

Universidad Internacional de La Rioja (UNIR)

Escuela de Ingeniería

**Máster Universitario en Diseño y Gestión de
Proyectos Tecnológicos**

Plataforma para la
Clasificación de Frutas de
Forma Automática con
Energía Fotovoltaica -
CLASIFRUIT

Trabajo Fin de Máster

Presentado por: Caro Prieto, Diana Carolina

Director: Shih-Fu Liu

Ciudad: Bogotá D.C

Fecha: Septiembre de 2016

CONTENIDO

1.	Introducción	7
1.1	Motivación.....	7
1.2	Planteamiento del trabajo.....	8
1.3	Estructura del trabajo	8
2.	Resumen de la propuesta	10
2.1	Descripción de la convocatoria.....	10
2.1.1	Objetivos de la convocatoria	10
2.1.2	Participación en la convocatoria.....	11
2.1.3	Duración y financiación	12
2.2	Resumen ejecutivo del proyecto	14
2.3	Descripción de consorcio	15
3.	Descripción de la propuesta.....	17
3.1	Planteamiento del problema.....	19
3.2	Ánálisis de participación.....	21
3.3	Objetivos del proyecto.....	23
3.3.1	Objetivo general del Trabajo Fin de Master.....	23
3.3.2	Objetivo general del proyecto.....	23
3.3.3	Objetivos específicos	23
3.4	Justificación	27
3.5	Estado del arte	28
3.6	Marco teórico	29
3.6.1	Definiciones	29
3.6.2	Parámetros de clasificación de las frutas	30
3.6.3	Normatividad vigente	32
3.7	Metodología	33

3.8	Plan de negocios.....	38
3.9	Impactos esperados.....	39
3.9.1	Impacto científico – tecnológico	39
3.9.2	Impacto sobre medio ambiente y la sociedad.....	40
3.9.3	Impacto sobre la productividad y competitividad de la entidad beneficiaria	40
3.10	Gestión del proyecto	41
3.10.1	Estructura de gestión	41
3.10.2	Plan de trabajo.....	44
3.10.3	Cronograma.....	61
3.10.4	Presupuesto.....	62
3.10.5	Plan de aseguramiento de calidad	67
3.10.6	Plan de gestión del riesgo	75
3.10.7	Plan de divulgación y explotación	77
3.10.8	Plan de comunicación	79
4.	Conclusiones y trabajo futuro	81
5.	Referencias	83

Lista de figuras

Figura 1. Aportes de contrapartida de acuerdo al artículo 2 de la ley 905 de 2004 (COLCIENCIAS , 2015).....	13
Figura 2. Sistema de clasificación de frutas.....	17
Figura 3. Diagrama de flujo de proceso plataforma “Clasifruit”	18
Figura 4. Nivel de participación	21
Figura 5. Análisis de participación	22
Figura 6. Organigrama del proyecto	41
Figura 7. Estructura plan de trabajo	44
Figura 8. Estructura detallada de trabajo - WBS.....	45
Figura 9. Actividades paquetes de trabajo.....	46
Figura 10. Cronograma de trabajo proyecto	61
Figura 11. Distribución de presupuesto de las entidades financieradoras del proyecto	62
Figura 12. Gráfica distribución de presupuesto en WP	66
Figura 13. Asignación de recursos por tareas	67
Figura 14. Metodología plan de aseguramiento de calidad.....	68
Figura 15. Estructura de desarrollo de pruebas funcionales de la plataforma.....	74
Figura 16. Diagrama de gestión del riesgo.....	75
Figura 17. Actividades plan de divulgación.....	77

Lista de tablas

Tabla 1. Árbol de problemas proyecto CLASIFRUIT, según metodología de marco lógico y FTA.....	20
Tabla 2. Árbol de objetivos proyecto CLASIFRUIT, según metodología de marco lógico	24
Tabla 3. Objetivo general con resultados directamente relacionados	25
Tabla 4. Objetivos específicos con resultados directamente relacionados	25
Tabla 5. Variables de calidad de las frutas y hortalizas	31
Tabla 6. Matriz de Marco Lógico	35
Tabla 7. Plan de negocios de acuerdo a modelo “Canvas”.....	38
Tabla 8. Paquetes de trabajo – WP	47
Tabla 9. Paquete de trabajo WP 1.....	48
Tabla 10. Paquete de trabajo WP 2.....	51
Tabla 11. Paquete de trabajo WP 3.....	54
Tabla 12. Paquete de trabajo WP 4.....	56
Tabla 13. Paquete de trabajo WP 5.....	59
Tabla 14. Costo de personal asignado al proyecto.....	63
Tabla 15. Análisis de costos asignados al proyecto por personal.....	64
Tabla 16. Presupuesto inicial	65
Tabla 17. Indicadores de cumplimiento de criterios	69
Tabla 18. Métricas de calidad.....	70
Tabla 19. Control de calidad de acuerdo a métricas.....	71
Tabla 20. Formato de entregables del proyecto	73
Tabla 21. Plan de identificación y gestión de riesgos	76
Tabla 22. Indicadores plan de divulgación.....	78
Tabla 23. Plan de comunicación.....	80

Resumen

En Colombia el sector agroindustrial es uno de los sectores más importantes para el crecimiento de la economía del país, donde se evidencia la necesidad de automatizar algunos procesos para aumentar la productividad de la industria agrícola. Este proyecto se centra en el desarrollo de una propuesta de financiación pública en la que se ofrece el desarrollo de una plataforma para la clasificación de frutas de forma automática teniendo en cuenta las características organolépticas que definen la calidad de las frutas como: color, forma y tamaño.

Como valor agregado a la propuesta se propone que la plataforma se pueda implementar con energía fotovoltaica para aprovechar los recursos naturales que caracterizan las zonas donde se produce la mayor cantidad de productos frutícolas y se pueda maximizar la rentabilidad de este tipo de proyectos.

Palabras Clave: Clasificación, automatización, agroindustria, fotovoltaica.

Abstract

In Colombia the agribusiness sector is one of the most important for the growth of the economy, where is evidenced the need to automate some processes to increase productivity of the agricultural industry sectors. This project focuses on the development of a proposal for public funding which provides the development of a platform for sorting fruits automatically taking into account the organoleptic characteristics that define the quality of fruits such as color, shape and size.

As an added value to the proposal it is proposed that the platform can be implemented with photovoltaics to harness natural resources that characterize the areas where the greatest amount of fruit products is produced and can maximize the profitability of such projects.

Keywords: Classification, automation, agroindustry, photovoltaic.

1. Introducción

1.1 Motivación

El desarrollo del sector frutícola en Colombia es un factor de gran relevancia para el crecimiento de la agricultura del país, teniendo en cuenta que uno de los objetivos del plan frutícola nacional es duplicar el área de producción frutícola garantizando las condiciones tecnológicas y de innovación para tener una producción sostenible y de calidad, dar valor agregado al sector frutícola y lograr incursionar en mercados internacionales (Lasprilla, 2011)

La producción de frutas en Colombia ha tenido un crecimiento continuo según datos presentados por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en el año 2011 el país registró una producción de frutas de 3,4 billones de toneladas que representa un 4% adicional a lo registrado en el año 2010. (LEGISCOMEX, 2013)

A pesar de los esfuerzos por mejorar y tecnificar los procesos de manejo pos-cosecha en los diferentes cultivos frutícolas, algunas actividades como la clasificación y selección de frutas se realiza de forma manual y subjetiva sin tener en cuenta los criterios de calidad requeridos por el mercado, esta situación ha frenado el desarrollo de esta actividad agroindustrial que puede tener un gran potencial de crecimiento si se determinan políticas claras que beneficien el desempeño de esta actividad agrícola en conjunto con la implementación de tecnología robusta para el mejoramiento de las labores pos-cosecha que garanticen una producción eficiente, rentable y asegure el cumplimiento de criterios de calidad establecidos en normas alimentarias ofreciendo un producto capaz de satisfacer las necesidades del mercado nacional e internacional.

La promoción y desarrollo del sector frutícola representa para Colombia una importante fuente de crecimiento de la agricultura, de generación de empleo rural y de desarrollo con equidad para las distintas regiones puesto que las frutas pueden asentarse en los diversos pisos térmicos de que dispone el país, a la vez que conforma una producción administrada con criterios de eficiencia y sostenibilidad en escalas que van desde micro, pequeños y medianos productores hasta grandes productores y empresas. (Lasprilla D. M., 2011)

1.2 Planteamiento del trabajo

En Colombia el desarrollo del sector agroindustrial ha estado en constante crecimiento con el fin de mejorar las técnicas empleadas por los agricultores, a pesar de los esfuerzos realizados aún se evidencian procesos manuales y artesanales, un ejemplo claro es la clasificación de frutas que se realiza en diferentes sectores agrícolas del país donde se seleccionan las frutas de forma subjetiva, de acuerdo a la percepción de la persona que está ejecutando la labor, esta situación genera inconformidades al comercializar productos que no cumplen con los estándares de calidad exigidos por el mercado.

Una gran parte de los cultivos agroindustriales de frutas se encuentran en zonas no interconectadas a la red eléctrica, razón por la cual se dificulta la implementación de métodos tecnificados que requieren energía eléctrica para funcionar.

Se evidencia la necesidad de automatizar el proceso de selección y clasificación de frutas para garantizar la calidad de los productos frutícolas ofrecidos al mercado, aumentar la rentabilidad de esta actividad económica y fortaleciendo este sector a nivel nacional.

En este trabajo se presenta una propuesta a una convocatoria de financiación pública de Colciencias, que consiste en el desarrollo de una plataforma para la clasificación y selección de frutas de forma automática con la posibilidad de funcionar con energía fotovoltaica, se identifican los parámetros y características organolépticas que definen la calidad de las frutas según normas alimentarias a nivel nacional NTC y a nivel internacional Codex Alimentarius, se realiza la descripción funcional de la plataforma, un análisis de riesgos.

1.3 Estructura del trabajo

El trabajo se estructura en varios capítulos, el primero es una introducción en el que se describe la motivación por la cual se busca el desarrollo de esta propuesta y el planteamiento del proyecto donde se expone la situación en que se encuentra el país frente a la tecnificación del sector frutícola.

En el segundo capítulo, se presenta el resumen de la propuesta donde se realiza una descripción detallada de la propuesta para dar solución a la necesidad encontrada de acuerdo a los requerimientos del proceso, se presentan los puntos a tener en cuenta para el desarrollo del proyecto, se realiza la descripción de la convocatoria explicando los ítems requeridos para la presentación de la propuesta, cláusulas y requerimientos de la convocatoria, se identifican los participantes de la propuesta, finalmente se presenta una descripción del consorcio para el desarrollo del proyecto de acuerdo a lo planteado en el reglamento de la convocatoria.

En el tercer capítulo, se desarrollan todos los puntos de la propuesta de acuerdo a la convocatoria, se describe el planteamiento del problema donde se exponen las necesidades encontradas por medio de un árbol de problemas y los puntos clave a tener en cuenta para el planteamiento de una solución, se presenta el plan de negocios, el análisis de participantes, desarrollo de metodología de marco lógico y FTA. También se presenta, la planificación del proyecto, definición de roles, estructura detallada de trabajo, cronograma de actividades, paquetes de trabajo, presupuesto, análisis de parámetros que definen la calidad de las frutas de acuerdo a la normatividad vigente, descripción de entregables, plan de gestión de calidad del proyecto, análisis de riesgos, acciones de mitigación, descripción funcional de la plataforma y su integración con energía fotovoltaica.

Además, se presenta la justificación del proyecto donde se presentan las razones para la búsqueda de una propuesta para dar solución a la problemática encontrada y se especifican los beneficios se pueden obtener de implementar la solución y los beneficiados.

También, se exponen los objetivos de este Trabajo Fin de Máster, se define el objetivo principal y los objetivos específicos que van a enmarcar el proyecto final y se presenta el estado del arte donde se presenta el análisis y los resultados encontrados de proyectos, investigaciones y trabajos relacionados con el tema de este trabajo, se realiza una descripción de algunos casos en los que se han implementado soluciones similares y se identifica la situación actual del tema de interés de este trabajo.

En el cuarto capítulo, se presentarán los resultados obtenidos con el desarrollo de este trabajo, resaltando las contribuciones esperadas teniendo en cuenta los objetivos planteados y los resultados esperados, presentando un análisis constructivo para la proyección futura del proyecto. Finalmente en el capítulo quinto, se presentarán las referencias bibliográficas que se emplean como soporte de este trabajo.

2. Resumen de la propuesta

En este capítulo se describe la propuesta a presentar en una convocatoria de financiación de COLCIENCIAS- Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia. Además, se presentan los requisitos exigidos para presentar la propuesta, los formatos a diligenciar, la estructura y la documentación requerida.

También se presenta una descripción del proyecto, en la que se exponen los objetivos del proyecto y se describe la metodología para el desarrollo de este trabajo.

Teniendo en cuenta, que uno de los requisitos es la conformación de un consorcio para lograr abarcar el proyecto desde diferentes perspectivas para cumplir con las expectativas de la convocatoria.

2.1 Descripción de la convocatoria

La propuesta de este trabajo se presentará a la Convocatoria para el Desarrollo de Soluciones Innovadoras de Tecnologías de la Información para el Sector Agropecuario y Agroindustrial en Colombia, ofrecida por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia – COLCIENCIAS.

Esta convocatoria tiene como objetivo incentivar el desarrollo proyectos que aporten soluciones de tecnológicas para dar respuesta a las necesidades del sector agropecuario y agroindustrial del país, afrontado los retos que se presentan en las diferentes actividades agrícolas en las regiones productoras de Colombia.

2.1.1 Objetivos de la convocatoria

El principal propósito de la convocatoria es incentivar el desarrollo de soluciones desde la implementación de las tecnologías de la información para dar respuesta a los desafíos del sector agropecuario y agroindustrial del país. Esta convocatoria también busca cofinanciar proyectos innovadores basados en TI para el desarrollo de propuestas innovadoras en el sector agroindustrial, incentivar el desarrollo de soluciones TI para satisfacer las necesidades del sector agrícola y fortalecer una cultura innovadora en sector agroindustrial y agropecuario de Colombia a partir de soluciones tecnológicas.

Para la presentación de propuestas a esta convocatoria se debe tener en cuenta el cumplimiento de las siguientes líneas temáticas que se alinean con los objetivos que busca esta convocatoria:

- ✓ Desarrollo e implementación de soluciones informáticas de agricultura de precisión.
- ✓ Desarrollo e implementación de soluciones TI enfocadas a la gestión de información de mercados agrícolas y agroindustriales, como procesos de logística, trazabilidad de productos, e-marketing, e-commerce y e-business.
- ✓ Desarrollo e implementación de soluciones TI que incentiven la gestión del conocimiento en el sector agrícola con el fin de mejorar la asistencia técnica actual.

2.1.2 Participación en la convocatoria

La convocatoria está dirigida a las diferentes alianzas estratégicas compuestas por empresas de la industria TI del país, entidades del sector agroindustrial o agropecuario y grupos o centros de investigación de desarrollo tecnológico reconocidos por COLCIENCIAS.

Para poder participar en la convocatoria se deben establecer alianzas estratégicas en las que COLCIENCIAS busca fomentar el desarrollo de las sinergias entre Empresa – Estado – Academia, razón por la cual la alianza se debe conformar por una empresa de la industria TI, mínimo una entidad beneficiaria y una entidad acompañante, cumpliendo las características se presentan a continuación:

2.1.2.1 Empresas de la industria de las tecnologías de la información

Las empresas de la industria TI pueden ser micros, pequeñas o medianas empresas del país, en la convocatoria asumirán el rol de “ejecutoras”, con la función de administrar los recursos y liderar el desarrollo de la solución TI de la propuesta.

Estas empresas deben estar domiciliadas en Colombia y constituidas como personas jurídicas y establecidas como sociedades mercantiles pertenecientes a la industria TI.

2.1.2.2 Entidades del sector agropecuario o agroindustrial

Las entidades pertenecientes al sector agropecuario o agroindustrial, tendrán el rol de “beneficiarias” participarán en el desarrollo de la propuesta TI que contribuya a dar solución a la necesidad encontrada previamente.

Dentro de las entidades que pueden participar se encuentran:

- ✓ Fundaciones, cooperativas y asociaciones del sector agropecuario y agroindustrial.
- ✓ Entidades no gubernamentales relacionadas con actividades agrícolas.

2.1.2.3 Grupos o centros de investigación, de desarrollo tecnológico o de innovación

Los grupos o centros de investigación pertenecientes a la alianza estratégica tendrán el rol de “acompañantes” donde su función será aportar conocimientos y experiencia científica en el desarrollo de la solución TI propuesta.

En esta convocatoria es opcional la participación de grupos o centros de investigación, de desarrollo tecnológico o de investigación.

2.1.3 Duración y financiación

Teniendo en cuenta los términos de referencia de la convocatoria la duración del desarrollo del proyecto propuesto puede ser hasta de 21 meses distribuidos de la siguiente forma:

- ✓ Hasta 8 meses para la ejecución de todas las etapas requeridas para el desarrollo de las soluciones propuestas.
- ✓ Máximo 12 meses para la realización de las pruebas funcionales, uso y apropiación de la solución tecnológica e informática por parte de las entidades beneficiarias. En este lapso de tiempo la entidad beneficiaria recibirá soporte técnico, mantenimiento y actualizaciones de la solución por parte de la empresa TI. (Este servicio no debe tener costo alguno para la entidad beneficiaria).
- ✓ Para finalizar a satisfacción el proyecto se dará un mes para la entrega del informe final del proyecto.

Para el desarrollo e implementación de la propuesta la alianza COLCIENCIAS – MINTIC, cofinanciará un valor máximo de cuatrocientos millones de pesos colombianos moneda corriente (\$400.000.000). Es importante aclarar que el monto total del proyecto será la sumatoria de los aportes realizados por COLCIENCIAS – MINTIC y los aportes de la entidad de la contrapartida.

Los aportes de la contrapartida se realizarán por parte de la entidad ejecutora, de acuerdo a la normatividad vigente en el país para la clasificación de empresas, determinada en el artículo 2 de la Ley 590 de 2000 y modificado por el artículo 2 de la Ley 905 de 2004; de la siguiente forma:

Tamaño de la empresa	Valores de la contrapartida mínimos en efectivo
Micro	5% del valor de cofinanciación*
Pequeñas	10% del valor de cofinanciación*
Medianas	15% del valor de cofinanciación*

Figura 1. Aportes de contrapartida de acuerdo al artículo 2 de la ley 905 de 2004 (COLCIENCIAS , 2015)

* *El valor de cofinanciación corresponde al valor que aporta la alianza COLCIENCIAS – MINTIC*

2.1.3.1 Rubros financierables

Los rubros financierables por la convocatoria son aquellos destinados a estudios de inteligencia competitiva; servicios tecnológicos (hosting, infraestructura en la nube, pruebas y simulación, relacionados con TI); contratación de consultoría científica y tecnológica de máximo 90 días y menos del 10% del valor del proyecto; viajes nacionales relacionados con el desarrollo del proyecto para personal técnico; capacitación del personal en programas de corta duración en temas relacionados con el proyecto; desplazamientos, actividades y materiales para la promoción y difusión de los resultados; gastos de propiedad intelectual; personal con formación científica, técnica y tecnológica con formación en carreras técnicas, profesionales y/o de posgrado para el desarrollo de actividades científicas y tecnológicas del proyecto; adquisición de bibliografía; prestación de servicios técnicos especializados; adquisición de software especializado para las actividades de ciencia, tecnología e innovación con justificación técnica detallada; salidas de campo; publicaciones y estrategias de divulgación o apropiación social de los resultados de proyecto; y gastos administrativos como salarios y materiales de oficina, con una financiación máxima del 10% del monto solicitado. (COLCIENCIAS , 2015)

2.1.3.2 Rubros no financierables

Los rubros no financierables por la convocatoria, alianza COLCIENCIAS – MINTIC, son los siguientes: (COLCIENCIAS , 2015)

- ✓ Derechos académicos y de matrícula personal.
- ✓ Infraestructura tecnológica, mantenimiento de equipos, mobiliario de oficina, membresías, adquisición de vehículos.
- ✓ Compra de máquina o equipo de producción corriente.
- ✓ Capital de trabajo para la producción corriente.
- ✓ Pagos de dividendos o recuperación de capital de las entidades participantes.
- ✓ Inversiones en otras entidades.
- ✓ Software de uso cotidiano (como editores de texto).

2.2 Resumen ejecutivo del proyecto

Este proyecto se centra en el desarrollo de una plataforma tecnológica basada en técnicas robustas para realizar la clasificación de frutas de forma automática, con este proyecto se pretende mejorar la productividad de las actividades en el manejo pos-cosecha de productos frutícolas del país, teniendo en cuenta que, actualmente en el país se presentan problemas para incursionar en mercados internacionales, ya que no hay continuidad en la oferta exportable, se presentan falencias en la selección de frutas de calidad y carencia de técnicas sofisticadas. Esto se ve reflejado en los índices de exportaciones de la cadena de los cítricos, la cual presenta una tasa de crecimiento promedio anual negativa de -2.3% en el periodo 1991 – 2005, pasando de US \$522.162 a US \$ 2,2 millones. (Espinol et al., 2005)

La propuesta se realiza bajo los lineamientos expuestos por la convocatoria de la alianza COLCIENCIAS – MINTIC “para el desarrollo de soluciones innovadoras de tecnologías de la información para el sector agropecuario y agroindustrial en Colombia” de2015, bajo el modelo de cofinanciación. La metodología a emplear para el desarrollo del proyecto es la MML (Metodología de Marco Lógico) considerada como una herramienta que permite optimizar las fases del proyecto desde la conceptualización, diseño, ejecución y evaluación. Se enfoca en la orientación por objetivos, hacia los beneficiarios, facilitando la participación y comunicación entre los interesados. (Ortegón E., 2005). Para la implementación de esta metodología se plantea un árbol de problemas donde se relaciona con una causa y efecto, un árbol de objetivos donde se identifican los medios y fines.

2.3 Descripción de consorcio

El desarrollo e implementación de esta propuesta requiere la colaboración de diferentes entidades que puedan aportar en las diferentes fases del proyecto para cumplir a cabalidad con los objetivos proyectados. Las siguientes entidades conformaran el consorcio para la ejecución del proyecto:

- ✓ **Electro Alianza LTDA.**

Electro Alianza Ltda., es una empresa colombiana líder en el segmento de mercado de distribución de componentes eléctricos a nivel industrial, se encuentra ubicada en la zona industrial de la ciudad, es una empresa con una amplia visión en búsqueda de nuevas oportunidades de mejora y nuevos nichos de mercado.

Esta empresa fue fundada hace 36 años por el señor Carlos Chiriboga quien aun en la actualidad la preside bajo los parámetros de iniciar una empresa que logre satisfacer las necesidades dentro del mercado de la comercialización de artículos eléctricos industriales, su enfoque siempre ha sido primordialmente la industria pero ha incursionado en el mercado de la construcción, la minería y los hidrocarburos. A lo largo de los años ha estado en la búsqueda de la mejora continua para abarcar más sectores de la industria colombiana.

- ✓ **Entidades beneficiarias**

Para el desarrollo de este proyecto se tendrán dos entidades beneficiarias de los resultados del proyecto y aportaran con su experiencia los requerimientos de usuario para el buen funcionamiento y desempeño de la solución tecnológica planteada.

Citrus Fruit, es una empresa del sector agroindustrial de Colombia, que cuenta con territorios dedicados al cultivo y comercialización de diferentes productos agrícolas principalmente frutos cítricos como naranjas, limones, limas, mandarinas, mangos, guayabas y otras frutas en diferentes variedades.

Esta entidad se encuentra ubicada en el centro del país y cuenta con varias hectáreas cultivadas, el manejo pos-cosecha se realiza de forma manual.

Los cerezos, es una compañía que se encuentra en el sector frutícola del país, cuenta con terrenos donde se producen frutas como: manzanas, duraznos, ciruelas, lulo y tomate de árbol, el manejo pos-cosecha que se da a estos productos es de forma manual para la posterior comercialización de las frutas por categorías de acuerdo a su calidad.

✓ **UNIR – Universidad Internacional de la Rioja**

La Universidad Internacional de la Rioja - UNIR participa en el proyecto como entidad acompañante, apoyando las diferentes actividades de investigación, por medio del master en diseño y gestión de proyectos tecnológicos, con la participación de estudiantes interesados en desarrollo del TFM Trabajo Fin de Master, para el desarrollo de este proyecto se participa con la elaboración de un TFM tipo 1, el cual consiste en el desarrollo de una propuesta de financiación en un proyecto de carácter tecnológico.

3. Descripción de la propuesta

Teniendo en cuenta que durante la última década, las exportaciones colombianas de frutales se duplicaron, alcanzando los US\$ 918 millones y más de 1,83 millones de toneladas. (PROCOLOMBIA, 2016), se muestra la importancia de invertir en el desarrollo tecnológico de la agroindustria colombiana para el fortalecimiento de la actividad frutícola y de esta manera estar preparados para las exigencias del mercado y competir con calidad a nivel internacional.

Teniendo en cuenta el párrafo anterior y la necesidad encontrada, se propone el desarrollo de una plataforma tecnológica que permita realizar la clasificación y selección de diferentes frutas de acuerdo a sus características organolépticas como: forma, tamaño, color.

La plataforma se desarrollará en base al procesamiento digital de señales, visión artificial y procesamiento de imágenes, la plataforma estaría compuesta por una cámara ubicada en una banda de salida para la selección de frutas en la que se realizará la adquisición de las imágenes para su posterior procesamiento, al final de la banda se encontrará un sistema de rechazo o aprobación de los productos, en esta sección la plataforma enviará la información del estado de los frutos y se clasificarán de acuerdo a su estado de maduración. Para la alimentación eléctrica del sistema de clasificación de frutas se empleará un montaje con energía fotovoltaica con el objetivo de ahorrar en costos energéticos y tener siempre disponible un sistema de respaldo en caso de que la energía convencional falle. En la figura 2, se muestra un esquema general de la idea del proyecto donde se describe la estructura de la plataforma de clasificación de frutas.

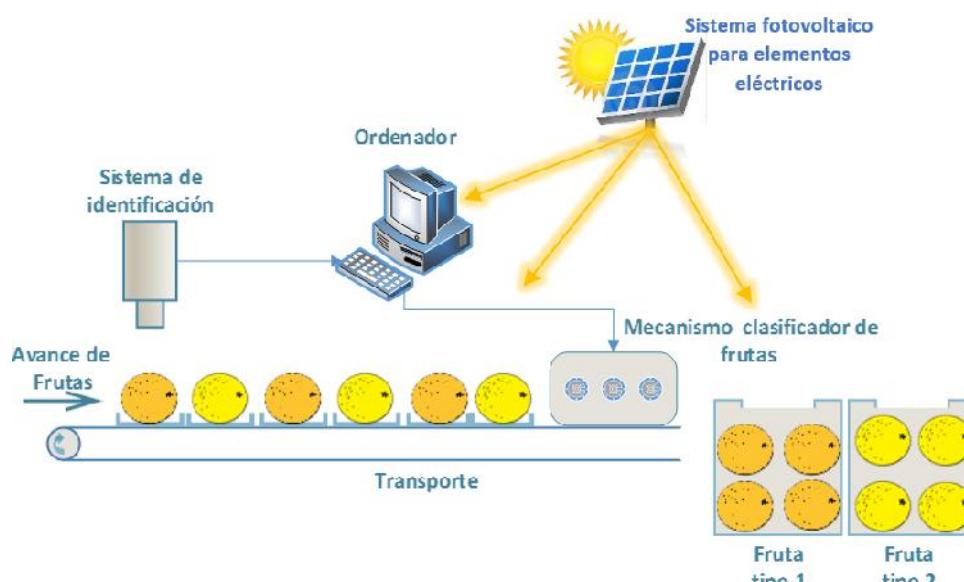


Figura 2. Sistema de clasificación de frutas
Elaborado en base a: (Interempresas, 2011)

El proyecto “CLASIFRUIT” contempla el desarrollo y la implementación de un sistema automatizado para la clasificación y selección de frutas, siguiendo el diagrama de flujo prestando en la figura 3, como temática para enfrentar la necesidad de mejorar los procesos productivos del país en el manejo pos-cosecha de las frutas. El objetivo principal del proyecto es presentar una plataforma para la clasificación de frutas de acuerdo a sus características organolépticas, para su implementación en zonas donde se cultivan y seleccionan las frutas para su posterior comercialización cumpliendo con la calidad exigida por el mercado. Esta idea surge en respuesta a la convocatoria de la alianza COLCIENCIAS y MINTIC, “para el desarrollo de soluciones innovadoras de tecnologías de la información para el sector agropecuario y agroindustrial en Colombia”.



Figura 3. Diagrama de flujo de proceso plataforma “Clasifruit”

3.1 Planteamiento del problema

En la agroindustria colombiana se evidencia que el manejo pos-cosecha de las frutas se realiza manual y artesanalmente, la clasificación de los productos se lleva a cabo de forma subjetiva esto conlleva a la ineficiencia en esta actividad agrícola, presentando gran número de tiempos no productivos, esto se presenta a causa de la escasa implementación de técnicas robustas y aplicaciones tecnológicas que puedan favorecer el desarrollo del sector frutícola del país.

El proceso de clasificación de la mayoría de frutas se realiza de forma subjetiva sin tener en cuenta los parámetros que definen su calidad, esta situación limita las oportunidades de incursionar en nuevos mercados, dificulta la selección uniforme y restringe el desarrollo de la actividad agroindustrial en comparación con países tecnificados a nivel agrícola.

Se evidencia la necesidad de buscar e implementar sistemas basados en aplicaciones tecnológicas para el beneficio del sector agrícola del país, específicamente en la fase de manejo pos-cosecha de productos frutícolas.

A continuación en la tabla 1, se presenta un árbol de problemas basado en metodologías como MML – Metodología de Marco Lógico y FTA – Failure Tree Analysis, en el que se identifican las principales necesidades encontradas en el manejo pos-cosecha de clasificación y selección de las frutas:

Tabla 1. Árbol de problemas proyecto CLASIFRUIT, según metodología de marco lógico y FTA

ÁRBOL DE PROBLEMAS				
PROBLEMA CENTRAL	CAUSAS DIRECTAS	CAUSAS INDIRECTAS	EFFECTOS DIRECTOS	EFFECTOS INDIRECTOS
Carenza de implementación de sistemas tecnológicos para la clasificación de frutas	Ausencia de sistemas tecnológicos para la clasificación de frutas.	Falta de tecnificación en el sector frutícola	Baja calidad en los productos ofrecidos al mercado	Restricción de oportunidades en la inserción de nuevos mercados
		Desconocimiento de los beneficios de integrar sistemas tecnológicos en la clasificación de frutas.	Poco interés por implementar nuevas técnicas para el mejoramiento del manejo pos-cosecha	Limitación en el mejoramiento de las actividades agrícolas
	Métodos de clasificación inadecuados	Clasificación manual de las frutas	Clasificación no uniforme de las frutas	Limitación de tipos de productos, de acuerdo a su clasificación, ofrecidos al mercado
		Inadecuada clasificación	Baja rentabilidad del negocio por clasificación inadecuada de las frutas	Pérdida de clientes potenciales
	Clasificación subjetiva de las frutas	Bajo conocimiento de normas que definen la calidad de las frutas	Bajos estándares de calidad en los productos ofrecidos al mercado	No cumplimiento de estándares de calidad para clasificación de frutas
	Carenza de infraestructura energética para la implementación de sistemas tecnológicos	Zonas limitadas al suministro eléctrico	Reducidas aplicaciones tecnológicas implementadas para el manejo pos-cosecha de las frutas	Generación de tiempos no productivos

3.2 Análisis de participación

En primera instancia el proyecto busca beneficiar el sector de la fruticultura en las actividades de clasificación de acuerdo a características organolépticas de las frutas: color, tamaño y forma, desarrollando una plataforma tecnológica basada en técnicas robustas de procesamiento digital de imágenes e inteligencia artificial, adicionalmente se propone que el sistema funcione con energía solar fotovoltaica para tener una mayor cobertura en la implementación de este tipo de proyectos, teniendo en cuenta que aún existen zonas no interconectadas a la red eléctrica.

Esta propuesta busca fomentar un impacto positivo en el sector agroindustrial del país, aplicando sistemas tecnológicos para fortalecer las actividades agrícolas, vinculando a los agricultores y comercializadores de frutas, mejorando la actividad productiva en la fase de pos-cosecha de las frutas. En la figura 4, se identifican las entidades y grupos de mayor interés en el desarrollo del proyecto, estos grupos serán los más beneficiados con los

Instituciones	Grupos de interés	Otros
<ul style="list-style-type: none">• Entidades gubernamentales del sector agrícola• Empresas comercializadoras de frutas.• Compañías productoras de frutas.	<ul style="list-style-type: none">• Agricultores de frutas• Comercializadores de frutas a nivel nacional e internacional.	<ul style="list-style-type: none">• Pequeñas y medianas empresas del sector agrario

resultados de la plataforma de clasificación de frutas.

Figura 4. Nivel de participación

En la figura 5, se analizan los problemas e intereses potenciales de los principales interesados identificados en la figura 4 de nivel de participación, con este análisis se pretende generar una solución con un impacto de innovación tecnológica en el sector agrícola en la cadena agroindustrial de las frutas, vinculando principalmente a los agricultores y comercializadores de productos frutícolas.

	Instituciones (Entidades del sector frutícola)	Grupos de interés y otros (Agricultores y comercializadores de frutas)
Problemas	<p>Perdidas económicas a causa de la inadecuada clasificación de la fruta.</p> <p>Disminución en la calidad de las frutas ofrecidas al mercado.</p> <p>Disminución en la utilidad obtenida por el incumplimiento con los estándares de calidad establecidos para la exportación.</p> <p>Falta de innovación tecnológica en el sector agrícola</p>	<p>Productos no aptos para el consumo y conservación.</p> <p>Perdidas económicas en la producción.</p> <p>Aumento en tiempos de clasificación de la fruta.</p> <p>Clasificación con bajos niveles de criterios objetivos en la selección de las frutas.</p>
Intereses potenciales	<p>Métodos de clasificación adecuados para identificar el grado de madurez de la fruta para su posterior comercialización.</p> <p>Optimización de la calidad ofrecida al mercado cumpliendo con los estándares nacionales e internacionales que definen la calidad de las frutas.</p> <p>Procesos agroindustriales económicamente viables.</p> <p>Aumento en la capacidad tecnológica de las empresas agroindustriales.</p>	<p>Disminución en los tiempos de trabajo.</p> <p>Optimización del proceso de selección de las frutas con el fin de reducir tiempos de trabajo, mejorar la calidad y aumentar la utilidad en el proceso.</p> <p>Fomentar la inclusión de procesos tecnificados para mejorar el rendimiento y la utilidad financiera del manejo pos-cosecha.</p>

Figura 5. Análisis de participación

3.3 Objetivos del proyecto

3.3.1 Objetivo general del Trabajo Fin de Master

Desarrollar una propuesta para la financiación pública del diseño e implementación de una plataforma tecnológica para la clasificación de diferentes frutas con la posibilidad de funcionamiento con energía solar fotovoltaica.

3.3.2 Objetivo general del proyecto

Desarrollar una plataforma tecnológica para la clasificación de diferentes frutas a partir de sus características organolépticas: color, tamaño y forma, con la posibilidad de funcionamiento con energía solar fotovoltaica.

3.3.3 Objetivos específicos

- ✓ Implementar un sistema tecnológico para la clasificación de frutos de diferentes tipos.
- ✓ Desarrollar un programa basado en procesamiento digital de señales para identificar la calidad de los frutos de acuerdo a sus características organolépticas (color, tamaño, forma).
- ✓ Integrar la plataforma tecnológica de clasificación de frutos con un sistema de energía solar fotovoltaica.

En la tabla 2, se presenta un árbol de objetivos desarrollado de acuerdo a lo estipulado en la MML (Metodología de Marco Lógico).

Tabla 2. Árbol de objetivos proyecto CLASIFRUIT, según metodología de marco lógico

ÁRBOL DE OBJETIVOS				
OBJETIVO CENTRAL	MEDIOS DIRECTOS	MEDIOS INDIRECTOS	FINES DIRECTOS	FINES INDIRECTOS
Desarrollar una plataforma tecnológica para la clasificación de frutas a partir de sus características organolépticas: color, tamaño y forma, con la posibilidad de funcionamiento con energía solar fotovoltaica.	Implementar un sistema tecnológico para la clasificación de frutas.	Tecnificar el sector frutícola	Aumento en la calidad en los productos ofrecidos al mercado.	Aprovechamiento de oportunidades en la inserción de nuevos mercados
		Identificar los beneficios de integrar sistemas tecnológicos en la clasificación de frutas.	Interacción de nuevas técnicas para el mejoramiento del manejo pos-cosecha de frutas	Mejoramiento de la productividad de las actividades agrícolas
	Ofrecer técnicas robustas para la clasificación de frutas	Clasificar de forma automática frutas de diferentes tipos	Clasificación uniforme de las frutas	Limitación de tipos de productos, de acuerdo a su clasificación, ofrecidos al mercado
		Ofrecer técnicas adecuadas de clasificación de frutas	Aumento en la rentabilidad del negocio por clasificación de las frutas de acuerdo a las necesidades del mercado	Alianzas con clientes potenciales
	Clasificar frutas de acuerdo a características organolépticas de las frutas	Implementar normas que definen la calidad de las frutas	Aplicación de estándares de calidad en los productos ofrecidos al mercado	Cumplimiento de estándares de calidad para clasificación de frutas
	Integrar la plataforma tecnológica de clasificación de frutas con un sistema de energía solar fotovoltaica	Ofrecer alternativas para la implementación de plataformas tecnológicas en zonas no interconectadas a la red eléctrica.	Aumento en aplicaciones tecnológicas implementadas para el manejo pos-cosecha de las frutas	Disminución de tiempos no productivos y aprovechamiento de recursos
		Brindar un sistema de respaldo para aplicaciones implementadas en zonas interconectadas a la red eléctrica.	Disminución de costos energéticos	Aumento en la rentabilidad del negocio.

En las tabla 3 y 4, se describen los objetivos, general y específico relacionando cada objetivo con los requerimientos de usuario

Tabla 3. Objetivo general con resultados directamente relacionados

Objetivo General	% Peso del objetivo	Justificación
Desarrollar una plataforma tecnológica para la clasificación de frutas a partir de sus características organolépticas: color, tamaño y forma, con la posibilidad de funcionamiento con energía solar fotovoltaica	100 %	Para satisfacer la necesidad de tecnificar algunos procesos de manejo pos-cosecha en la industria frutícola es indispensable el desarrollo de plataformas tecnológicas para el mejoramiento y automatización de actividades como la clasificación de frutas de diferentes tipos de acuerdo a sus características físicas, además es necesario generar soluciones que se puedan implementar en las regiones donde se desarrolla la actividad económica, teniendo en cuenta que en el país hay lugares no interconectados a la red eléctrica y para satisfacer las necesidades de tecnificación agrícola es necesario aprovechar los recursos naturales como el sol, para generar la energía necesaria para este tipo de aplicaciones.

Tabla 4. Objetivos específicos con resultados directamente relacionados

Objetivos Específicos1	% Peso del objetivo general	Requerimientos de usuario	Indicador Verificable	Resultados relacionados	Meses de Ejecución*
Implementar un sistema tecnológico para la clasificación de frutas.	30%	Sistema de clasificación que tenga la posibilidad de seleccionar el tipo de fruta a procesar, las frutas a clasificar son: cítricos (naranja, mandarina, limón, lima), mangos, guayabas, manzanas, duraznos, ciruelas, lulo y tomate de árbol.	Cantidad de tipos de frutas a clasificar	1. Plataforma tecnológica para la clasificación de frutas. 2. Programa con las diferentes opciones de frutas a clasificar. 3. Sistema de control del sistema de clasificación de frutas.	8

Clasificar frutas de acuerdo a características organolépticas de las frutas.	20%	Clasificación de frutas por color, tamaño y forma	Índice de clasificación incorrecta de frutas por color, tamaño y forma	1. Clasificación por color	8
				2. Clasificación por forma	
				3. Clasificación por tamaño	
Ofrecer técnicas robustas para la clasificación de frutas.	25%	Implementación de aplicaciones tecnificadas en el sector agrícola que puedan satisfacer las necesidades de los agricultores.	Nivel de robustez de la plataforma de clasificación Nivel de seguridad y confiabilidad del sistema	1. Plataforma desarrollada con técnicas de procesamiento digital de imágenes	8
				2. Software robusto y con capacidad de análisis de gran cantidad de datos	
				3. Plataforma de desarrollo confiable y segura	
Integrar la plataforma tecnológica de clasificación de frutas con un sistema de energía solar fotovoltaica.	25%	La plataforma tecnológica debe funcionar con energías alternativas para contrarrestar las necesidades energéticas de las regiones en las que se implementaría el sistema y disminuir costos energéticos en aplicaciones donde se integre con energía convencional.	% de ahorro en costos de energía en aplicaciones que trabajen en conjunto con sistemas convencionales	1. Sistema de energía fotovoltaica	10
				2. Plataforma integrada con sistema de energía fotovoltaica.	
				3. Documentación técnica y asesoría sobre operación, funcionamiento y mantenimiento del sistema completo.	

3.4 Justificación

Colombia es uno de los países con mayor producción frutícola, sin embargo, el desarrollo de la agroindustria de las frutas y su encadenamiento con el sector primario, ha tenido problemas relacionados con el suministro de materia prima, generados por los bajos índices de calidad de las frutas, al no cumplir con los requerimientos mínimos de selección y clasificación, para su procesamiento. (Catarina Pedro et. al P. N., 2012)

En el sector frutícola colombiano se evidencia la necesidad de generar nuevos métodos de tecnificación que cumplan con los requerimientos del mercado, teniendo como ventaja poseer la materia prima a nivel nacional, disminuyendo costos productivos e incentivando el desarrollo agroindustrial del país.

De acuerdo al Plan Frutícola Nacional (PFN), aunque el sector frutícola tiene potencial para el desarrollo económico a nivel nacional e internacional, no se han tomado las medidas necesarias para incentivar el desarrollo de las actividades agroindustriales de las frutas, para esto propone desarrollar diferentes capacidades para que la fruticultura colombiana alcance una prospera participación a nivel de producción y exportaciones de productos agrícolas, dentro de los objetivos que busca el PFN se encuentran, desarrollar las capacidades para garantizar la calidad de productos y procesos, desarrollar y adaptar tecnologías, entre otros. (LEGISCOMEX, 2013)

Para satisfacer las necesidades del sector frutícola en la fase de pos-cosecha, es de gran importancia desarrollar e implementar en el sector agroindustrial, sistemas de identificación de madurez basados en técnicas de procesamiento digital de señales, que puedan determinar de manera precisa el porcentaje de maduración de las frutas a partir de características organolépticas, mejorando la calidad en el proceso de selección y clasificación, disminuyendo tiempos no productivos, y de esta manera fomentar la estandarización de los productos a comercializar a nivel nacional e internacional.

Además, con la implementación de tecnología innovadora y técnicas sofisticadas en este sector del mercado, se facilitaría a los productores un método de clasificación y selección robusta que les permitiría aumentar la utilidad obtenida de la producción frutícola.

3.5 Estado del arte

El control de calidad en los productos alimenticios se ha desarrollado a medida que han evolucionado los sistemas de información, con el desarrollo de nuevos productos tecnológicos aplicados en el sector agrícola los procesos se han tecnificado aumentando la eficiencia y rentabilidad de las actividades económicas basadas en los procesos agroindustriales. Actualmente muchos países están haciendo uso de tecnología para aumentar la productividad y llevar un control de calidad riguroso, asegurando la óptima calidad de los productos ofrecidos al mercado. A continuación se presentan algunas aplicaciones de sistemas de clasificación para la identificación de características de productos alimenticios.

“High Speed Vision-Based Quality Grading of Oranges”, en este proyecto se desarrolla un sistema de visión artificial por medio del cual se realiza la clasificación de naranjas teniendo en cuenta criterios de calidad por tamaño, forma, coloración y rasgos de defectos en la piel de la fruta. (Recce, Taylor, Piebe, & Tropiano, 1996)

De acuerdo a lo enunciado por (Larcher, 2013), el objetivo de muchos de los sistemas basados en visión artificial es identificar características relevantes de los productos para relacionarlos con la calidad interpretada por los consumidores, además afirma que las capacidades de los sistemas de visión artificial superan las capacidades humanas permitiendo evaluar los procesos a largo plazo teniendo en cuenta criterios objetivos que garantizan la calidad en la selección teniendo en cuenta parámetros externos.

Blasco en 2007, enuncia que la calidad y los precios de las frutas dependen de los defectos externos de los productos, esta situación se genera por la apreciación visual de los consumidores en el momento de adquirir una fruta, por eso las empresas dedicadas al empaque de productos frutícolas requieren sistemas robustos para detectar defectos externos en la piel de las frutas sin confundirlos con el cáliz o con la cavidad peduncular. (Blasco, 2007)

En Colombia se han realizado varias investigaciones sobre los procesos de clasificación de frutas en los que se identifica la importancia de desarrollar e implementar sistemas de visión artificial para mejorar los procesos agroindustriales, como lo menciona (ROMERO, 2014), los sistemas de visión artificial permiten identificar características en las frutas para realizar la valoración en tiempo real de la calidad del producto, esto asegura una selección completa durante la producción.

En el proyecto desarrollado por Montoya, et al. en 2014, de la Universidad de Tecnológica de Pereira, realiza la identificación de frutas tropicales latinoamericanas usando técnicas de visión artificial, en el desarrollo del trabajo compara diferentes métodos de procesamiento de imágenes como RGB, bayesiano, KNN y modelos de color RGB y HSV, logrando obtener una eficiencia en la clasificación de frutas de un 90% usando el modelo RGB. Como resultado final de esta investigación se obtiene una balanza electrónica con la capacidad de identificar frutas tropicales. (Montoya Holguin, 2014)

3.6 Marco teórico

En esta sección se realiza la definición de algunos conceptos clave para el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta las definiciones de las normas técnicas colombianas y estándares internacionales. Adicionalmente se identifican las variables y parámetros que definen la calidad de las frutas, de acuerdo a normas alimentarias nacionales e internacionales.

3.6.1 Definiciones

A continuación se presentan algunas definiciones de interés para el desarrollo de la propuesta de acuerdo a la norma NTC 1291 del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – ICONTEC y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – CORPOICA.

Calidad: Es el conjunto de características físicas, químicas y sensoriales de una fruta, que permite compararla como buena o mala respecto a las demás de la misma especie, se define de acuerdo a propiedades como color, aroma, forma, consistencia, sanidad, tamaño y sabor, de estos rasgos depende el valor comercial del producto. (ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 1997)

Clasificación: Es la actividad de ordenar las frutas de acuerdo a su calidad.

Selección: Es la actividad de separar productos malos, de acuerdo a defectos presentes en la fruta como deformaciones, ataques de insectos o golpes, que impidan su comercialización o procesamiento. (CORPOICA, 2016)

Maduración: Es el proceso fisiológico de crecimiento y desarrollo de una fruta que sufre una transformación para ser posteriormente consumido. (CORPOICA, 2016)

Madurez: Esta es la última fase del proceso de maduración, donde la fruta alcanza el estado de calidad mínimo aceptable para el consumidor. (CORPOICA, 2016)

Madurez comercial: Es el estado de una fruta cuando alcanza el grado de desarrollo para su comercialización. (ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 1997)

Madurez fisiológica: Es el estado de una fruta cuando ha logrado su grado máximo de desarrollo. (ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 1997)

3.6.2 Parámetros de clasificación de las frutas

La clasificación de las frutas de acuerdo a la norma técnica colombiana NTC 1291, (ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 1997), se realiza de acuerdo a las características de calidad definidas para cada producto y se clasifican en:

- ✓ Calidad extra
- ✓ Calidad primera
- ✓ Calidad segunda

Las variables que definen la calidad de las frutas son:

Externas

- ✓ Color externo
- ✓ Consistencia
- ✓ Tamaño
- ✓ Forma
- ✓ Calibre

Internas

- ✓ Sólidos solubles totales (SST) o °Brix
- ✓ Sabor
- ✓ Fructosa
- ✓ Aroma
- ✓ Textura
- ✓ pH

A continuación, en la tabla 5, se referencia una tabla en la que se describen los componentes de calidad para frutas y hortalizas.

Tabla 5. Variables de calidad de las frutas y hortalizas

CALIDAD	COMPONENTES
Apariencia	Brillo: naturaleza de la cera superficial Color: uniformidad, intensidad Defectos: externos e internos Defectos entomológicos Defectos físicos y mecánicos Defectos fisiológicos Defectos morfológicos Defectos patológicos Figura y forma: Diámetro, profundidad, radio, compactación, uniformidad. Tamaño: Dimensiones, peso y volumen
Sabor (gusto y olfato)	Acidez Astringencia Amargor Aroma (compuestos volátiles) Dulzor Olores y sabores extraños o desagradables
Seguridad	Contaminantes (residuos químicos, metales pesados) Contaminación microbiana Micotoxinas Toxinas naturales
Textura (sensación)	Comestibilidad, arenosidad Correosidad y fibrosidad Firmeza, dureza, suavidad Suculencia, jugosidad Textura crujiente
Valor nutricional	Carbohidratos (incluyendo fibra dietética) Lípidos Minerales Proteínas Vitaminas

Fuente: (Bruhn, 2007)

3.6.3 Normatividad vigente

En todos los procesos agroindustriales y agrícolas se deben cumplir con normas que regulen los procedimientos de manejo antes, durante y después de la cosecha de las frutas, para garantizar que los productos ofrecidos a los clientes finales han tenido un proceso controlado cumpliendo con estándares de calidad certificados y buenas prácticas agrícolas – BPA.

A nivel internacional existe el Codex Alimentarius o Código Alimentario, establecido por la Organización Mundial de la Salud – OMS y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO, con el objetivo de elaborar normas internacionales que protejan la salud de los consumidores y regulen las buenas prácticas en la comercialización de alimentos. Dentro estas normas, se encuentra el Codex para frutas y hortalizas frescas, donde se describen y establecen los lineamientos de calidad para cada producto. En estas normas las frutas se clasifican por sus características organolépticas como coloración, forma, calibre, peso, apariencia de la piel, estado de la pulpa. (OMS, FAO, 2007)

A nivel nacional, se encuentran las Normas Técnicas Colombianas NTC, establecidas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – ICONTEC, dentro de estas normas se encuentran establecidos los requerimientos mínimos que definen la calidad de las frutas de acuerdo al estado de madurez, tamaño, color, forma, consistencia, pH, acidez, SST, °Brix, peso, calibre, entre otras características.

La clasificación de las frutas en las normas NTC y en el Codex Alimentarius, se divide en las siguientes categorías:

- ✓ Extra, para las frutas con calidad superior, solo admite defectos superficiales que no afecten la apariencia general.
- ✓ Primera, para frutas de buena calidad, se permiten defectos leves de coloración, forma y de la piel de los frutos, no se admiten defectos que afecten la pulpa de las frutas.
- ✓ Segunda, para frutas de buena calidad, se admite un rango mayor en la tolerancia de aceptación de criterios de calidad por características externas, no se permiten daños que afecten la pulpa de la fruta.

3.7 Metodología

El desarrollo de esta propuesta se realiza siguiendo los lineamientos de la Metodología de Marco Lógico – MML, en la que se desarrolla un árbol de problemas identificando las causas directas e indirectas del problema central y los efectos que pueden tener.

Para la identificación del problema también se aplica el concepto de análisis probabilístico de riesgos basados en FTA – Fault Tree Analysis, ampliamente usados en el diseño de un proyecto para identificar las causas potenciales de un problema, a partir de este encontrar la solución y definir los objetivos del proyecto. (Machiavelo, 2011)

El desarrollo de software se realizará de acuerdo a los lineamientos de la metodología ágil SCRUM que se utiliza para la gestión cuando se va a desarrollar un software, el objetivo principal de esta metodología es máxima el retorno de la inversión ROI. (Cendejas, 2014)

Para el desarrollo de pruebas funcionales se realizaran protocolos que describen las pruebas a realizar en la calificación de diseño DQ – Design Qualification donde se verifica que el diseño propuesto es acorde a los requerimientos del cliente, cumple con requisitos funcionales establecidos por el cliente y cumple con el objetivo principal del proyecto.

En la calificación de instalación IQ – Installation Qualification, se verificará que la plataforma instalada cumple con lo solicitado en el diseño y se encuentra bien estructurada cumpliendo normas básicas de seguridad industrial y de funcionalidad del sistema.

En la calificación de operación OQ – Operation Qualification, se establecen las pruebas que permitan verificar la correcta operación del sistema de acuerdo a lo requerido en el diseño, en el caso de este proyecto se verificará que la plataforma cuente con un software de control el cual debe tener la posibilidad de seleccionar el tipo de fruta a clasificar y verificar que realiza la selección de acuerdo a las características organolépticas definidas.

En la calificación de desempeño PQ – Performance Qualification, se ejecutarán pruebas que permitan demostrar la funcionalidad del sistema en condiciones normales de operación y en situaciones límites de operación retando el sistema a trabajar en condiciones del posible pero escenario, se evaluará la repetitividad, confiabilidad y seguridad del sistema. (Ofnisystems, 2016)

La validación del software se realizará mediante evaluaciones basadas en análisis de riesgos de acuerdo los requerimientos establecidos en la guía GAMP de buenas prácticas de fabricación automatizada.

A continuación en la tabla 6, se desarrolla la matriz de marco lógico, donde se describe el fin, propósito y los entregables del proyecto con su descripción, actividad, indicador, fuente de verificación y supuestos.

Tabla 6. Matriz de Marco Lógico

	Resumen narrativo	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Fin	Desarrollar una plataforma para la clasificación de frutas de forma automática usando energía fotovoltaica	Cantidad de frutas a clasificar. % de precisión y exactitud en la clasificación.	Plataforma entregada a los beneficiarios Informes de entidades beneficiarias Bach record de las actividades de clasificación de la plataforma	
Propósito	Implementar un sistema tecnológico basado en técnicas robustas para la clasificación de frutas a partir de características organolépticas, integrado con un sistema de solar fotovoltaico	Sistemas de clasificación implementados. Características de clasificación.	Ánalisis de la entidad acompañante Informe de entrega de la entidad ejecutora Informe de pruebas funcionales en sitio.	Capacidad tecnológica suficiente para el desarrollo del proyecto
Componentes	C1. Implementar un sistema tecnológico para la clasificación de frutas. C1.1. Plataforma tecnológica para la clasificación de frutas. C1.2. Programa con las diferentes opciones de frutas a clasificar. C1.3. Sistema de control de la plataforma de clasificación de frutas y sistema de energía solar.	Variedad de frutas a seleccionar en el software de la plataforma.	Manuales de usuario de la plataforma. Pruebas funcionales de software de la aplicación tecnológica	Los recursos asignados son suficientes para el desarrollo del proyecto. La solución propuesta cumple con los requerimientos de los beneficiarios.
	C2. Clasificar frutas de acuerdo a características organolépticas de las frutas C2.1. Clasificación por color C2.2. Clasificación por forma C2.3. Clasificación por tamaño	Índice de clasificación incorrecta de frutas por color, tamaño y forma % de exactitud en la clasificación por color, forma y tamaño.	Informes de las pruebas de diseño, instalación, operación y de desempeño OQ, PQ.	Los métodos de clasificación por características organolépticas cumplen con los estándares de calidad a nivel nacional e internacional.
	C3. Ofrecer y divulgar técnicas robustas para la clasificación de frutas. C3.1. Plataforma desarrollada con técnicas de procesamiento digital de imágenes C3.2. Software robusto y con capacidad de análisis de gran cantidad de datos	Nivel de robustez de la plataforma de clasificación. Nivel de seguridad y confiabilidad del sistema de acuerdo a niveles de acceso al programa.	Documentación de software. Informes de asistencia técnica. Pruebas de diseño y funcionamiento del software de la plataforma de clasificación. Plan de divulgación y explotación de	Las técnicas implementadas satisfacen los requerimientos de los beneficiarios. El programa

	C3.3. Plataforma de desarrollo confiable y segura	% de disponibilidad para asistencia técnica.	resultados.	desarrollado cumple con las expectativas.
	<p>C4. Integración de la plataforma tecnológica de clasificación de frutas con un sistema de energía solar fotovoltaica.</p> <p>C4.1. Entrega de plataforma integrada con sistema de energía fotovoltaica</p> <p>C4.2. Documentación técnica y asesoría sobre operación, funcionamiento y mantenimiento del sistema completo</p>	% de ahorro en costos de energía en aplicaciones que trabajen en conjunto con sistemas convencionales.	<p>Documentación de diseño de la integración de la plataforma de clasificación de frutas con el sistema de energía solar fotovoltaica.</p> <p>Documentación AS BUILT de la plataforma de clasificación y del sistema de energización fotovoltaica.</p>	<p>Recursos disponibles para la integración de la plataforma y el sistema fotovoltaico.</p> <p>Participación activa de los beneficiarios en pro de la correcta funcionalidad del proyecto.</p>
Actividades	<p>Para C1:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analizar los requerimientos de usuario. 2. Realizar la descripción funcional del sistema de clasificación de frutas. 3. Identificar la metodología de desarrollo del software. 4. Definir la estructura de control de la plataforma 5. Diseñar y construir la plataforma de clasificación de frutas con el sistema fotovoltaico. 	<p>Cantidad de encuestados para la definición de requerimientos.</p> <p># De metodologías de software evaluadas.</p> <p>Plan de trabajo para la ejecución del proyecto.</p>	<p>Informes de gestión del proyecto.</p> <p>Planos y diagramas de diseño.</p> <p>Estudios realizados.</p>	<p>El diseño propuesto se encuentra dentro del alcance del proyecto en cuanto a costo, calidad y tiempo de entrega.</p> <p>Plataforma de clasificación de frutos funcional y de acuerdo a los requerimientos.</p>
	<p>Para C2:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar los protocolos de pruebas del proyecto. 2. Realizar la validación de software. 3. Elaborar las pruebas en fábrica y en sitio de las funcionalidades del proyecto. 4. Verificar la correcta clasificación de la plataforma desarrollada de acuerdo a las características organolépticas. 4. Elaborar los informes de las pruebas realizadas y realizar los ajustes requeridos para su correcto funcionamiento. 	<p># De pruebas formuladas.</p> <p># De pruebas ejecutadas de la plataforma de clasificación de frutas.</p> <p># De informes de análisis realizados.</p> <p>Correlación de resultados de clasificación de frutas.</p>	<p>Documentos finales de los protocolos elaborados para las pruebas del proyecto.</p> <p>Informes de análisis de clasificación de frutas.</p> <p>Graficas de pruebas de correlación en la clasificación de frutas.</p>	<p>Los resultados de las pruebas a realizar en la plataforma de clasificación de frutos se encuentran dentro de los parámetros y tolerancias establecidos en los protocolos.</p>

<p>Para C3:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar las técnicas empleadas en el desarrollo del software de la plataforma de clasificación de frutos. 2. Elaborar plan de divulgación y explotación de resultados del proyecto. 3. Evaluar la capacidad de procesamiento de datos en tiempo real de la plataforma de clasificación de frutos. 	<p>Estrategias de divulgación implementadas. Participación en eventos de divulgación. Estrategias de explotación implementadas. % de efectividad en la clasificación de frutas. Comparación de rendimiento en la clasificación de frutas antes y después de implementar el proyecto.</p>	<p>Registros de asistencia a eventos de divulgación. Informes de evaluación de las técnicas empleadas. Informes de divulgación de los beneficios de la implementación del proyecto.</p>	<p>Técnicas y metodologías adecuadas para la funcionalidad de la plataforma. Control continuo en el desarrollo del proyecto. Participación efectiva en los eventos de divulgación.</p>
<p>Para C4:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Integrar la plataforma de clasificación de frutas con el sistema de energía solar fotovoltaica. 2. Realizar pruebas funcionales de la plataforma integrada al sistema de energía solar. 2. Entregar la documentación técnica del proyecto. 3. Describir los temas y actividades de asesoría técnica para los beneficiarios. 4. Elaborar plan de mantenimiento y divulgarlo a las entidades beneficiarias. 5. Evaluar los resultados obtenido en la implementación del proyecto. 	<p># De pruebas ejecutadas a la plataforma integrada. Nivel de detalle en la documentación entregada. Nivel de satisfacción de los usuarios. % de aceptación de la plataforma en la actividad frutícola.</p>	<p>Actas de entrega del proyecto. Informes de evaluación de impacto del proyecto implementado. Planes de trabajo para las asesorías técnicas. Informes de acompañamiento en el arranque de proyecto.</p>	<p>Plataforma de clasificación de frutas integrado con sistema solar fotovoltaico en operación. Infraestructura acorde a los requerimientos de la plataforma. Socialización de los resultados obtenidos con los participantes del proyecto.</p>

3.8 Plan de negocios

Tabla 7. Plan de negocios de acuerdo a modelo “Canvas”

Socios clave	Actividades clave	Propuestas de valor	Relaciones con clientes	Segmentos de cliente
 Colciencias – MINTIC Electro Alianza UNIR Empresas del sector agroindustrial Cooperativas frutícolas Compañías productoras y comercializadoras de frutas Entidades en búsqueda de desarrollado agroindustrial Entidades del sector público como el ministerio de agricultura	 Implementación de técnicas robustas para la clasificación de frutas Alianzas estratégicas para el desarrollo del proyecto Gestión de talleres de formación Identificación de necesidades del sector frutícola	 Desarrollo de plataforma para clasificación de diferentes frutos Clasificación de acuerdo a características que definen la calidad de las frutas Integración de la plataforma a un sistema de energía solar Implementación en cualquier lugar del país Variedad de productos frutícolas a seleccionar Clasificación confiable y eficiente	 Acompañamiento en la implementación de la plataforma Seguimiento en el arranque y puesta en marcha de la plataforma Asistencia técnica y comercial	 Agricultores del sector frutícola Comercializadoras de frutas Productores de cítricos Productores de frutas dulces, acidas, semi-acidas y neutras Exportadores de frutas
	Recursos clave  Equipo de trabajo para el desarrollo del proyecto Tecnología para el desarrollo de la solución Herramientas de gestión para el desarrollo de la plataforma Aprovechamiento de recursos naturales		Canales  Redes de socios comerciales Página web Seminarios Voz a voz Conferencias Venta directa	
Estructura de costes  Desarrollo de plataforma con apoyo de la convocatoria de la alianza MINTIC – COLCIENCIAS Desarrollo del sistema integrado con recursos de los socios para el desarrollo del proyecto Desarrollo, publicidad, software, hardware, gastos de personal, infraestructura y gastos generales de viajes y/o trabajo de campo.		Fuentes de ingresos  Venta de plataforma para la clasificación de frutas a partir de sus características organolépticas Prestación de servicio de mantenimiento Prestación de servicio técnico Asesoramientos para desarrollo de aplicaciones de acuerdo a las necesidades del cliente Diseño y desarrollo de la plataforma		

3.9 Impactos esperados

En esta sección se realiza un análisis del impacto que puede llegar a tener el desarrollo de la plataforma tecnológica para la clasificación de frutos integrada a un sistema de energía solar fotovoltaica, se analiza el impacto científico – tecnológico, ambiente, sociedad, productividad y competitividad para la entidad beneficiaria.

3.9.1 Impacto científico – tecnológico

El sector agroindustrial colombiano se encuentra en la búsqueda de oportunidades de mejoramiento para fortalecer las actividades agrícolas y aumentar el crecimiento económico del país, para lograr esta búsqueda es necesario implementar tecnologías que puedan satisfacer las necesidades del sector.

Este proyecto ofrece la integración de la tecnología con un proceso agroindustrial, la clasificación de frutas, esta actividad se ha venido desarrollando de forma manual y tradicional a causa del poco acceso a la tecnología y al suministro eléctrico de algunas zonas del país. Con el desarrollo de una plataforma tecnológica para la clasificación de frutas a partir de sus características organolépticas y que funcione a partir de energía renovable, se brindara a los agricultores una alternativa para empezar a tecnificar sus actividades agrícolas.

Se realizará un análisis detallado sobre las necesidades tecnológicas del sector agrícola, investigando sobre diferentes tecnologías que se puedan implementar en las zonas de cultivo de frutas del país, que se adapten a las necesidades y requerimientos del proceso.

Se identificarán los componentes técnicos disponibles para la adquisición, procesamiento y análisis de la información, sistemas de comunicación y alternativas de energías renovables para la integración de la plataforma tecnológica con un sistema de energía no convencional y que se adapte fácilmente con el proceso de clasificación de frutas. Las investigaciones se ejecutarán en conjunto con la empresa ejecutora y la entidad acompañante.

El principal impacto tecnológico de este proyecto es la inserción de la tecnología en sector agroindustrial Colombiano, mejorando la actividad productiva de clasificación de fruta a partir de un proceso automatizado capaz de clasificar las frutas de acuerdo a las características organolépticas definidas por los estándares de calidad. Adicionalmente, se ofrece una solución tecnológica que no requiere de mayores costos energéticos, teniendo en cuenta que para su funcionamiento solo requiere energía solar fotovoltaica.

3.9.2 Impacto sobre medio ambiente y la sociedad

El proyecto “Clasifruit” será desarrollado de acuerdo a tecnologías que tengan un nivel de avance adecuado para la implementación de este tipo de proyectos en sectores ubicados en zonas no interconectadas a la red eléctrica, fomentando el crecimiento económico y mejorando la calidad de vida de las personas que se beneficiarán con la adecuación de la plataforma tecnológica en los procesos de clasificación de frutas.

Teniendo en cuenta que la plataforma tecnológica para la clasificación de frutas, funcionará con energía solar fotovoltaica tendrá un impacto positivo para el medio ambiente, aportando al desarrollo de soluciones tecnológicas con energías renovables en pro del beneficio de la sociedad.

3.9.3 Impacto sobre la productividad y competitividad de la entidad beneficiaria

La plataforma de clasificación de frutas “Clasifruit”, será de gran relevancia para el desarrollo de la actividad económica de las empresas o entidades que la implementen, ya que al realizar la clasificación de frutas de forma automática teniendo en cuenta características organolépticas como color, forma y tamaño, conllevará al aumento en la eficiencia del proceso agroindustrial, reduciendo tiempos no productivos, aumentando los índices de calidad en la selección de los frutos, disminuyendo costos operativos, ofreciendo al mercado productos clasificados de acuerdo a normas nacionales e internacionales en las que se definen la calidad de los productos frutícolas, aumentando la competitividad frente a otras entidades e implementando técnicas sofisticadas para el desarrollo del sector agrícola del país.

3.10 Gestión del proyecto

La gestión del proyecto se realiza desde el inicio hasta la final del proyecto, es uno de los aspectos más importantes para obtener resultados exitosos donde se llevan a cabo actividades de coordinación, control, seguimiento, análisis de riesgos y toma de decisiones. A continuación, se describe la estructura de gestión del proyecto estableciendo el organigrama, definiendo los roles y responsabilidades de los integrantes.

Se presenta el plan de calidad donde se definen las métricas para evaluar el grado de cumplimiento de los requerimientos dispuestos desde el inicio del proyecto.

En esta sección, se realiza la descripción del plan de divulgación y de explotación de resultados del proyecto “Clasifruit”.

3.10.1 Estructura de gestión

En la estructura de gestión se establece un proceso para la revisión de la alta dirección, procedimiento para la revisión cuyo objetivo es determinar la eficacia y calidad del proyecto que permitirán tomar las acciones necesarias para la mejora continua del proyecto. Esta revisión se realizará periódicamente por parte de la alta dirección. La estructura de gestión del proyecto para alcanzar los objetivos planteados, está compuesta por el Project manager, un coordinador técnico, un comité de control de calidad, líderes de paquetes de trabajo y los responsables de las tareas. El organigrama del proyecto se presenta en la figura 6.

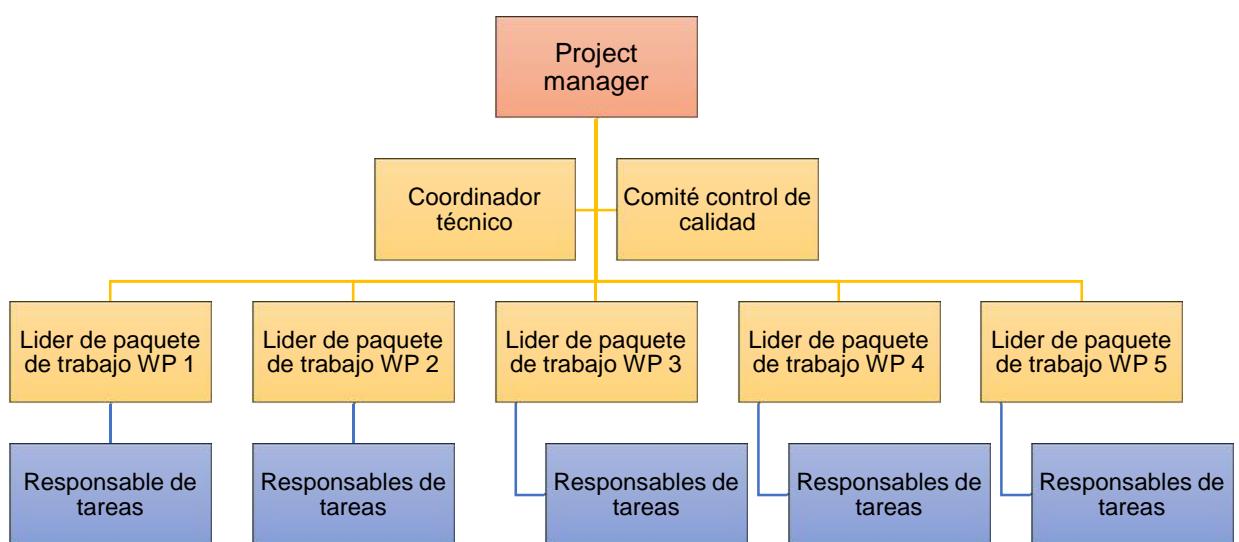


Figura 6. Organigrama del proyecto

Se crea un equipo de liderazgo, dirigido por el Project manager, quien establece un procedimiento en el que se comunicará a todos los funcionarios la importancia del proyecto, los reglamentos, las reuniones y estrategias para lograr el éxito. Toda la estructura de gestión del proyecto tendrá la función de:

- ✓ Asegurar una evaluación de las necesidades y los logros de las diferentes actividades en las que se divide el proyecto, facilitando el acceso a la documentación generada.
- ✓ Mantener el control de las actividades críticas del proyecto, asegurar que el proyecto se está desarrollando dentro de los plazos estimados.
- ✓ Garantizar el cumplimiento de los objetivos y tareas correspondientes del proyecto.

Project Manager

El Project manager es el representante de la alta dirección del proyecto, es el encargado de tomar las decisiones finales para el beneficio del proyecto y se encarga de la administración de recursos.

Dentro de sus funciones también se encuentra, abordar las problemáticas, identificar oportunidades del proyecto, presentar un plan detallado de las actividades y tareas del proyecto con su debido control del análisis del desarrollo en términos de tiempo y progreso, integrando la toda la documentación necesaria del proyecto, el registro de las reuniones para el proceso de validación ante la entidad patrocinadora. Esto sin olvidar motivar, conducir, dirigir a los socios del proyecto con sus respectivas actividades, asegurando una adecuada comunicación, complementando recursos, capacidades y competencias de los programas necesarios para el desarrollo y exitoso desenlace del proyecto.

Comité control de calidad

El comité de control de calidad se encargará principalmente el llevar a cabo el control y seguimiento de las actividades, verificando el cumplimiento de los requerimientos de calidad solicitados por los clientes.

Dentro del comité de calidad se encuentran las actividades de aseguramiento, encargada de definir las métricas de calidad para evaluar los avances y resultados del proyecto, esto se debe realizar con un panel de expertos en el tema.

Para el control del proyecto la documentación requerida se presentará mediante:

- ✓ Reportes de supervisores de área
- ✓ Indicadores de resultados
- ✓ Avances de proyecto y cronograma ejecutado
- ✓ Muestreo y mapeo del sistema en ejecución una vez esté en funcionamiento
- ✓ Seguimiento de ruta crítica de las actividades del proyecto
- ✓ Informes de avances y sucesos importantes del desarrollo
- ✓ Análisis de resultados y propuestas de mejora continua

Esto con el fin de tener los soportes necesarios para su documentación y verificación del consolidado del proyecto

Coordinador técnico

El coordinador técnico se encargará de liderar los aspectos técnicos del proyecto, tiene la responsabilidad de regular toda la documentación y gestión de la información científica con la aprobación de todos los socios.

También tendrá la función de informar al Project manager sobre el estado de las actividades y progreso técnico, analizar las alternativas de ingeniería para resolver problemas presentados, proponer soluciones para el mejoramiento de la plataforma e identificar.

El coordinador técnico tendrá la responsabilidad de liderar el diseño, desarrollo, ejecución de pruebas, integración de la plataforma al sistema de energía fotovoltaica e implementar el proyecto en los sitios indicados por las entidades beneficiarias.

Líderes de paquetes de trabajo

Los líderes de los paquetes de trabajo tienen como objetivo principal el monitoreo de actividades, indicando la eficacia de los instrumentos de comunicación, verificando que el desarrollo del cronograma se está cumpliendo, garantizando que exista un responsable aunque el objetivo se logre con ayuda de todos los participantes. Además, debe garantizar que todas las actividades estén documentadas, informar en los comités de gestión de proyecto al Project manager sobre el estado y progreso de las actividades.

Responsables de tareas

La función principal de los responsables asignados a cada tarea dentro de los paquetes de trabajo es garantizar el cumplimiento en tiempo, calidad y costo de los entregables de cada paquete de trabajo.

Deben informar a los líderes de los paquetes de trabajo sobre el estado de las tareas, indicadores de actividades, necesidades de recursos y puntos a mejorar para obtener buenos resultados al final del proyecto.

3.10.2 Plan de trabajo

El desarrollo del proyecto se llevará a cabo en cinco fases, en la figura 7 se presenta la estructura de desarrollo del trabajo, donde se puede ver que las fases de gestión y divulgación y explotación se desarrollarán en paralelo durante todo el proyecto.

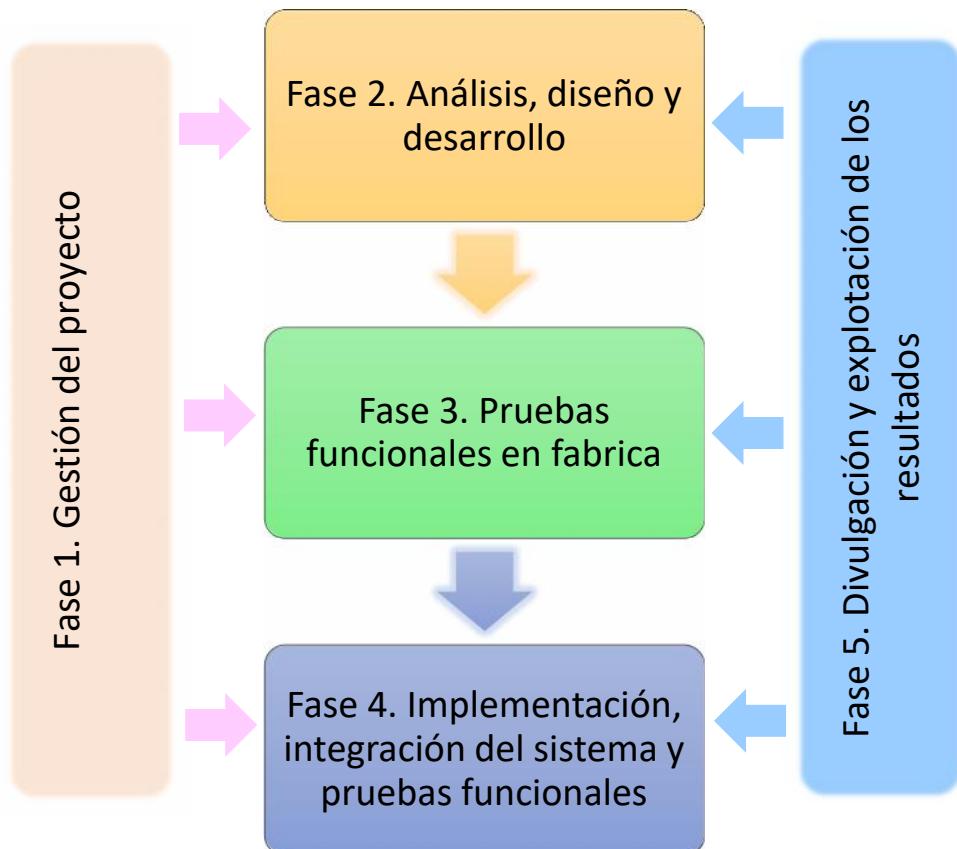


Figura 7. Estructura plan de trabajo

3.10.2.1 Work Breakdown Structure – WBS

La estructura detallada de trabajo – WBS, es la descomposición del alcance en entregables que definen los paquetes de trabajo del proyecto, con los cuales se busca cumplir con los objetivos planteados. A continuación, en la figura 8 se muestra la estructura detallada de trabajo – WBS del proyecto:

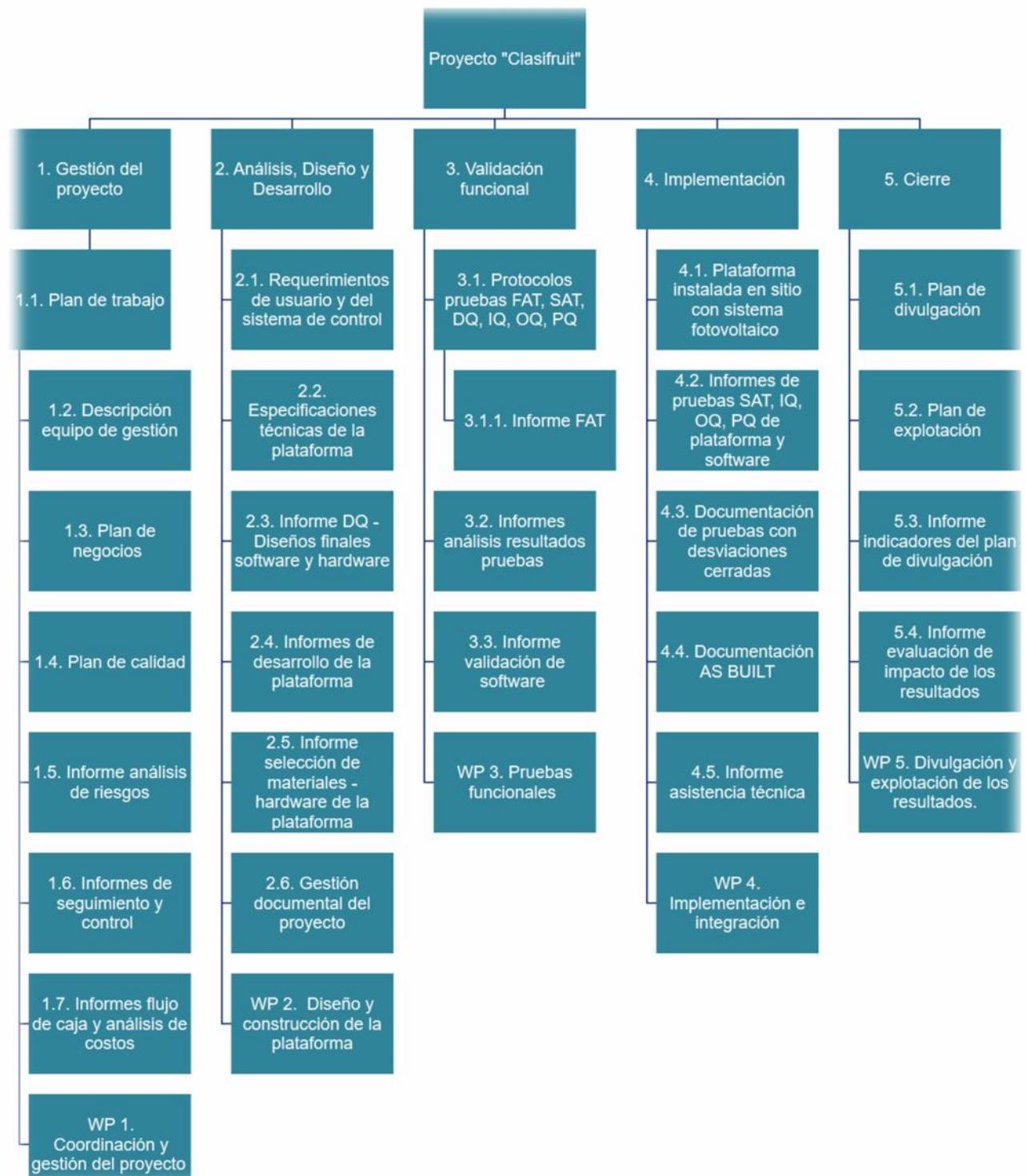


Figura 8. Estructura detallada de trabajo - WBS

3.10.2.2 Descripción de paquetes de trabajo

En la estructura detallada de trabajo – WBS de la figura 8, se identifican en los niveles inferiores los paquetes de trabajo (WP: Work Packages), uno por cada entregable principal, para el desarrollo del proyecto se subdividen en actividades con las cuales se obtendrá el entregable.

A continuación, en la figura 9 se pueden ver las actividades que componen cada uno de los paquetes de trabajo:

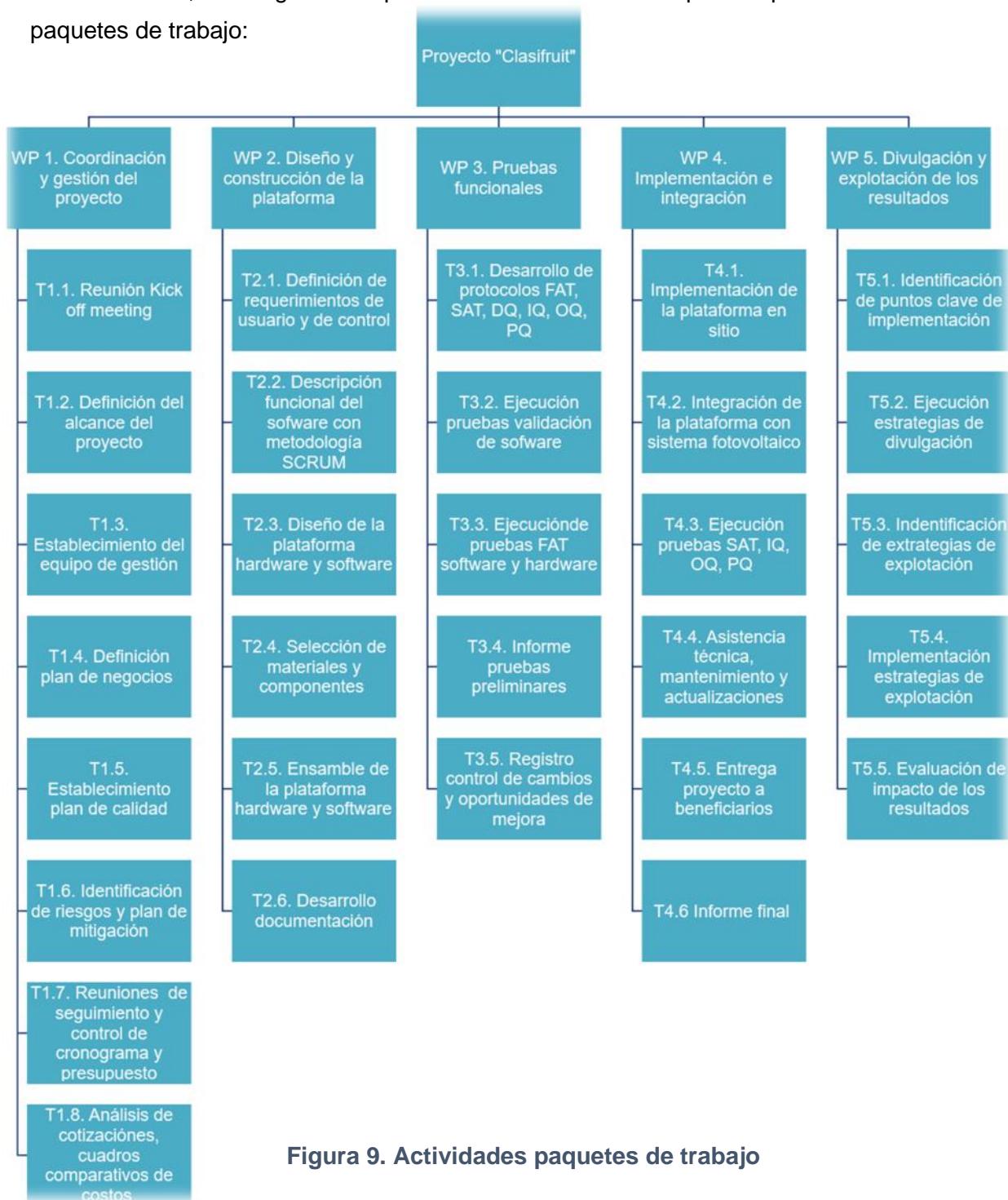


Figura 9. Actividades paquetes de trabajo

A continuación en la tabla 8, se presentan los paquetes de trabajo con las fechas estimadas de ejecución, las personas y líderes asignados:

Tabla 8. Paquetes de trabajo – WP

Nº. WP	Paquete de trabajo	Mes de inicio	Mes de finalización	Personas	Líder WP
WP 1	Coordinación y gestión del proyecto – Kick off meeting	1	13	8	Electro Alianza
WP 2	Diseño y construcción de la plataforma	1	8	15	Electro Alianza y UNIR
WP 3	Pruebas funcionales	9	11	18	Electro Alianza
WP 4	Implementación e integración	10	13	6	Electro Alianza – Los cerezos – Citrus Fruit
WP 5	Divulgación y explotación de los resultados	1	13	4	Electro Alianza - UNIR

En los paquetes de trabajo – WP, se describen las tareas a ejecutar para lograr con éxito el proyecto, en cada WP se definen los objetivos, entregables, criterios de aceptación y responsables de las actividades, como se muestra en las tablas 9 – 13:

3.10.2.2.1 . Paquete de trabajo WP 1, Coordinación y gestión del proyecto - Kick Off Meeting

Este paquete de trabajo describen las actividades de coordinación y gestión del proyecto teniendo en cuenta la definición del alcance, el establecimiento del equipo de gestión, el plan de negocios, de calidad, de comunicación y de riesgos. También se definen las reuniones de seguimiento de cronograma y presupuesto desde el inicio hasta el final del proyecto.

Tabla 9. Paquete de trabajo WP 1

No. Paquete de trabajo	WP 1		Fecha de inicio: Mes 1
Título Paquete de trabajo	Coordinación y gestión del proyecto - Kick Off Meeting		
No. De participante	1	2	3
Nombre del participante	Electro Alianza	UNIR	COLCIENCIAS – MINTIC
OBJETIVOS			
<ul style="list-style-type: none">✓ Definir el alcance, plan de gestión, plan de negocios, plan de calidad del proyecto.✓ Establecer el equipo de trabajo asignar roles y responsabilidades✓ Identificar riesgos y acciones de mitigación✓ Realizar cotizaciones, cuadros comparativos de análisis de costos del proyecto, negociación con proveedores y compra de insumos.			
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO			
T1.1. Reunión Kick off meeting			
Al iniciar el proyecto se debe realizar una reunión de socialización e integración de los participantes del consorcio, dejando claros los intereses de cada socio, las medidas de control y seguimiento que se implementaran en el desarrollo del proyecto.			
El líder de esta tarea es Electro Alianza – Colciencias			
T1.2. Definición del alcance del proyecto			
Se debe definir de forma clara el alcance del proyecto en el que estén de acuerdo todos los principales interesados (stakeholders) en el desarrollo del proyecto.			
El líder de esta tarea es Electro Alianza.			
T1.3. Establecimiento del equipo de gestión del proyecto			
Se debe definir el organigrama de gestión del proyecto, asignando los roles de cada integrante del proyecto con sus respectivas responsabilidades y se definen los líderes de cada actividad.			
El líder de la tarea es Electro Alianza y UNIR.			

T1.4. Definición del plan de negocios

Desde el inicio del proyecto se debe definir el plan de negocios en el que se deben identificar los puntos clave para la explotación de los resultados, lograr la correcta identificación de clientes potenciales y las necesidades del mercado.

El líder de esta tarea es Electro Alianza.

T1.5. Definición del plan de calidad

En la gestión del proyecto es imprescindible la definición de calidad del proyecto, las métricas con las cuales se van a evaluar los resultados, las actividades de seguimiento a la tareas asignadas, el cumplimiento de los requerimientos de los usuarios y el cumplimiento de la normatividad. Dentro del plan de calidad se definen las estrategias de comunicación en el desarrollo del proyecto.

El líder de esta tarea es Electro Alianza – UNIR

T1.6. Identificación de riesgos y plan de mitigación

Un buen control del proyecto depende de cierta forma de la identificación de riesgos y de acciones encaminadas a la mitigación, evitando la ocurrencia de estos.

Como parte de la gestión del proyecto se debe hacer el plan de gestión de riesgos en el que se relacionen los principales riesgos del proyecto, un responsable, acciones de mitigación y criterios de aceptación de la ocurrencia de los riesgos.

El líder de esta tarea es Electro Alianza – UNIR

T1.7. Reuniones de seguimiento y control del proyecto de cronograma y presupuesto

En los encuentros de inicio del proyecto – Kick off meeting, se deben definir las actividades de control y seguimiento para verificar el cumplimiento de las actividades definidas para el desarrollo del proyecto, en el desarrollo del proyecto se deben realizar informes de seguimiento, generar indicadores de estado de tareas donde se pueda relacionar el porcentaje de cumplimiento, los costos, tiempos de entrega y responsables.

Para llevar un control del proyecto se deben asignar líderes de las actividades para generar una cultura de responsabilidad en el cumplimiento de objetivos.

El líder de esta tarea es Electro Alianza.

T1.8. Análisis de cotizaciones, cuadros comparativos de costos, negociaciones y compra de insumos

Durante el desarrollo del proyecto es necesario coordinar las actividades de manejo y control de presupuesto, para lo cual se plantea un comité de compras que se encargue de realizar cotizaciones de los materiales y equipos requeridos; analizar, seleccionar las mejores alternativas de propuestas económicas y tramitar la compra de los insumos requeridos para el desarrollo del proyecto.

El control de presupuesto se realiza en conjunto con COLCIENCIAS – MINTIC.

El responsable de esta actividad es Electro Alianza.

ENTREGABLES	RESPONSABLE
E1. Documento con la descripción del equipo de gestión del proyecto, roles y responsabilidades	Electro Alianza
E2. Plan de trabajo	Electro Alianza - UNIR
E3. Acta de inicio, cierre y conclusiones de Kick Off Meeting.	UNIR
E4. Plan de negocios	Electro Alianza
E5. Plan de calidad	UNIR – Electro Alianza
E6. Plan de aseguramiento de la calidad y establecimiento de criterios de evaluación del proyecto.	UNIR – Electro Alianza
E7. Informes de seguimiento de estado de actividades.	Electro Alianza –
E8. Plan de acción para el control del proyecto.	COLCIENCIAS
E9. Acta de líderes de los paquetes de trabajo del proyecto.	Electro Alianza – UNIR
E10. Análisis de costos y propuestas económicas	Electro Alianza
E11. Informes de flujo de caja, control de presupuestos y estado de gastos.	Electro Alianza

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Acta de inicio de proyecto e informes aprobados por la gerencia del proyecto

Plan de calidad, de negocios, de riesgos deben ser factibles y aprobados por los integrantes del consorcio

El plan de trabajo debe incluir todas las actividades para el desarrollo del proyecto

Los informes de análisis y seguimiento de costos deben ser revisados y aprobados por el coordinador técnico y el Project manager.

Los costos deben estar dentro del presupuesto planteado para cada actividad.

3.10.2.2.2 Paquete de trabajo WP 2, Diseño y construcción de la plataforma

En este paquete de trabajo se describen las actividades relacionadas con el análisis de requerimientos, diseño de software, análisis de componentes – hardware, el ensamblaje de la plataforma desarrollada en fábrica y la gestión documental del proyecto.

Tabla 10. Paquete de trabajo WP 2

No. Paquete de trabajo	WP 2				Fecha de inicio: Mes 1
Título Paquete de trabajo	Diseño y construcción de la plataforma				
No. De participante	1	2	3	4	
Nombre del participante	Electro Alianza	UNIR	Citrus Fruit	Los cerezos	

OBJETIVOS

- ✓ Realizar el análisis de requerimientos y necesidades
- ✓ Realizar el diseño de software y descripción funcional del sistema de acuerdo a la metodología ágil – SCRUM de desarrollo de software.
- ✓ Desarrollar una plataforma para la clasificación de diferentes frutas teniendo en cuenta características como color, forma y tamaño.
- ✓ Realizar el ensamblaje del hardware de la plataforma

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

T2.1. Definición de requerimientos de usuario y de sistema de control

Se debe realizar la descripción de requerimientos de la plataforma y del software para el sistema de clasificación de frutas teniendo en cuenta que el programa debe permitir seleccionar el tipo de fruta a clasificar y las características organolépticas a partir de las cuales se realizará la selección.

Se debe definir la estructura de la solución propuesta para caracterizar los puntos críticos de diseño.

El líder de la tarea es Electro Alianza y UNIR.

T2.2. Descripción funcional del sistema y diseño de software a partir de metodología ágil SCRUM

La descripción detallada del funcionamiento del sistema es clave para el diseño del software a partir de la cual se darán las prioridades de programación y se definirán los puntos críticos de control. El diseño del software se realizará siguiendo las directrices de la metodología de desarrollo de software – SCRUM, la cual consiste en una metodología ágil y flexible la cual se basa en crear una funcionalidad de mayor valor para el cliente, se realiza una revisión continua que permite el perfeccionamiento de la aplicación. (Cendejas, 2014). El líder de esta tarea es Electro Alianza

T2.3. Diseño de la plataforma hardware y software

Después de realizar la descripción funcional de la plataforma, se inicia con el diseño mecánico de la plataforma de clasificación de frutas, teniendo en cuenta los estándares de producción a nivel nacional e internacional.

El diseño mecánico de la plataforma se debe realizar acorde a los requerimientos de software, que se ajusten a las condiciones reales del proceso y tenga una exactitud de clasificación de frutas de forma automática. El líder de esta actividad es Electro Alianza.

T2.4. Selección de materiales y componentes

Después de realizar el diseño de la plataforma tanto de software y hardware se deben seleccionar los materiales y componentes que se adapten a los requerimientos de diseño del proyecto, esto se realiza en conjunto con el encargado de realizar las cotizaciones y compras del proyecto.

El líder de esta actividad es Electro Alianza.

T2.5. Ensamble de la plataforma hardware y software

Después de realizar la descripción funcional del proyecto, el diseño de la plataforma y la selección de materiales, se realizará el ensamblaje del software y hardware.

El líder de esta actividad es Electro Alianza.

T2.6. Desarrollo documentación

El diseño del software debe cumplir con los requerimientos de usuario, al finalizar el diseño y elaboración del software se debe generar, de manera organizada, toda la documentación del proyecto como manuales de mantenimiento, operación, recomendaciones, planos eléctricos, de control y mecánicos. El líder de esta tarea es UNIR.

ENTREGABLES	RESPONSABLE
E1. Requerimientos de usuario y del sistema de control	UNIR – Los cerezos y citrus fruit
E2. Documento con las especificaciones técnicas de desarrollo de la plataforma.	Electro Alianza
E3. Informe final de diseño DQ – Design Qualification, esquemas preliminares de funcionamiento de la plataforma, diseños técnicos detallados.	UNIR
E4. Manuales, instructivos, fichas técnicas, recomendaciones de mantenimiento, operación y funcionamiento de la integración de la plataforma tecnológica con el sistema de energía fotovoltaica.	Electro Alianza

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Los requerimientos de usuario y del sistema de control, deben ser claros, con alto nivel de detalle y con la profundidad necesaria para cubrir el mayor número de necesidades de los beneficiarios.

Las especificaciones de requerimientos deben ser aprobadas por el Project manager, el coordinador técnico y el comité de calidad.

Los diseños deben ser aprobados por el coordinador técnico y el Project manager.

La documentación generada debe cumplir con BPM, debe estar en formatos definidos por el comité de calidad del proyecto y debe ser aprobada por el coordinador técnico y el comité de calidad.

La documentación debe ser amplia y con la profundidad necesaria para la revisión conceptual y el apoyo técnico para los usuarios.

3.10.2.2.3 Paquete de trabajo WP 3, Pruebas funcionales

El paquete de trabajo WP 3, se refiere a las pruebas funcionales del proyecto, consiste en la elaboración de protocolos para las pruebas diseño (DQ), pruebas en fábrica (FAT), pruebas en sitio (SAT), instalación (IQ), operación (OQ) y de desempeño (PQ). También, incluye la ejecución de pruebas de validación de software y test de fábrica, para el análisis de resultados antes de implementar en el sitio final del proyecto y llevar a cabo los cambios necesarios en fábrica.

Tabla 11. Paquete de trabajo WP 3

No. Paquete de trabajo	WP 3		Fecha de inicio: Mes 9	
Título Paquete de trabajo	Pruebas funcionales			
No. De participante	1	2	3	4
Nombre del participante	Electro Alianza	UNIR	Los cerezos	Citrus Fruit

OBJETIVOS

- ✓ Realizar los protocolos de calificación de la plataforma tecnológica
- ✓ Ejecutar las pruebas funcionales de todo el sistema de clasificación de frutas
- ✓ Analizar los resultados obtenidos en las pruebas, verificando el cumplimiento de resultados esperados y realizando las actualizaciones o modificaciones requeridas.

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

T3.1. Desarrollo de protocolos de pruebas FAT, SAT, de diseño, instalación, operación y desempeño

Planteamiento de pruebas en fabrica (FAT -Factory Acceptance Test), en sitio (SAT – Site Acceptance Test), calificación de instalación (IQ – installation Qualification), calificación de operación (OQ – Operation Qualification) y calificación de desempeño (PQ – Performance Qualification), de la plataforma evaluando el cumplimiento de los requerimientos de usuario.

El líder de esta tarea es UNIR

T3.2. Ejecución de pruebas de validación de software

La validación de software se realizara siguiendo los lineamientos de buenas prácticas de fabricación automatizada – GAMP 5 (Good Automated Manufacturing Practice).

Verificando la seguridad y confiabilidad de la plataforma.

El líder de esta tarea es Electro Alianza.

T3.3. Ejecución de pruebas en fabrica – FAT (Factory Acceptance Test) software y hardware

Realizar las pruebas en fábrica para verificar el correcto funcionamiento de sistema, corrigiendo las desviaciones que se puedan encontrar en el desarrollo de las pruebas.

El líder de esta tarea es Electro Alianza

ENTREGABLES	RESPONSABLE
E1. Protocolos de pruebas SAT, DQ, IQ, OQ y PQ.	UNIR
E2. Protocolo e informe FAT	Electro Alianza
E3. Análisis de resultados de las pruebas obtenidas	Electro Alianza
E4. Documento relacionado con la actualización de componentes del sistema y controles de cambio	Electro Alianza
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	
Las pruebas definidas en los protocolos deben comprobar el correcto funcionamiento de la plataforma, verificando el cumplimiento de los requerimientos de diseño.	
Las desviaciones presentadas deben ser registradas, documentadas y solucionadas, se debe adjuntar informe de acciones de mejora.	
La ejecución de las pruebas la debe realizar personal calificado y con la capacidad para definir si cumple con las especificaciones.	
Los informes deben ser aprobados por el comité de calidad, el coordinador técnico y el Project manager.	
Se debe adjuntar registro fotográfico o de video como muestra de las pruebas realizadas en la plataforma.	

3.10.2.2.4 Paquete de trabajo WP 4, Implementación e integración

El paquete de trabajo WP 4, describe las actividades requeridas para el direccionamiento de la implementación del proyecto en el sitio final y la integración de la plataforma al sistema de energía fotovoltaica. Se incluyen la ejecución de pruebas en sitio (SAT), instalación, operación y desempeño.

También, se incluyen las actividades de asistencia técnica después de la implementación del proyecto en las entidades beneficiarias como uno de los requisitos de la entidad financiadora COLCIENCIAS – MINTIC.

Tabla 12. Paquete de trabajo WP 4

No. Paquete de trabajo	WP 4				Fecha de inicio: Mes 10
Título Paquete de trabajo	Implementación e integración				
No. De participante	1	2	3	4	
Nombre del participante	Electro Alianza	UNIR	Los cerezos	Citrus Fruit	

OBJETIVOS

- ✓ Implementar la plataforma tecnológica en los lugares dispuestos por las entidades beneficiarias.
- ✓ Integrar el sistema solar fotovoltaico con la plataforma de clasificación de frutas.
- ✓ Ejecutar las pruebas en sitio – SAT para verificar el correcto funcionamiento de la plataforma tecnológica.
- ✓ Realizar las pruebas IQ, OQ, PQ

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

T4.1. Implementación de la plataforma en los sitios de operación de las entidades beneficiarias

En los lugares dispuestos por las entidades beneficiarias se instalará e implementará la plataforma, teniendo en cuenta que debe ser un lugar que cumpla con las condiciones de trabajo del equipo por ejemplo, que cuente con una cubierta, una base nivelada y de fácil acceso.

El líder de esta tarea es Electro Alianza

T4.2. Integración de la plataforma tecnológica de clasificación de frutas con el sistema de energía fotovoltaica

La integración de la plataforma con el sistema fotovoltaico se realizará en el sitio donde quedará instalado definitivamente, con el fin de energizar la plataforma tecnológica con energía solar, cumpliendo uno de los objetivos del proyecto.

El líder de esta actividad es UNIR

T4.3. Ejecución de pruebas SAT, IQ, OQ, PQ

Con la plataforma totalmente integrada en sitio es necesario realizar las pruebas en sitio SAT, para garantizar el correcto funcionamiento de la plataforma.

También se deben ejecutar las calificaciones de instalación para verificar que el sistema instalado cumple con los requerimientos de diseño y se encuentra de acuerdo a los protocolos IQ, calificaciones de operación realizando las pruebas definidas en el protocolo OQ verificando la funcionalidad del sistema y calificación PQ para comprobar que la plataforma se desempeña correctamente cumpliendo con los requerimientos funcionales y de confiabilidad requeridos. Se deben generar los informes de las pruebas ejecutadas.

Los líderes de las actividades son las entidades beneficiarias.

T4.4. Asistencia técnica, mantenimiento y actualizaciones

Después de implementar la plataforma integrada al sistema de energía fotovoltaica, se deben realizar diferentes actividades de asistencia técnica a las entidades beneficiarias, prestar el servicio de mantenimiento y realizar las actualizaciones requeridas de acuerdo a lo evidenciado en el desempeño de la plataforma tecnológica en operación real.

El líder de esta actividad es Electro Alianza.

T4.5. Entrega proyecto a beneficiarios

Al finalizar la implementación del proyecto se realizará la entrega formal a las entidades beneficiarias, esta entrega se basa en la capacitación sobre los procedimientos, operación, funcionamiento y mantenimiento de la plataforma con todos sus componentes.

El líder de esta actividad es Electro Alianza.

T4.6. Informe final

Para complementar la entrega del proyecto se debe realizar la entrega del informe final como lo solicita la entidad financiadora, en el que se recopila toda la memoria de desarrollo de la plataforma de clasificación de frutas con energía fotovoltaica.

El líder de esta actividad es Electro Alianza y UNIR.

ENTREGABLES	RESPONSABLE
E1. Plataforma instalada en sitio con su sistema de control para la clasificación de frutas.	Electro Alianza
E2. Informe de pruebas en sitio SAT, documentación de análisis de resultados y desviaciones presentadas.	UNIR y Electro Alianza
E3. Informe IQ, OQ y PQ, documentación de resultados y registro de desviaciones.	Electro Alianza y entidades beneficiarias
E4. Diseño y documentación del AS BUILT de la plataforma instalada.	Electro Alianza y UNIR
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	
<p>La plataforma implementada debe cumplir con los requerimientos de usuario y del sistema de control definidos al iniciar el proyecto.</p> <p>La plataforma debe cumplir con los criterios de calidad definidos en la calificación de instalación, operación y desempeño.</p> <p>Los informes generados de las pruebas realizadas deben ser claros y detallados presentando un análisis crítico de los resultados obtenidos, deben tener registro fotográfico de las pruebas.</p> <p>Dentro de los informes deben quedar registrados los parámetros de programación de la plataforma, así como las instrucciones de configuración del sistema.</p> <p>La documentación AS BUILT de la plataforma debe estar completa de acuerdo a los check-list definidos por el comité de calidad.</p> <p>Toda la documentación debe estar revisada y aprobada por el Project manager, el coordinador de proyecto y el comité de calidad.</p>	

3.10.2.2.5 Paquete de trabajo WP 5, Divulgación y explotación de los resultados

El paquete de trabajo WP 5, comprende las actividades de identificación de puntos clave de explotación del proyecto, definición de plan de divulgación y explotación de los resultados, implementación de las estrategias identificadas y evaluación de impacto de los resultados obtenidos con la implementación de proyecto.

Tabla 13. Paquete de trabajo WP 5

No. Paquete de trabajo	WP 5		Fecha de inicio: Mes 1	
Título Paquete de trabajo	Divulgación y explotación de los resultados			
No. De participante	1	2	3	4
Nombre del participante	Electro Alianza	UNIR	Los cerezos	Citrus Fruit

OBJETIVOS

- ✓ Identificar estrategias de divulgación y explotación de los resultados del proyecto.
- ✓ Implementar estrategias de divulgación y explotación del proyecto a diferentes agricultores para la fomentación de soluciones tecnológicas en el campo.
- ✓ Adecuar un modelo de gestión y evaluación del proyecto para mejorar la utilidad de la plataforma y buscar la sostenibilidad del negocio.

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

T5.1. Identificación de puntos clave para la implementación de plataformas tecnológicas para la clasificación de frutas

Desde el inicio del proyecto se deben identificar los puntos clave para implementar la plataforma de clasificación de frutas, visualizando los clientes potenciales y la solución a las necesidades del sector agroindustrial.

Se debe realizar un análisis detallado de todos los elementos que fomentaran el uso de la plataforma tecnológica para fortalecer las actividades del sector frutícola del país. El líder de esta actividad es Electro Alianza.

T5.2. Ejecución de estrategias de divulgación para la implementación del proyecto

Se deben definir las actividades principales a desarrollar por parte de los socios, teniendo en cuenta el porcentaje de participación, el plan de divulgación se define con todos los integrantes del consorcio, se debe actualizar y revisar en el desarrollo del proyecto teniendo en cuenta los resultados obtenidos.

Todas las actividades, conferencias, seminarios y eventos de divulgación se documentaran en informes periódicos.

En esta tarea se definirá la imagen del proyecto con el fin de obtener una representación gráfica para su divulgación.

Se deben definir los indicadores que evaluaran la eficacia del plan de divulgación y verificar el cumplimiento de los resultados obtenidos en comparación con las metas propuestas. El responsable de esta actividad es UNIR.

T5.3. Identificación de estrategias de explotación

En esta tarea se diseñaran estrategias de explotación de los resultados del proyecto, identificando los beneficios y las utilidades que se pueden obtener.

El responsable de esta actividad es Electro Alianza

T5.4. Implementación de estrategias de explotación

El plan de explotación se debe realizar en conjunto con todos los socios del proyecto, quienes van a exponer los intereses y proyecciones que tienen sobre la explotación de los resultados del proyecto.

El responsable de esta actividad es Electro Alianza

T5.5. Evaluación de impacto de los resultados

Después de implementar las estrategias de divulgación y explotación de los resultados, se realizarán encuestas de satisfacción de los usuarios y de aceptación del proyecto en el sector agrícola.

El responsable de esta tarea es UNIR

ENTREGABLES	RESPONSABLE
E1. Informe de puntos clave de implementación del proyecto	Electro Alianza
E1. Plan de divulgación	UNIR
E2. Plan de explotación	Electro Alianza
E3. Informe de identificación de indicadores de divulgación	UNIR
E4. Informe de evaluación del impacto de resultados del proyecto.	Electro Alianza - UNIR

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Los informes deben ser revisados y aprobados por el Project manager.

Los entregables del proyecto deben ser revisados y aprobados por el comité de calidad y el Project manager.

El plan de divulgación y explotación del proyecto debe estar completo, revisado y aprobado por el comité de calidad.

Las encuestas realizadas para la evaluación de impacto de los resultados deben ser registradas y archivadas en medio físico y digital, con el fin de verificar la validez de los resultados.

3.10.3 Cronograma

A continuación, en la figura 10 se presenta el cronograma de trabajo para el desarrollo del proyecto “Clasifruit”, teniendo en cuenta la estructura detallada de trabajo WBS y las tareas definidas en los paquetes de trabajo:

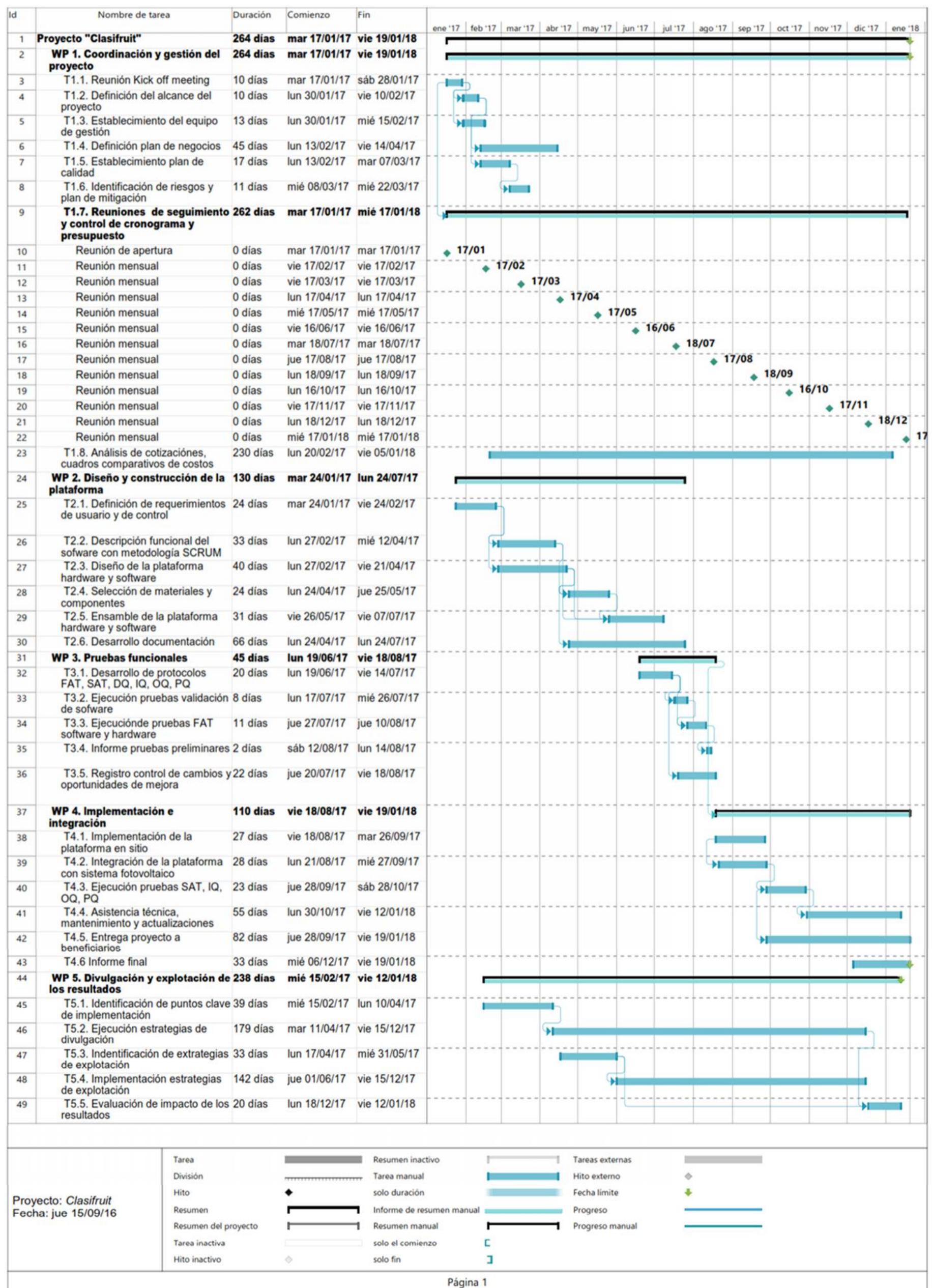


Figura 10. Cronograma de trabajo proyecto

3.10.4 Presupuesto

La financiación del proyecto la realizará la entidad ejecutora Electro Alianza con un 10% del costo total del proyecto y la entidad cofinanciadora con un 90% del presupuesto total, como se muestra en la figura 11.



Figura 11. Distribución de presupuesto de las entidades finanziadoras del proyecto

Costo de personal

El costo de personal requerido para la ejecución de las actividades del proyecto se imputará de acuerdo a la siguiente formula, costo – hora:

$$\text{Costo - Hora} = \frac{\text{Salario} + \text{seguridad social}}{\text{Horas totales}}$$

Costo de seguridad social se calcula de acuerdo al salario asignado a cada trabajador y el monto de aportación corresponde a los aportes seguridad social, como se muestra en la siguiente formula:

$$Q = \text{Salario asignado} * \text{monto aportación}^1$$

¹ Aportes de seguridad social se distribuyen así: 4% para salud, 16% para pensiones y cesantías, 7% para riesgos profesionales y 4% para caja de compensación familiar.

Coste imputado al proyecto, corresponde al costo-hora por las horas incurridas en el proyecto

$$\text{Costo imputado} = \text{Costo_hora} * \text{horas incurridas}$$

En la tabla 14, se relaciona el coste de personal asignado, de acuerdo a los cargos definidos para el desarrollo del proyecto.

Tabla 14. Costo de personal asignado al proyecto

Cargo	Asignación salarial ²
Administrador de empresas	2.500.000,00
Ingeniero Mecatrónico	3.720.000,00
Ingeniero agroindustrial	3.550.000,00
Ingeniero de sistemas	3.720.000,00
Ingeniero de sistemas	3.720.000,00
Ingeniero de control	3.720.000,00
Profesional universitario	2.800.000,00
Asesor contable	2.300.000,00
Profesional relaciones públicas	2.500.000,00
Técnico operativo	1.850.000,00
Técnico de montaje	1.850.000,00

² Asignación salarial en pesos colombianos

En la tabla 15, se presenta el análisis de costos asignados al proyecto teniendo en cuenta las asignación salariales, los pagos de seguridad social y las horas incurridas en el proyecto.

Tabla 15. Análisis de costos asignados al proyecto por personal

Personal asignado	Asignación salarial	Seguridad social	Horas incurridas	Horas totales	Costo-hora	Costo imputado al proyecto
Administrador de empresas	2.500.000,00	775.000,00	60,00	60,00	54.583,33	3.275.000,00
Ingeniero Mecatrónico	3.720.000,00	1.153.200,00	350,00	350,00	13.923,43	4.873.200,00
Ingeniero agroindustrial	3.550.000,00	1.100.500,00	300,00	300,00	15.501,67	4.650.500,00
Ingeniero de sistemas	3.720.000,00	1.153.200,00	350,00	350,00	13.923,43	4.873.200,00
Ingeniero de sistemas	3.720.000,00	1.153.200,00	300,00	300,00	16.244,00	4.873.200,00
Profesional universitario	2.800.000,00	868.000,00	40,00	40,00	91.700,00	3.668.000,00
Asesor contable	2.300.000,00	713.000,00	60,00	60,00	50.216,67	3.013.000,00
Profesional relaciones públicas	2.500.000,00	775.000,00	40,00	40,00	81.875,00	3.275.000,00
Técnico operativo	1.850.000,00	573.500,00	20,00	20,00	121.175,00	2.423.500,00
Técnico operativo	1.850.000,00	573.500,00	20,00	20,00	121.175,00	2.423.500,00
Técnico operativo	1.850.000,00	573.500,00	20,00	20,00	121.175,00	2.423.500,00
Técnico operativo	1.850.000,00	573.500,00	20,00	20,00	121.175,00	2.423.500,00
Técnico de montaje	1.850.000,00	573.500,00	20,00	20,00	121.175,00	2.423.500,00
Técnico de montaje	1.850.000,00	573.500,00	20,00	20,00	121.175,00	2.423.500,00
Técnico de montaje	1.850.000,00	573.500,00	20,00	20,00	121.175,00	2.423.500,00
Técnico de montaje	1.850.000,00	573.500,00	20,00	20,00	121.175,00	2.423.500,00
Técnico de montaje	1.850.000,00	573.500,00	2,00	2,00	1.211.750,00	2.423.500,00
TOTAL	43.310.000,00	13.426.100,00				56.736.100,00

En la tabla 16, se presenta el presupuesto inicial del proyecto definido para cada paquete de trabajo.

Tabla 16. Presupuesto inicial

WP	ACTIVIDADES	COSTOS ASIGNADOS
WP1	Coordinación y gestión del proyecto	\$47.600.000,00
	T1.1. Reunion Kick off meeting	\$600.000,00
	T1.2. Definición del alcance del proyecto	\$1.000.000,00
	T1.3. Establecimiento del equipo de gestión	\$20.000.000,00
	T1.4. Definición plan de negocios	\$6.000.000,00
	T1.5. Establecimiento plan de calidad	\$5.000.000,00
	T1.6. Identificación de riesgos y plan de mitigación	\$5.000.000,00
	T1.7. Reuniones de seguimiento y control de cronograma y presupuesto	\$10.000.000,00
WP2	Diseño y construcción de la plataforma	\$145.000.000,00
	T2.1. Definición de requerimientos de usuario y de control	\$5.000.000,00
	T2.2. Descripción funcional del software con metodología SCRUM	\$10.000.000,00
	T2.3. Diseño de la plataforma hardware y software	\$80.000.000,00
	T2.4. Selección de materiales y componentes	\$30.000.000,00
	T2.5. Ensamble de la plataforma hardware y software	\$10.000.000,00
	T2.6. Desarrollo documentación	\$10.000.000,00
WP3	Pruebas funcionales	\$45.000.000,00
	T3.1. Desarrollo de protocolos FAT, SAT, DQ, IQ, OQ, PQ	\$8.000.000,00
	T3.2. Ejecución pruebas validación de software	\$12.000.000,00
	T3.3. Ejecución de pruebas FAT software y hardware	\$4.000.000,00
	T3.4. Informe pruebas preliminares	\$3.000.000,00
	T3.5. Registro control de cambios y oportunidades de mejora	\$18.000.000,00
WP4	Implementación e integración	\$53.000.000,00
	T4.1. Implementación de la plataforma en sitio	\$16.000.000,00
	T4.2. Integración de la plataforma con sistema fotovoltaico	\$5.000.000,00
	T4.3. Ejecución pruebas SAT, IQ, OQ, PQ	\$8.000.000,00
	T4.4. Asistencia técnica, mantenimiento y actualizaciones	\$20.000.000,00
	T4.5. Entrega proyecto a beneficiarios	\$2.000.000,00
	T4.6 Informe final	\$2.000.000,00
WP5	Divulgación y explotación de los resultados	\$42.500.000,00
	T5.1. Identificación de puntos clave de implementación	\$10.000.000,00
	T5.2. Ejecución estrategias de divulgación	\$10.000.000,00
	T5.3. Identificación de estrategias de explotación	\$6.000.000,00
	T5.4. Implementación estrategias de explotación	\$12.000.000,00
	T5.5. Evaluación de impacto de los resultados	\$4.500.000,00
	Costo proyectado	\$333.100.000,00
	Imprevistos	\$49.965.000,00
	TOTAL	\$383.065.000,00
	ENTIDAD COFINANCIADORA 90%	\$344.758.500,00
	ENTIDAD EJECUTORA 10%	\$38.306.500,00

En la gráfica de la figura 12 se muestra la distribución de presupuesto en paquetes de trabajo incluyendo un porcentaje de imprevistos.

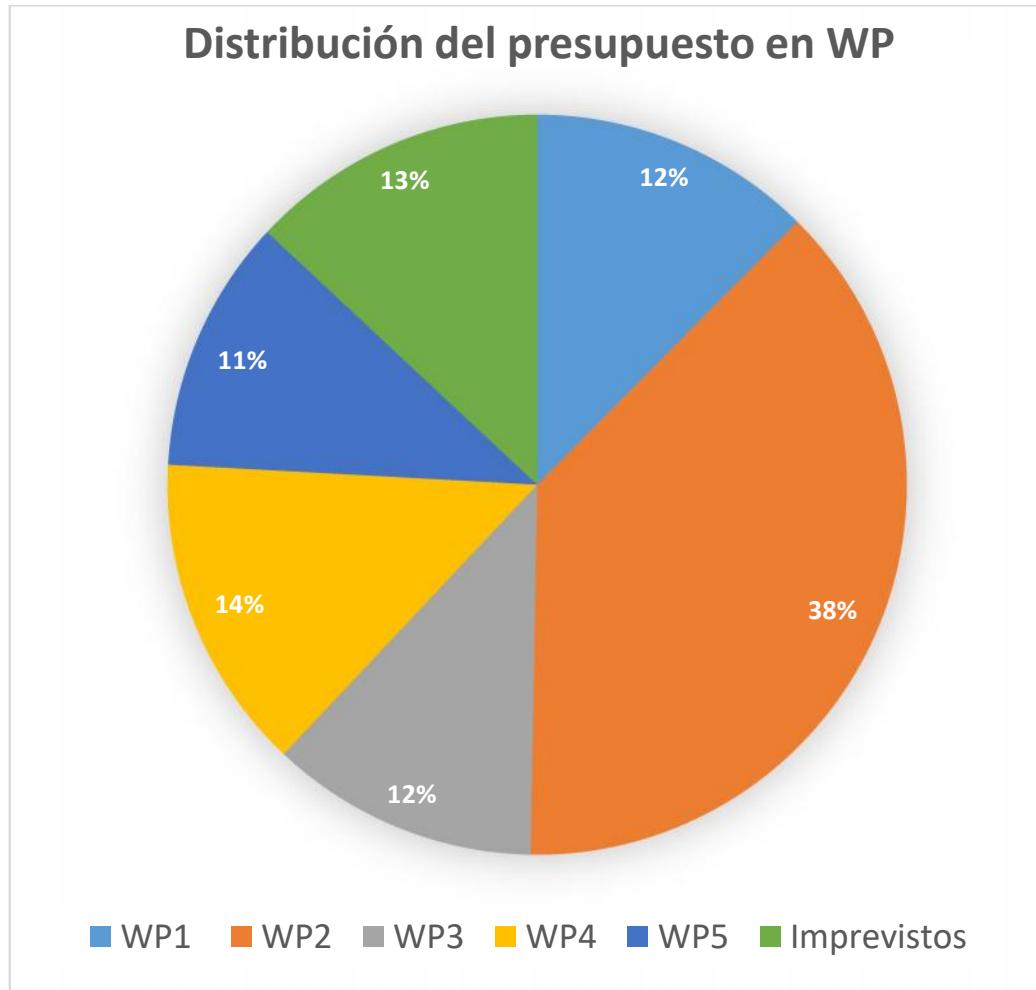


Figura 12. Gráfica distribución de presupuesto en WP

En la figura 13, se muestra el grafico de asignación de recursos de acuerdo a las tareas del proyecto



Figura 13. Asignación de recursos por tareas

3.10.5 Plan de aseguramiento de calidad

La calidad es uno de los factores más importantes, a tener en cuenta a la hora de emprender un proyecto, desde el inicio se deben definir los criterios de calidad y los factores que garantizarán el éxito de los resultados.

Para asegurar la calidad del proyecto se empleará la metodología planteada en la figura 14, que inicia con la definición del alcance, objetivos y métricas a evaluar a partir de las pruebas planteadas para el proyecto, posteriormente se desarrolla el análisis de datos y se generan informes de resultados.

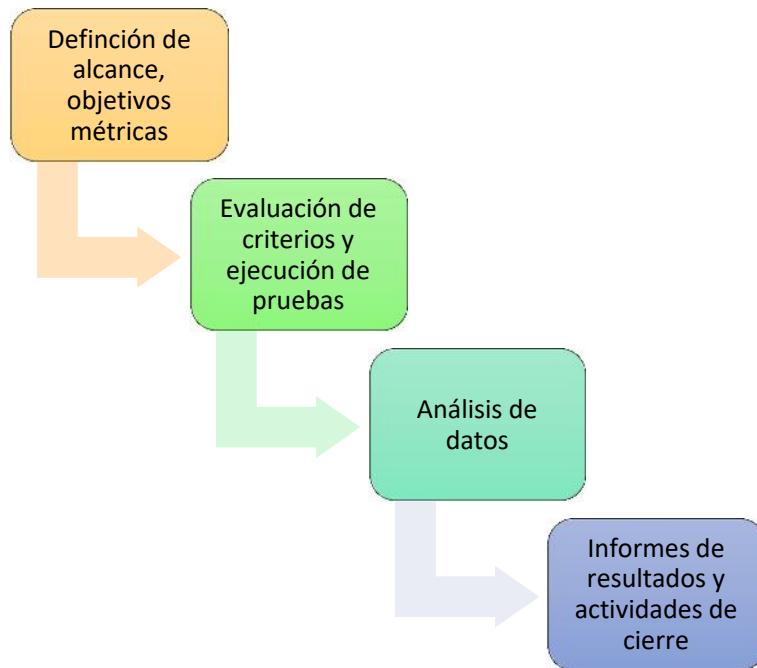


Figura 14. Metodología plan de aseguramiento de calidad

3.10.5.1 . Objetivos y alcance del plan de calidad

A continuación, se enuncian los objetivos y el alcance del plan de calidad para el proyecto “Clasifruit”, plataforma de clasificación de frutas de forma automática con energía solar.

3.10.5.1.1 Objetivo principal

Establecer los criterios y lineamientos que definen la calidad de este proyecto, teniendo en cuenta los requerimientos del cliente y las normas que define la calidad de las frutas.

3.10.5.1.2 Objetivos generales

- ✓ Garantizar que la plataforma permita la selección de diferentes tipos de frutas.
- ✓ Certificar el cumplimiento de objetivos del proyecto de acuerdo a los requerimientos.
- ✓ Cumplir con Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).
- ✓ Identificar los puntos críticos del proceso que definen la calidad del producto.
- ✓ Cumplir con estándares relacionados con la clasificación y selección de frutas.
- ✓ Evaluar la calidad de los resultados del proyecto a partir del nivel de satisfacción de las entidades beneficiarias.

3.10.5.2 Alcance del plan de calidad

El alcance del plan de aseguramiento calidad comprende el control y evaluación de criterios de aceptación de la plataforma “Clasifruit”, de los procedimientos de control, de seguimiento de las actividades, de los entregables del proyecto y control de costos.

Se contempla la evaluación del desarrollo de diseño del sistema de control, software, construcción del sistema mecánico, electrónico, puesta a punto del sistema, pruebas de instalación, operación y desempeño. También, incluye el desarrollo de la documentación del proyecto como soporte del sistema elaborado.

3.10.5.3 Normas y estandares que definen la calidad del proyecto

Para evaluar la calidad de los resultados del proyecto se tendrán en cuenta los lineamientos para la clasificación de frutas, definidos por las normas alimentarias, a nivel internacional el Codex alimentarios y en el ámbito nacional las Normas Técnicas Colombianas. También se debe evaluar el cumplimiento de estándares como GPM (Good Manufacturing Practice), BPA (Buenas Prácticas Agrícolas), seguridad de software, fabricación de equipos y sistemas automatizados.

3.10.5.4 Métricas de calidad para el proyecto

Se realizarán reuniones periódicas para el seguimiento y valoración de los hallazgos en las revisiones del proyecto, donde se definen las acciones a seguir y se toman decisiones respecto al manejo y gestión del proyecto.

En los informes de gestión de proyecto se comparará el valor real – VR (tomado de los datos recopilados) con el valor mínimo esperado – VME (valor esperado), por medio de un indicador de colores se visualizarán fácilmente los componentes críticos del proyecto, de acuerdo a lo presentado en la tabla 17.

Tabla 17. Indicadores de cumplimiento de criterios

CUMPLIMIENTO DE CRITERIOS	CRITERIO	CÓDIGO COLOR DE DESVIACIÓN
Aceptable	Valor real (VR) > valor mínimo esperado (VME)	Verde
Desviación límite	VME > VR < 90% VME	Amarillo
Critico	VR < 90% VME	Rojo

A continuación, en la tabla 18 se presentan las principales métricas de calidad del proyecto:

Tabla 18. Métricas de calidad

Métricas de calidad					
Tipo	Nombre	Descripción de la métrica	Valor mínimo esperado - VME	Valor real	Código de color de desviación
CT	Tareas ejecutadas	Cantidad de tareas ejecutadas en el tiempo planeado	100%		
CT	Entregables	Cantidad de entregables ejecutados en el tiempo planeado	100%		
D	Plan de negocios	Plan de negocios definido por el comité del proyecto	100%		
D	Plan de trabajo	Cronograma de trabajo y descripción de paquetes de trabajo	100%		
D	Diseño	Requerimientos de diseño	100%		
CT	Pruebas	Cantidad de pruebas ejecutadas	100%		
I	Informes de pruebas	Informes de pruebas entregados	100%		
I	Seguimiento y control	Informes de seguimiento y control entregados	100%		
E	Satisfacción de usuarios	Encuestas de satisfacción de los usuarios	100%		
CL	Usabilidad de la plataforma	Importancia de la plataforma en las entidades beneficiarias	Percepción de los usuarios (buena, regular o mala)		
D	Descripción funcional	Documentación de la descripción funcional de la plataforma	1		
CT	Clasificación de frutas	Capacidad de clasificación de frutas de la plataforma	95%		
CT	Seguridad	Seguridad del software definida por niveles de acceso	100%		
CT	Integración del sistema	Capacidad de funcionamiento de la plataforma de clasificación con el sistema solar fotovoltaico	100%		
CT	Rendimiento de costos	Índice de rendimiento de costos $IRC=VA/CR$ * VA: Valor acumulado, CR: Costo real	IRC 0,90		

CT	Rendimiento calendario	Índice de rendimiento del calendario $IRCL=VA/VP$ *VA: Valor acumulado, VP: Valor presupuestado	IRCL 0,90		
D	Documentación del proyecto	Documentación del proyecto, manuales de usuario, mantenimiento e informe final	100%		
CL	Apreciación de la plataforma	Opinión y apreciación del uso de la plataforma por parte de los beneficiarios	Sondeo de opinión		
CT	Resultados	Los resultados son acordes a los objetivos del proyecto	100%		
CT	Eventos de divulgación	Participación en eventos de divulgación del proyecto	6		

* CT: Cuantitativo, CL: Cualitativo, I: Informe, D: Documento, E: Encuestas

El control de calidad del proyecto se realiza de acuerdo a las métricas establecidas definiendo una frecuencia de revisión, la forma en que se calculan los indicadores y describiendo el objetivo de evaluación, como se presenta en la tabla 19.

Tabla 19. Control de calidad de acuerdo a métricas

Indicador	Frecuencia	Calculo indicador	Objetivo	Objetivo de evaluación
Tareas ejecutadas	Semanal	# de tareas ejecutadas dentro de tiempo / # de tareas ejecutadas fuera de tiempo	100%	Reducir el número de tareas fuera de tiempo
Entregables	Semanal	# de entregables ejecutados dentro de tiempo / # de entregables ejecutados fuera de tiempo	100%	Garantizar la calidad en tiempo de los entregables
Plan de negocios	Mes 1	Documento plan de negocios	100%	Definir el plan de negocios del proyecto
Plan de trabajo	Mes 1	Documento plan de trabajo	100%	Establecer el plan de trabajo
Diseño	Mes 2	Documento de requerimientos de diseño	100%	Definir los requerimientos de usuario
Pruebas	Mes 11	# de pruebas planteadas / # de pruebas ejecutadas	100%	Garantizar la ejecución de pruebas
Informes de pruebas	Mes 13	Informes de pruebas entregados	100%	Analizar los resultados de las pruebas

Seguimiento y control	Mensual	Informes de seguimiento y control entregados	100%	Controlar el desarrollo del proyecto
Satisfacción de usuarios	Mes 13	Usuarios encuestados / estas proyectadas	100%	Determinar la satisfacción de los beneficiarios
Usabilidad de la plataforma	Mes 12	Percepción de los usuarios: # buena, # regular, # mala	Buena, Regular o Mala	Identificar la percepción de la utilización de la plataforma
Descripción funcional	Mes 5	Documento de la descripción funcional de la plataforma	1	Establecer la descripción funcional de la plataforma
Clasificación de frutas	Mes 8	Frutas procesadas / frutas clasificadas correctamente * 100	95%	Verificar la calidad de los resultados
Seguridad	Mes 12	Verificación de niveles de acceso, nivel alto, medio y bajo.	100%	Garantizar la seguridad del sistema
Integración del sistema	Mes 10	Capacidad de funcionamiento de la plataforma de clasificación con el sistema solar fotovoltaico	100%	Verificar la operación del sistema solar con la plataforma de clasificación
Rendimiento de costos	Mensual	Índice de rendimiento de costos $IRC=VA/CR$ *VA: Valor acumulado, CR: Costo real	IRC 0,90	Determinar el índice de rendimiento
Rendimiento calendario	Mensual	Índice de rendimiento del calendario $IRCL=VA/VP$ * VA: Valor acumulado, VP: Valor presupuestado	IRCL 0,90	Determinar el índice de rendimiento calendario de las actividades
Documentación del proyecto	Mensual	Documentos del proyecto, manuales de usuario, mantenimiento e informe final	100%	Establecer los manuales del proyecto
Apreciación de la plataforma	Mes 13	Recopilación de datos de opinión y apreciación del uso de la plataforma por parte de los beneficiarios	Sondeo de opinión	Identificar la apreciación de los usuarios
Resultados	Mensual	Objetivos / resultados * 100	100%	Comparar los objetivos con los resultados
Eventos de divulgación	Mensual	Asistencia a eventos / asistencia planificada a eventos	100%	Verificar el cumplimiento del plan de divulgación

3.10.5.5 Control de entregables

Para llevar un control documental de los entregables del proyecto se debe diligenciar el formato de la tabla 20, en el que deben quedar registrados los datos más importantes del entregable como: el título, código, responsable, registro de control de cambios durante el desarrollo del proyecto, la aceptación de la revisión y aprobación.

Tabla 20. Formato de entregables del proyecto

FORMATO ENTREGABLES PROYECTO CLASIFRUIT 				
Titulo:				
Código:				
Responsable:				
Grado de confidencialidad:				
Resumen:				
Palabras claves:				
Control de cambios	Versión	Fecha	Líder	Observaciones
Aceptación				
Revisor	Fecha de entrega	Fecha de revisión	Aprobación	Firma

3.10.5.6 Evaluación de pruebas funcionales de la plataforma “Clasifruit”

Se evaluará la conformidad mediante pruebas de software, reconocimiento de los frutos para su clasificación y la funcionalidad de la plataforma integrada al sistema de energía fotovoltaica. Se realizarán pruebas de chequeo de información, exploración del sistema, verificación de cumplimiento de requerimientos técnicos y productivos definidos por los clientes. También se evaluará que el aprovechamiento de recursos se encuentre dentro de los costos planeados.

La ejecución de pruebas se realizará de acuerdo a lo planteado en la figura 15, donde el procedimiento consiste en plantear pruebas de control, seguimiento y funcionalidad de la plataforma, para ejecutarlas y comparar los resultados obtenidos con los esperados, posteriormente se realiza el análisis para identificar errores, corregirlos y volverlos a evaluar para verificar el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

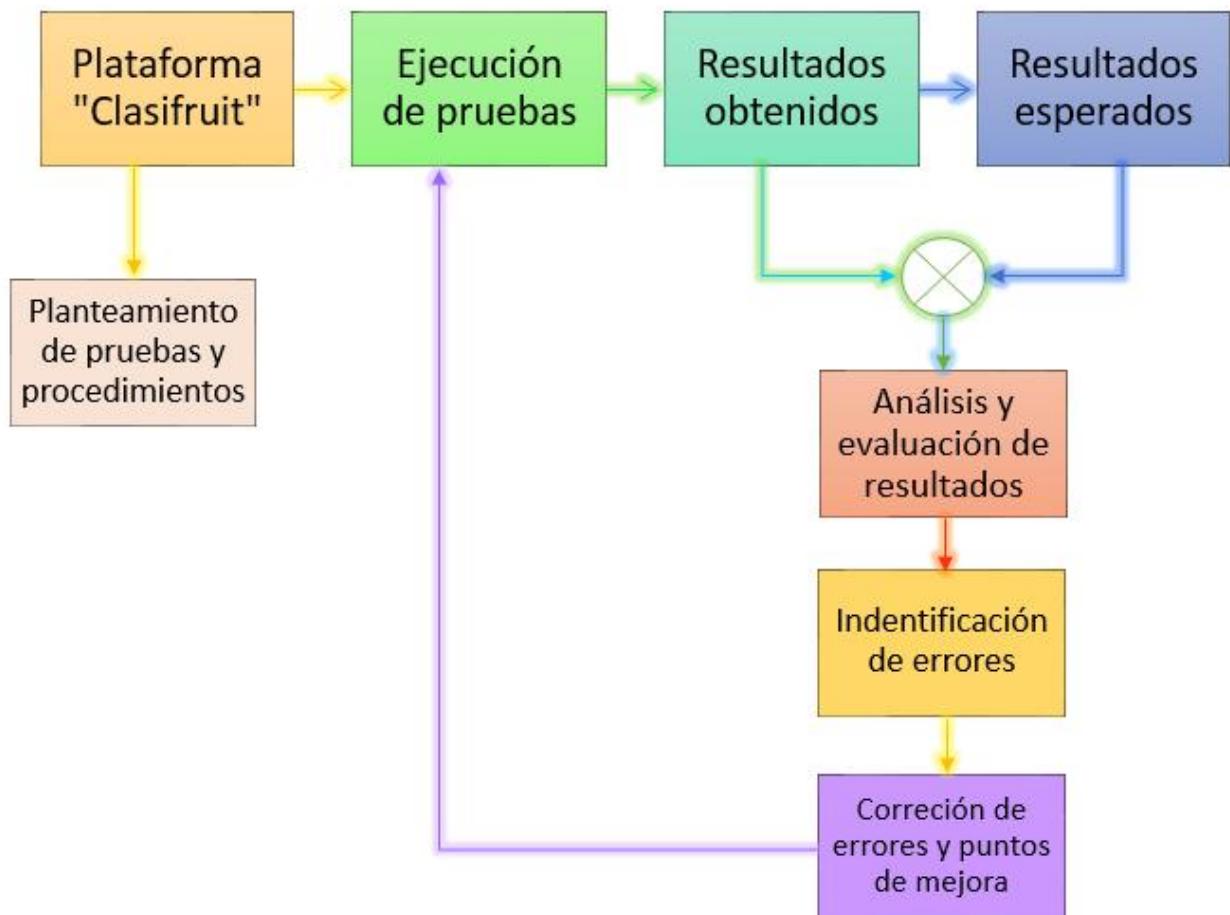


Figura 15. Estructura de desarrollo de pruebas funcionales de la plataforma

La inspección y seguimiento del desempeño de la aplicación se realiza con el objetivo de identificar errores o falencias en el software y/o en la plataforma integrada al sistema fotovoltaico, garantizando la calidad del proyecto a entregar para su posterior implementación en el proceso agroindustrial de clasificación de frutos.

3.10.6 Plan de gestión del riesgo

La gestión de riesgos del proyecto “Clasifruit”, se realizará siguiendo los pasos que se muestran en la figura 16, se inicia con la identificación de los riesgos, el análisis del impacto y la probabilidad de ocurrencia, se elabora el plan de contingencia o acciones de mitigación, finalmente se realiza la monitorización del plan de gestión del riesgo.

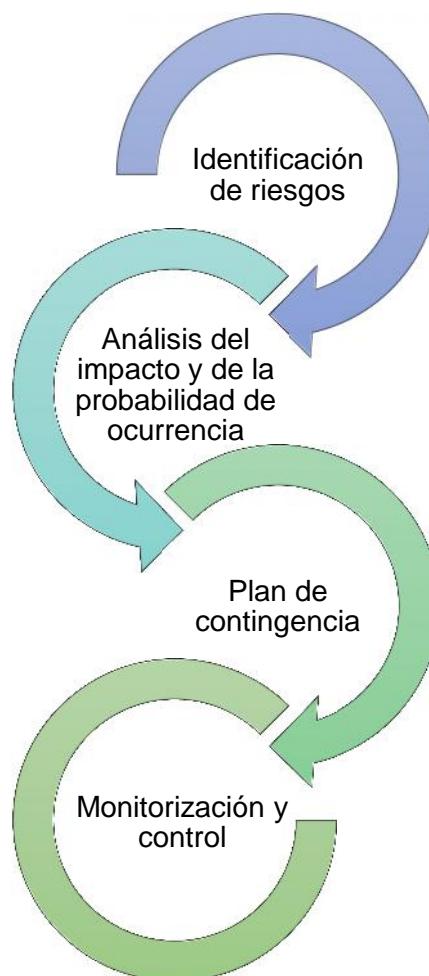


Figura 16. Diagrama de gestión del riesgo

En la tabla 21, se presenta el plan de gestión de riesgos en el que se exponen los riesgos identificados, se le asigna el grado de probabilidad (likelihood) y de severidad (severity) y se indica el nivel de prioridad del riesgo. Adicionalmente, según el nivel de prioridad, se asigna un responsable a cada riesgo. Finalmente, se proponen acciones de mitigación del riesgo, con responsable, fecha de inicio y de fin, y criterio de aceptación de la solución encontrada con las acciones de mitigación.

Tabla 21. Plan de identificación y gestión de riesgos

Risk ID	Risk Class	Description	Likelihood	Severity	Level	Risk Matrix	Owner	Mitigation action ID	Mitigation actions	Responsible person	Date of beginning	Deadline	Acceptance Criteria
R.1	Management	Procesos de gestión demorados y bajo nivel de comunicación de los integrantes del consorcio.	Medium	Very Serious	High	VS S Mi L M H	Define owner Project manager	A.1.1	Realizar kick off meeting	Project manager	Mes 1	Mes 2	Lograr una participación de los integrantes del consorcio superior al 90%.
								A.1.2	Definir los intereses de los socios				
R.2	Management	Retrasos en las actividades del plan de trabajo	Medium	Serious	Medium	VS S Mi L M H	Define owner Líderes paquetes de trabajo	A.2.1	Realizar reuniones de seguimiento	Líderes paquetes de trabajo	Mes 1	Mes 13	Informes mensuales de seguimiento de tareas de los paquetes de trabajo
								A.2.2	Revisar asignación de responsabilidades				
R.3	Product definition	Definición de requerimientos incompletos	Medium	Very Serious	High	VS S Mi L M H	Define owner Coordinador técnico	A.3.1	Planificar las actividades de recopilación de información para definir requerimientos	Coordinador técnico	Mes 1	Mes 1	Definición de paquetes de trabajo, asignación de responsables y procedimientos de recopilación de información
								A.3.2	Asignar responsables de definición de requerimientos				
R.4	Technical	Los diseños seleccionados no son los adecuados para dar solución a los requerimientos de proyecto	Low	Very Serious	Medium	VS S Mi L M H	Define owner Coordinador técnico	A.4.1	Revisar los diseños por el personal técnico	Coordinador técnico	Mes 2	Mes 4	Informes de pruebas de calidad y control de revisión de entregables
								A.4.2	Ajustar diseños a requerimientos				
R.5	Management	Recursos insuficientes para el desarrollo de las actividades de proyecto	Medium	Very Serious	High	VS S Mi L M H	Define owner Project manager	A.5.1	Revisar periódicamente el control de presupuesto	Project manager	Mes 1	Mes 13	Planificación de costos, análisis de presupuestos
								A.5.2	Realizar cuadros comparativos de cotizaciones				
R.6	Management	Retrasos en la entregas de materiales solicitados a los proveedores	Low	Serious	Low	VS S Mi L M H	No owner	A.6.1	Control de solicitud de pedidos	Project manager	Mes 1	Mes 5	Informes de análisis de costos, selección de proveedores.
								A.6.2	Verificar tiempos de entrega de los proveedores seleccionados				
								A.6.3	Realizar seguimiento a pedidos solicitados				

* VS: Very Serious, S: Serious, Mi: Minor, L: Low, M: Medium, High

El nivel de prioridad presentado en la matriz de riesgos se identifica por colores definidos así:

- ✓ Rojo indica un riesgo de nivel alto o crítico – High
- ✓ Amarillo indica un riesgo de nivel medio – Medium
- ✓ Verde indica un riesgo de nivel bajo - Low

3.10.7 Plan de divulgación y explotación

La divulgación y explotación de los resultados del proyecto se deben realizar desde el inicio del proyecto con el fin de dar a conocer los beneficios y ventajas de su implementación, de tal forma que logre un reconocimiento y se pueda evaluar el grado de aceptación del proyecto en el sector agroindustrial del país. Para lograr con éxito la divulgación, gestión y desarrollo del proyecto es importante definir el plan de comunicaciones definiendo estrategias para mantener informados a todos los integrantes del consorcio.

3.10.7.1 Estrategia de divulgación

En el siguiente diagrama se muestran las actividades a realizar en el plan de divulgación para dar a conocer este proyecto:

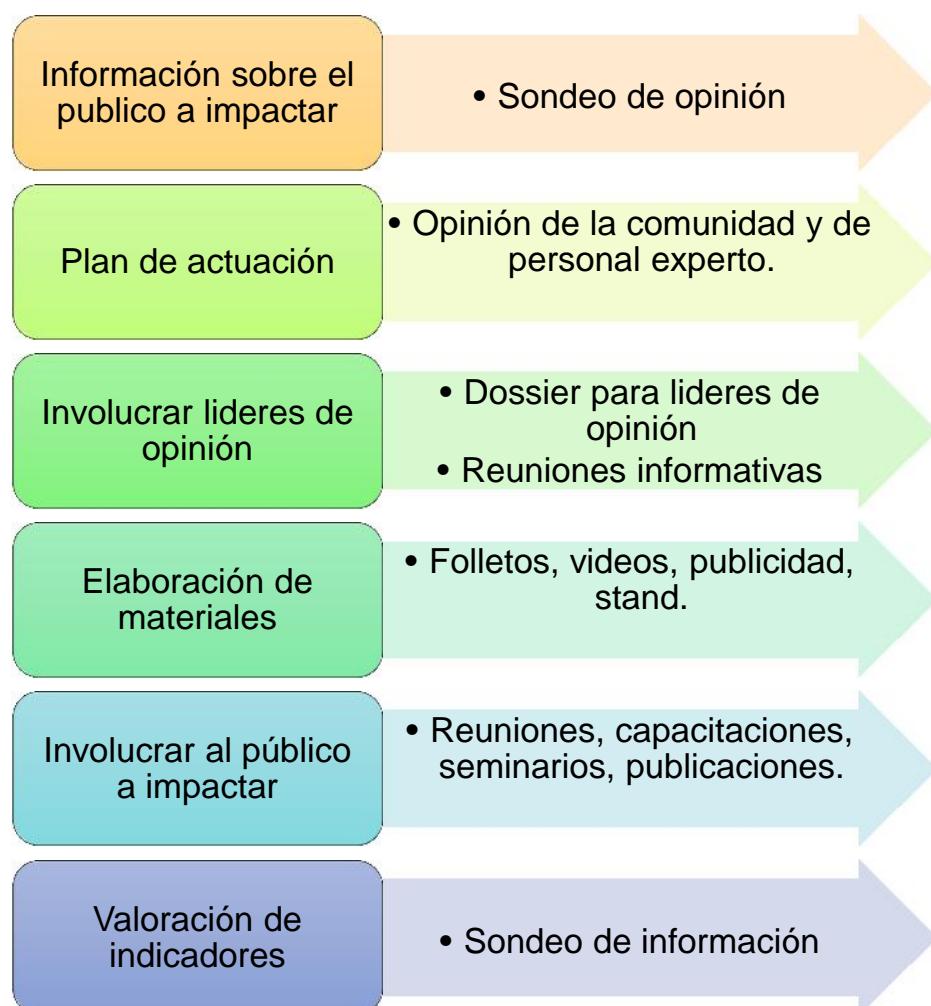


Figura 17. Actividades plan de divulgación

Para medir el impacto en la divulgación se tienen en cuenta los siguientes indicadores, en la tabla 22:

Tabla 22. Indicadores plan de divulgación

TIPO DE INDICADOR	INDICADOR	PROYECCIÓN A CORTO PLAZO	PROYECCIÓN A LARGO PLAZO
DESARROLLO	Seminarios de socialización de beneficios	8	30
	Entrega de folletos y brochure del proyecto	200	1000
	Manuales de funcionalidad	300	900
	Potenciales agricultores contactados	60	100
	Organismos y entidades contactadas	15	25
	Encuentros con socios potenciales	30	50
	Talleres de sensibilización	10	50
	Conferencias	50	120
	Artículos presentados	5	9
	Artículos publicados	10	16
IMPLEMENTACIÓN	Redes de asociaciones conformadas	8	15
	Asistentes a los seminarios	200	800
	Contratos potenciales	55	190
	Actividad del sitio web del proyecto	800	2000
	Satisfacción del usuario final	90%	95%
	Eficiencia del sistema	90%	96%
	Sistemas implementados	3	15
	Publicaciones comerciales	35	80
	Número de visitas a la página web del proyecto	600	1800

3.10.7.2 Estrategia de explotación

Este proyecto tendrá una explotación comercial ya que se basa en una plataforma para mejorar la productividad del sector agroindustrial colombiano, la explotación de este proyecto será de tipo directa, ya que, se obtienen los beneficios a partir de los resultados obtenidos de las plataformas de clasificación de frutas implementadas. Los principales clientes son los empresarios agroindustriales del sector frutícola en Colombia, los agricultores, productores y comercializadores de frutas. Con el avance y crecimiento del proyecto se tendrán en cuenta otras formas de explotación desarrollando productos con un valor agregado diferenciador en el mercado común, cambiando los sistemas de clasificación, por métodos modernos y robustos para la industria frutícola. La finalidad del producto es estandarizar el proceso de clasificación de frutas a partir de la automatización de este proceso, adicional a esto se ofrece como valor agregado la implementación de esta plataforma con energía fotovoltaica para disminuir los costos energéticos y poderla implementar en zonas no interconectadas a la red eléctrica en Colombia. Para el control de protección de propiedad del conocimiento se generarán licencias de uso del software de la plataforma de clasificación de frutas por parte de los clientes.

3.10.8 Plan de comunicación

Como estrategia de comunicación se garantizará que todos los integrantes de la organización reciban la información completa, confiable, oportuna del entorno y del proyecto.

Se busca el fortalecimiento y fomento del sentido de pertenencia de las personas hacia el proyecto, esto se logra difundiendo los elementos de la cultura corporativa (misión, visión, valores) que hacen que las personas encuentren sentido y dirección. Es importante que el comunicador verifique de forma constante la congruencia en los mensajes que envía, el ser y el quehacer de su organización mostrando confiabilidad y credibilidad.

En el plan de comunicaciones se plantean las actividades registradas en la tabla 23, con las cuales se pretende mantener informados a todos los integrantes sobre el estado del proyecto.

Tabla 23. Plan de comunicación

Actividades plan de comunicación	Frecuencia
Informes de estado de tareas	Mensual
Informes de análisis de costos	Mensual
Informes de actividades paquetes de trabajo	Semanal
Reportes de pruebas de calidad	Mensual
Reportes de pruebas operacionales	Único
Entregables del proyecto	Mensual
Revisión visitas página web del proyecto	Mensual
Reuniones de líderes paquetes de trabajo	Semanal
Reuniones integrantes del consorcio	Mensual
Reuniones de seguimiento	Mensual
Registro de entregables	Mensual
Boletines informativos	Mensual

4. Conclusiones y trabajo futuro

En el desarrollo de esta propuesta se identificaron los puntos clave a tener en cuenta para la postulación a la convocatoria de la alianza MINTIC-COLCIENCIAS, planteando el desarrollo de una plataforma tecnológica para la clasificación de frutas a partir de características organolépticas, donde su funcionamiento se basa en el uso de energía solar fotovoltaica.

Esta propuesta contribuye en la busca queda de la alianza MINTIC – COLCIENCIAS por implementar novedosas soluciones para el sector agroindustrial colombiano de tal forma que se puedan satisfacer las necesidades del sector agrícola, en este caso para mejorar y optimizar el proceso de clasificación de frutas en la fase de pos cosecha.

Al finalizar este trabajo se evidencia el cumplimiento del objetivo de desarrollar una propuesta para la financiación de una plataforma tecnológica para la clasificación de frutas de forma automática con la posibilidad de funcionamiento con energía solar fotovoltaica.

También se puede observar que la gestión del proyecto se enfoca en el desarrollo de una propuesta que busca el desarrollo de una plataforma tecnológica para la clasificación de frutas teniendo en cuenta características organolépticas como: color, forma y tamaño.

Con el desarrollo de esta propuesta se lograría la implementación de soluciones TI para incentivar la gestión del conocimiento en el sector agroindustrial mejorando de esta forma la asistencia técnica de los agricultores.

Se aplicó la metodología de marco lógico para identificar las principales problemáticas y las posibles del sector agroindustrial de las frutas en la fase de pos-cosecha, adicionalmente se realizó el análisis de participación en el que se identificaron los principales beneficiarios con el desarrollo del proyecto.

En esta propuesta se desarrolló el plan de trabajo para la ejecución de la plataforma de clasificación de frutas de forma automática, describiendo cada uno de los paquetes de trabajos, tareas y entregables con asignación de responsables de las di referentes actividades.

Adicionalmente, se realiza el plan de calidad en el que se definen las métricas de calidad de los resultados del proyecto.

Se evidencia una proyección positiva para la financiación de este tipo de proyectos, ya que en Colombia se está buscando el fortalecimiento del sector agroindustrial por medio de aplicaciones tecnológicas

De acuerdo a los objetivos planteados para el desarrollo de la plataforma tecnológica de clasificación de frutas, “Clasifruit”, las contribuciones esperadas son:

- ✓ Plataforma tecnológica que facilite y optimice el manejo pos cosecha de clasificación de frutas de acuerdo a características organolépticas: color, forma y tamaño
- ✓ Plataforma de clasificación de frutas integrada con un sistema de energía solar fotovoltaica para la alimentación eléctrica de los componentes del proyecto.
- ✓ Mejoramiento en el rendimiento productivo del proceso de clasificación de frutas en las entidades beneficiarias.
- ✓ Fortalecimiento de las medidas de inclusión tecnológica en el sector agrícola colombiano.
- ✓ Implementación de una solución tecnológica para el sector agrícola, fortaleciendo la actividad productiva de manejo pos-cosecha de las frutas y mejorando la asistencia técnica del sector agrícola.

Trabajo futuro

Con la implementación de este tipo de proyecto se fortalecerá el sector agrícola colombiano, tecnificando los procesos manuales y aumentando la eficiencia de las diferentes actividades pos cosecha de las frutas.

Al tener implementada la plataforma de clasificación de frutas se buscará interpolar este tipo de soluciones tecnológicas a otros subsectores de la industria agrícola como es el caso de las hortalizas.

Después de evaluar la plataforma implantada en las entidades beneficiarias se buscarán los puntos de mejora para optimizar su funcionamiento y rendimiento, de tal forma que se pueda aumentar la satisfacción de los usuarios.

El desarrollo de este tipo de proyectos tendrá un impacto económico positivo para el mejoramiento de las actividades agroindustriales.

5. Referencias

- Blasco, J. A. (2007). Citrus sorting by identification of the most common defects using multispectral computer vision. En *Journal of Food Engineering* (pág. 83:384).
- Bruhn, C. (2007). Aspectos de calidad y seguidad alimentaria de interés para el consumidor. In *Tecnología Poscosecha de Productos Hortofrutícolas*, 37-44.
- Catarina Pedro et. al, P. N. (2012). *Cítricos: Cultivo, poscosecha e industrialización*. Caldas: 367 p.: il. (Serie Lasallista investigación y ciencia). ISBN: 978-958-8406-17-6.
- Catarina Pedro et. al, P. N. (2012). *Cítricos: Cultivo, Poscosecha e Industrialización*. Caldas: 367 p. : il. (Serie Lasallista Investigación y Ciencia). ISBN: 978-958-8406-17-6.
- Cendejas, J. (2014). *Implementación del modelo integral colaborativo (MDSIC) como fuente de innovación para el desarrollo ágil de software en las empresas de la zona centro - occidente México*. Obtenido de eumed.net: <http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2014/jlcv/software.htm>
- COLCIENCIAS . (2015). *Términos de referencia convocatoria para el Desarrollo de Soluciones Innovadoras de Tecnologías de la Información para el Sector Agropecuario y Agroindustrial en Colombia – 2015*. Bogotá.
- CORPOICA. (2016). Modulo de manejo de cosecha y poscosecha de las frutas. CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). Bogotá. Recuperado el 2016, de http://www.academia.edu/8313043/MODULO_MANEJO_DE_COSECHA_Y_POSCO_SECHA_DE_LAS_FRUTAS
- Espinal et al., M. &. (Enero de 2005). *LA CADENA DE CÍTRICOS EN COLOMBIA* Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Observatorio Agrocadenas Colombia. Obtenido de UNA MIRADA GLOBAL DE SU ESTRUCTURA Y DINÁMICA 1991 - 2005: <http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Foros/caracterizacion-%20citicos1.pdf>

ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (25 de 05 de 1997).

Norma Técnica Colombiana NTC 1291. Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/58310079/NTC-1291-Fruta-y-Hortalizas-Generalidades>

Interempresas. (2011). *Inspección de frutas y hortalizas mediante videocámara: estado actual de la técnica.* Obtenido de <http://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/56223-Inspeccion-de-frutas-y-hortalizas-mediante-videocamara-estado-actual-de-la-tecnica.html>

Larcher, L. J. (2013). Pondreación de calidad en frutas usando técnicas de visión artificial para la estimación de daños. En A. A. Computacional. Mendoza, Argentina : Mecánica Computacional Vol XXXII, págs. 2473-2484. Recuperado el 08 de 2016, de <http://www.cimec.org.ar/ojs/index.php/mc/article/viewFile/4498/4428>

Lasprilla, D. (2011). Estado actual de fruticultura colombiana y perspectivas para su desarrollo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33(spe1)(ISSN 0100-2945), 199-205. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452011000500023>

Lasprilla, D. M. (Octubre de 2011). Actual state of colombian pomology and prospects for its development. *Revista Brasileira de Fruticultura* , 33, 33(spe1), 199-205. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452011000500023>

LEGISCOMEX. (15 de 05 de 2013). *Exportación de frutas exóticas colombianas.* Obtenido de <http://www.legiscomex.com/BancoMedios/Documentos%20PDF/estudio-frutas-exoticas-colombia-completo.pdf> LEGISSCOMEX:

LEGISCOMEX. (15 de Mayo de 2013). *Inteligencia de mercados/Exportación de frutas exóticas colombianas.* Obtenido de <http://www.legiscomex.com/BancoMedios/Documentos%20PDF/produccion-estudio-frutas-exoticas.pdf>

Machiavelo, V. (2011). *Introducción a los Análisis de Fallas (Fault Tree Analysis).* Obtenido de <https://machiavelo.files.wordpress.com/2011/08/analisis-de-arboles-de-falla-fta.pdf>

Montoya Holguin, C. C. (2014). Sistema automático de reconocimiento de frutas basado en visión por computador. *Revista chilena de ingeniería*, 22, 22(4), 504-516. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052014000400006>

Ofnisystems. (2016). *Ofnisystems - Test Protocols and Test Plans*. Obtenido de <http://www.ofnisystems.com/services/validation/test-protocols/>

OMS, FAO. (2007). *Codex Alimentarius, Frutas y Hortalizas Frescas*. Obtenido de FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación): <http://www.fao.org/3/a-a1389s.pdf>

Ortegón E., e. a. (2005). *Naciones Unidas - CEPAL*. Obtenido de Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5607/S057518_es.pdf

PROCOLOMBIA. (Abril de 2016). *Inversión en el sector Hortofrutícola en Colombia*. Obtenido de <http://www.inviertaencolombia.com.co/sectores/agroindustria/hortofruticola.html>

Recce, M., Taylor, J., Piebe, A., & Tropiano, G. (1996). High speed vision - based quality grading of oranges. En *Neuronal Networks for identification, control, robotics, and signal / image processing* (págs. pag. 136, 144, 21 - 23 Aug 1996). Proceedings., International Workshop on.

ROMERO, A. M. (2014). Classification system for artificial vision type Tommy mango. En R. Ingenierías.