacto medioambiental con la disminución de la cantidad de fertilizante.

3.9.Recomendaciones

En el cuadro de priorización de procesos obtuvimos que el riego era también un proceso importante para la mejora de la productividad en la agricultura de naranjas valencianas, es por ello que se recomienda utilizar la tecnología del dron y los sensores multiespectrales para monitorear y mejorar el riego de las plantas, ya que, es el agua el cual ayuda a brotar las flores de los naranjos. Para esto debemos obtener es estrés hídrico con la ayuda de una cámara térmica del campo en general y determinar qué áreas necesitan más agua y que áreas estas inundadas de agua.

Sería ideal monitorear el campo de cultivo diariamente, sin embargo, por cuestiones de costos la recomendación es hacerlo cada dos semanas para tener adecuadamente monitoreado el campo sin tener sobrecostos por hacerlo.

Debemos tener en cuenta que la fertilización no es el único proceso que se puede mejorar y monitorear con el sistema, pues nos puede este nos puede contribuir en diferentes situaciones por ejemplo, detectando enfermedades o plagas antes de que dañe todo el cultivo, conocer el momento óptimo de cosecha, entre otros, por ello se debe aprovechar al máximo la implementación de esta tecnología.

CAPITULO VI: FUENTES DE INFORMACION

6.1. Referencias bibliográficas

- Caldentey, P. (2017). *Utilización de sensores multiespectrales e hiperespectrales embarcados en RPAS con el objeto de dosificar abonos en cultivos*. Barcelona, España. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/108362/memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Colorado, H. (2017). *El uso de los drones y su impacto en la responsabilidad social empresarial de la agricultura de precisión en Colombia*. Bogotá. Obtenido de <http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/696/EL%20USO%20DE%20DRONES%20Y%20SU%20IMPACTO%20EN%20LA%20RESPONSABILIDAD%20SOCIAL.pdf?sequence=1>
- DANE. (2016). *El cultivo de la naranja Valencia (Citrus sinensis [L.] Osbeck) y su producción como respuesta a la aplicación de correctivos y fertilizantes y al efecto de la polinización dirigida con abeja Apis mellifera*. Boletón Mensual: Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_oct_2016.pdf
- De la Cruz, N. (14 de Noviembre de 2019). (N. Llaccharimay, Entrevistador) Lima. Obtenido de Info región: <http://www.inforegion.pe/225025/productores-de-satipo-puestan-por-produccion-de-frutos-citricos/>
- Dura, R. A. (02 de Diciembre de 2015). La naranja, ¿un mal negocio en Valencia? *La Vanguardia*. Obtenido de <https://www.lavanguardia.com/local/valencia/20151201/30520420333/naranjas-valencia-caqui-naranjos-cultivo-agricultura.html>
- Martínez, F., & Gómez, L. (2015). *La fertilización de los cultivos bajo una perspectiva agroecológica*. La Habana, Cuba. Obtenido de <https://www.cospe.org/wp-content/uploads/2012/10/SEMBRANDO-EN-TIERRA-VIVA.pdf#page=65>

- Mitsikostas, E. (2017). *Monitorización y Optimización de tierras con drones y fotogrametría aérea para aplicaciones de precisión en agricultura*. Valencia, España. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/86353/MITSIKOSTAS%20-%20Monitorizaci%3%b3n%20y%20optimizaci%3%b3n%20de%20tierras%20con%20drones%20y%20fotogrametr%3%ada%20a%3%a9rea%20para%20apli....pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Plúa, L. (2016). *Análisis perspectiveo de la naranja (Citrus sinensis) y su incidencia económica en el sector cafetalero de jipijapa*. Jipijapa - Manabí, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/905/1/tesis%20DE%20TITULACION%20LEONARDO%20PLUA%20Julio-10-17.pdf>
- Soubry, I. (2016). *Monitoring vineyards with UAV and Multispectral/Infrared/RGB camera – Assessment of water stress and grape maturity*. Thessaloniki, Greece: Aristotle University of Thessaloniki (AUTH).

6.2. Referencias electrónicas

- MAGAP. (2015). Boletín situacional 2015. La Naranja. Obtenido de Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca MAGAP. Coordinación General del Sistema de Información Nacional. : 52 http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/cultivo/2016/boletin_situacional_naranja%202015.pdf

ANEXO



Ilustración 40: Fundo la unión. Fuente: Google Earth



Ilustración 41: Delimitación de Fundo la Unión. Fuente: Propia y Google Earth



Ilustración 42: Plan de vuelo. Fuente: Propia y Google Earth

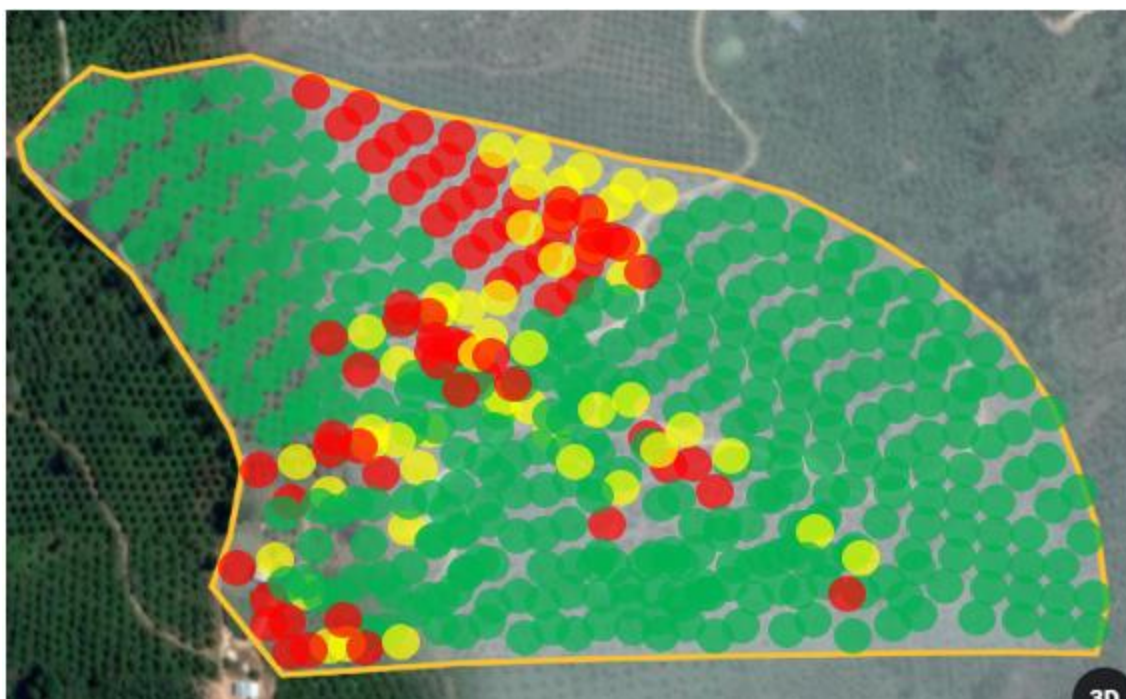


Ilustración 43: Área con índice NDVI. Fuente: Google Earth y propia

Teniendo el área procesada, procedemos a decir que debemos actuar con urgencia en las áreas coloreadas de rojo, vertiendo fertilizando sobre aquellas plantas y observando si tiene alguna otra anomalía que falta de nutrientes. Por el contrario a las plantas sanas evitar verter fertilizante para no malograr la producción.