



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS Y SISTEMAS
INGENIERIA DE SISTEMAS

Trabajo monográfico para optar el título de
Ingeniero de sistemas

“Prototipo de un sistema de riego y fertilización mediante sensores de humedad para la finca “La Gaviota”, ASODECOM, Somoto, Madriz”.

Autores

Br. Mario Antonio Hernández Mengibar	2014 - 0173N
Br. Alfredo César Parrilla Talavera	2014 - 0225N
Br. Víctor Daniel Triminio Gómez	2014 - 0163N

Tutor

Ing. José Manuel Poveda

Managua, febrero 2020

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada a:

A nuestros padres quienes con su amor, paciencia y esfuerzo nos han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en nosotros el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está con nosotros siempre.

A nuestros hermanos y hermanas por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar con nosotros en todo momento, gracias a toda nuestra familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de nosotros mejores personas y de una u otra forma nos acompañan en todos nuestros sueños y metas.

Finalmente queremos dedicar esta tesis a todos nuestros amigos/as, por apoyarnos cuando más los necesitamos, por extender sus manos en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias amigos/as, siempre los llevaremos en nuestros corazones.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestra gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre nuestras vidas y a todas nuestras familias por estar siempre presentes.

Nuestro profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal de la Asociación de desarrollo comunitario ASODECOM, por confiar en nosotros, abrimos las puertas y permitimos realizar todo el proceso investigativo dentro de su institución.

De igual manera agradecemos, a la Universidad Nacional de Ingeniería UNI, a todos nuestros profesores en especial a Víctor Parrales (Q.E.P.D) quien fue con su carisma y valiosos conocimientos pilar fundamental para crecer día a día como profesionales, gracias por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Finalmente, queremos expresar nuestro más grande y sincero agradecimiento a nuestro profesor, tutor y amigo Ing. José Manuel Poveda Ruíz, principal colaborador durante todo este proceso, quien, con su dirección, conocimiento, enseñanza y contribución permitió el desarrollo de este trabajo.

Resumen

El presente trabajo tiene como fin aportar una herramienta que contribuya a mejorar el proceso de irrigación y fertilización en la finca “La Gaviota” de la Asociación de Desarrollo Comunitario (ASODECOM). La cual consiste en un sistema de información que permite llevar a cabo cada una de las etapas del crecimiento y desarrollo de las plantas de una manera automatizada.

Para lograr este proyecto se realizaron diferentes estudios como: la ingeniería de requerimientos del sistema, la que contempla la recolección de la información mediante entrevistas realizadas a cada uno de los involucrados en el proceso, para determinar todas las funciones del sistema de información que serán objeto de estudio y posterior desarrollo.

Posteriormente, se estableció la metodología de desarrollo, utilizando ciclo de vida por prototipo. A continuación, se realizaron los estudios de viabilidad contemplando cuatro etapas vitales: la viabilidad técnica que sirvió para determinar todos los componentes físico-digitales para la creación del sistema, la viabilidad operacional la cual corrobora el interés y aceptación de proyecto, la viabilidad económico financiera que dieron como resultado un valor sustentable para la empresa mostrando información relevante y valiosa para la recuperación de la inversión, la cual es de: 1 año, 10 meses y 4 días. Cabe destacar que la inversión puede ser positiva, mostrando indicativos tales como 55% de TIR en relación al 24% de la tasa de interés, VAN de \$13,310.73, una ganancia de 1.12 dólares por cada dólar invertido.

Finalmente se realizó el desarrollo del software, cada una de las funciones fue programada en C# el cual funge como manejador de datos y C++ para el control estricto de los dispositivos físicos y operaciones lógicas de los mismos y la estructura modelo vista controlador (MVC) como arquitectura de software.

Contenido

1. Introducción	1
2. Antecedentes	2
3. Objetivos	4
3.1. Objetivo General	4
3.2. Objetivo Especifico	4
4. Justificación	5
5. Marco Teórico	6
5.1. Sistema de Sensores de Riego	6
5.2. Estudios de viabilidad	9
5.3. Requerimientos y la IEEE 830	11
5.4. Diseño	13
5.5. Componentes de prototipo y lenguaje de programación	15
6. Diseño Metodológico	17
6.1. Ubicación del Estudio	17
6.2. Tipo de Investigación	17
6.3. Universo / Muestra	17
6.4. Fuentes de Información	17
6.5. Modelo de Desarrollo	19
6.6. Herramientas a utilizar	21
7. Ingeniería de requerimientos	22
7.1. Visión General del Documento	22
7.2. Generalidad	22
7.3. Propósito	22
7.4. Ámbito del Sistema	23
7.5. Descripción general del sistema	24
7.6. Funciones del producto	25
7.7. Características de los Usuarios	25
7.8. Restricciones	25
7.9. Requisitos específicos	27
7.10. Funciones	28
7.11. Requisitos de Rendimiento	29
7.12. Restricciones de Diseño	29
7.13. Atributos del Sistema	30

7.14.	Modelo de Casos de Uso de Negocio	31
8.	Estudios de viabilidad	35
8.1.	Estudio de Viabilidad Técnica	35
8.2.	Estudio de Viabilidad Operativa	49
8.3.	Estudio de Viabilidad Económica	52
8.4.	Estudio de Viabilidad Financiera	67
9.	Diseño y desarrollo del sistema	82
9.1.	Diagrama general de caso de usos	83
9.2.	Diagramas de casos de uso	84
9.3.	Plantillas de casos de uso	88
9.4.	Diagrama de actividades	103
9.5.	Diagrama de clases	118
9.6.	Diagramas de secuencia	119
9.7.	Modelado de la base de datos	129
9.8.	Diagrama de componentes	130
9.9.	Diagramas de Distribución	131
9.10.	Diagrama de Circuitos	132
9.12.	Diseño de interfaz grafica	137
10.	Plan de contingencia	146
11.	Conclusiones	149
12.	Recomendaciones	151
13.	Bibliografía	152
Anexos	154

Índice de ilustración

Ilustración 1: Modelo por prototipo	19
Ilustración 2: Diagrama general de casos de uso del negocio.	32
Ilustración 3: Casos de uso del negocio	32
Ilustración 4: Diagrama de actividad, regar planta.....	33
Ilustración 5: Diagrama de actividad, fertilizar planta.	34
Ilustración 6: Plano de la finca "La Gaviota"	42
Ilustración 7: Distribución física del SIREFSH	43
Ilustración 8: Distribución física de la fertilización.....	45
Ilustración 9: Diseño del sistema de riego dentro del invernadero	46
Ilustración 10: Vista en isométrico del módulo tipo túnel	47
Ilustración 11: Detalles de distribución de plantas.....	47
Ilustración 12: Detalle de distribución de planta	48
Ilustración 13: Organigrama de ASODECOM.....	50
Ilustración 14: Diagrama General de Casos de Uso.....	83
Ilustración 15: Diagrama de caso de uso de administrar usuario.	84
Ilustración 16: Caso de uso Manejar Planta	84
Ilustración 17: Caso de uso Manejar ficha técnica.	85
Ilustración 18: Caso de uso gestionar planta.....	85
Ilustración 19: Caso de uso programar calendario	86
Ilustración 20: Caso de uso notificación de fertilizante	86
Ilustración 21: Caso de uso generar reportes.....	87
Ilustración 22: Diagrama de actividad, agregar usuario.....	103
Ilustración 23: Diagrama de actividad, modificar usuario	104
Ilustración 24: Diagrama de actividad, eliminar usuario	105
Ilustración 25: Diagrama de actividad, agregar datos de planta.....	106
Ilustración 26: Diagrama de actividad, modificar planta	107
Ilustración 27: Diagrama de actividad, agregar ficha técnica	108
Ilustración 28: Diagrama de actividad, modificar ficha técnica.	109
Ilustración 29: Diagrama de actividad, eliminar ficha técnica	110
Ilustración 30: Diagrama de actividad, abrir y cerrar llaves de pase.....	111
Ilustración 31: Diagrama de actividad, detectar humedad	112
Ilustración 32: Diagrama de actividad, crear archivo	113
Ilustración 33: Diagrama de actividad, imprimir reporte.....	114
Ilustración 34: Diagrama de actividad, registrar eventos	116
Ilustración 35: Diagrama de actividad, registrar fechas de calendario.....	117
Ilustración 36: Diagrama de clases.....	118
Ilustración 37: Diagrama de secuencia, escenario de agregar usuario.	119
Ilustración 38: Diagrama de secuencia, escenario de modificar usuario.	120
Ilustración 39: Diagrama de actividad, escenario de eliminar usuario.....	121

Ilustración 40: Diagrama de secuencia, escenario de registrar fechas de calendario	122
Ilustración 41: Diagrama de secuencia, escenario de registrar eventos.....	123
Ilustración 42: Diagrama de secuencia, escenario de agregar planta	124
Ilustración 43: Diagrama de secuencia, escenario de modificar planta	125
Ilustración 44: Diagrama de secuencia, escenario de manejar fichas técnicas	126
Ilustración 45: Diagrama de secuencia, escenario de modificar ficha técnica	127
Ilustración 46: Diagrama de secuencia, escenario de eliminar ficha técnica..	128
Ilustración 47: Modelado de la base de datos	129
Ilustración 48: Diagrama de componentes	130
Ilustración 49: Diagrama de distribución.....	131
Ilustración 50: Diagrama de circuitos.....	132
Ilustración 51: Conexiones de circuitos con Arduino #1	133
Ilustración 52: Conexiones de circuitos con Arduino #2	133
Ilustración 53: Prototipo a escala del sistema de riego y fertilización mediante sensores de humedad #1	134
Ilustración 54: Prototipo a escala del sistema de riego y fertilización mediante sensores de humedad #2	134
Ilustración 55: Prototipo a escala del sistema de riego y fertilización mediante sensores de humedad #3	135
Ilustración 56: Prototipo a escala del sistema de riego y fertilización mediante sensores de humedad #4	135
Ilustración 57: Prototipo a escala del sistema de riego y fertilización mediante sensores de humedad #5	136
Ilustración 58: Prototipo a escala del sistema de riego y fertilización mediante sensores de humedad #6	136
Ilustración 59: Diseño de interfaz, pantalla de inicio.....	137
Ilustración 60: Diseño de interfaz, pestaña de usuarios	137
Ilustración 61: Diseño de interfaz, ventana de actualizar usuario.....	138
Ilustración 62: Diseño de interfaz, ventana de plan de riego	138
Ilustración 63: Diseño de interfaz, actualizar plan de riego	139
Ilustración 64: Diseño de interfaz, gestión de plantas.	139
Ilustración 65: Diseño de interfaz, actualizar planta.	140
Ilustración 66: Diseño de interfaz, nuevo fertilizante.	140
Ilustración 67: Diseño de interfaz, gestión de fertilizante propia.....	141
Ilustración 68: Interfaz 10: Diseño de interfaz, actualizar fertilizante	141
Ilustración 69: Diseño de interfaz, calendario de riego	142
Ilustración 70: Diseño de interfaz, actualizar calendario.....	142
Ilustración 71: Diseño de interfaz, pestaña de actividades.....	143

Ilustración 72: Diseño de interfaz, panel de ayuda	143
Ilustración 73: Diseño de interfaz, acceso directo a la planta sembrada	144
Ilustración 74: Diseño de interfaz, acceso directo a reportes	144
Ilustración 75: Diseño de interfaz, acceso directo a tiempos de riego	145
Ilustración 76: Diseño de interfaz, acceso directo a cantidad de agua	145
Ilustración 77: Tanque Fuente: Elaboración propia.	171
Ilustración 78: Manguera de riego por goteo #1	171
Ilustración 79: Llaves de pase de agua	172
Ilustración 80: Manguera de riego por goteo #2	172
Ilustración 81: Tanque de almacenamiento de agua #2	173
Ilustración 82: Equipo de trabajo de la finca “La Gaviota”	173
Ilustración 83: Entrada principal de la Finca “La Gaviota”	174
Ilustración 84: Lugar de construcción del túnel e instalación del sistema #1..	174
Ilustración 85: Lugar de construcción del túnel e instalación del sistema #2..	175
Ilustración 86: Tuberías actuales de la Finca “La Gaviota”	175

Índice de tablas

Tabla 1: Características de computadora de finanzas - ASODECOM	35
Tabla 2: Características de computadora de secretaria – ASDECOM	35
Tabla 3: Requerimientos de Visual Studio 2019	36
Tabla 4: Requerimientos de Arduino IDE	37
Tabla 5: Requerimientos de MySQL Community 8.0.15	37
Tabla 6: Requerimiento para la ejecución del sistema	38
Tabla 7: Propuesta de computadora	39
Tabla 8: Especificaciones de Hardware de Arduino	40
Tabla 9: Especificaciones de Software de Arduino	41
Tabla 10: Puntos de función sin ajustar (valores a calcular)	52
Tabla 11: Puntos de función sin ajustar (valores a calcular)	53
Tabla 12: Valores de ajuste de complejidad (Fi)	53
Tabla 13: Preguntas para la valoración de ajuste de complejidad	54
Tabla 14: Factores de escala	56
Tabla 15: Factores de esfuerzo compuesto	58
Tabla 16: Calculo del esfuerzo	59
Tabla 17: Calculo del tiempo de desarrollo	59
Tabla 18: Calculo cantidad de personas	59
Tabla 19: Relación etapas del proyecto y porcentajes de esfuerzo	60
Tabla 20: Distribución del esfuerzo y tiempo de desarrollo por etapa	61
Tabla 21: Estimación del esfuerzo y tiempo de desarrollo	62
Tabla 22: Personal necesario para cada etapa del proyecto	62
Tabla 23: Tabla de salario que devengará el personal que labore en el proyecto	63
Tabla 24: Costo de la Fuerza de Trabajo para cada etapa del proyecto	63
Tabla 25: Costo de la fuerza de trabajo en dólares	64
Tabla 26: Costo de uso de medios técnicos	65
Tabla 27: Otros gastos	65
Tabla 28: Costo de abastecimiento técnico de materiales (CMAT)	65
Tabla 29: Presupuesto de la inversión proyectada	67
Tabla 30: Presupuesto de los costos de producción proyectados	69
Tabla 31: Costo del sistema	69
Tabla 32: Costos de equipo de riego	70
Tabla 33: Amortización y gastos financieros	71
Tabla 34: Proyección de ventas	72
Tabla 35: Depreciación anual de activos fijos	72
Tabla 36: Gastos de administración	73
Tabla 37: Gastos de venta	73
Tabla 38: Costos por unidad producida	74
Tabla 39: Costos fijos	74
Tabla 40: Estados de resultados proyectado	75
Tabla 41: Flujo de efectivo proyectado	76
Tabla 42: Cálculo de VAN y TIR	77
Tabla 43: Balance general proyectado	77

Tabla 44: Relación beneficio costo	78
Tabla 45: Periodo de recuperación de la inversión	79
Tabla 46: Punto de equilibrio	80
Tabla 47: Plantilla de Coleman, agregar usuario	88
Tabla 48: Plantilla de Coleman, modificar usuario	89
Tabla 49: Plantilla de Coleman, eliminar usuario	90
Tabla 50: Plantilla de Coleman, agregar planta	91
Tabla 51: Plantilla de Coleman, modificar planta	92
Tabla 52: Plantilla de Coleman, agregar ficha técnica	93
Tabla 53: Plantilla de Coleman, modificar ficha técnica	94
Tabla 54: Plantilla de Coleman, eliminar ficha técnica	95
Tabla 55: Plantilla de Coleman, abrir y cerrar llave de pase	96
Tabla 56: Plantilla de Coleman, detectar humedad	97
Tabla 57: Plantilla de Coleman, crear archivo PDF	98
Tabla 58: Plantilla de Coleman, imprimir reporte	99
Tabla 59: Plantilla de Coleman, notificación de fertilización	100
Tabla 60: Plantilla de Coleman, registrar eventos	101
Tabla 61: Plantilla de Coleman, registrar fechas de calendario	102
Tabla 62: Plan de contingencia	148

1. Introducción

En Nicaragua el sector económico más importante es la agricultura, según estadísticas del 2017, la agricultura genera un 27% de empleo a la población económicamente activa y aporta un 18% al PIB Nacional, a pesar de que los productores no cuentan con las mejores tecnologías para cultivar sus productos. Los métodos que los productores utilizan son técnicas rústicas que no alcanzan el grado distintivo que un cultivo debería contener, porque no capaces de racionalizar adecuadamente los recursos que el plantío necesita.

En la ciudad de Somoto, departamento de Madriz, ASODECOM está comprometida en los rubros de acopio de lácteos y trabajo de agricultura. La zona agrícola de la asociación posee una finca llamada “La Gaviota” en la cual el riego es controlado por goteo. Se propuso la idea de implementar un sistema capaz de controlar eficazmente el crecimiento de las plantaciones que la finca cultiva, todo esto, mediante sensores de humedad que serán controlados por una aplicación digital de ordenador. La aplicación es capaz de vigilar y reconocer los procesos de irrigación dentro de los cultivos a través de sensores que envían combinaciones de pulsos eléctricos que el software distinguirá para determinar la cantidad de agua que necesita la planta. El proceso de fertilización se hace de manera manual; un operador a través de una alerta en la aplicación distribuirá fertilizantes hidrosolubles dentro de tanques que estarán conectados al sistema de riego.

La introducción de este tipo de sistema de riego en Nicaragua, representa un paso hacia la automatización de los procesos agrícolas, propiciando con esto la reducción del consumo de agua, explotación del suelo y las necesidades de la planta. Para la elaboración del sistema que se propuso fue necesario identificar sus requerimientos, así como la viabilidad de implementación en la finca “La Gaviota”. Posteriormente se realizó el diseño y desarrollo del prototipo el cual consta de dos partes: físico y digital. La programación del prototipo fue realizada con la tecnología de Arduino; sensores, relé, bomba de agua, etc. El software fue diseñado e implementado con el lenguaje de programación C#.

2. Antecedentes

Los agricultores anteriormente regaban basándose en las estaciones agroclimáticas, esta era la forma más común que tenían los agricultores de realizar sus balances hídricos, ineficiente y a expensas de las épocas del año. Debido a esto, surgió la necesidad de implementar sistemas de riegos más sofisticados. Los primeros indicios de la tecnología de sistemas de riego automatizados se dieron en USA, para posteriormente globalizarse en poco más de una década.

Con el paso de tiempo estos tipos de sistemas de riego automatizados fueron aumentando. En empresas hondureñas el sistema de riego es aplicado en cultivos de flores y vegetales. En Nicaragua los principales avances de estos tipos de sistemas son de carácter educativo, en el departamento de Robótica de la UNAN-León consiguieron implementarlo. Los estudios elaborados en la universidad se componen por un sistema automatizado de riego por goteo en el municipio de Santa rosa del peñón y el desarrollo de un sistema hidropónico para la cultivación de chiles.

Según el periódico el nuevo diario en su artículo hecho por: “Ofrecen nuevas tecnologías a agricultores”, en Managua 2013 se realizó el “Congreso Internacional de Agricultura de café, arroz y granos básicos”. En este se dotó a los agricultores con nuevas tecnologías para mejorar el rendimiento productivo de sus cultivos” (Lacayo, 2013). La empresa Disagro, especializada en aditamentos agrícolas empezó a trabajar con 2000 productores en para mejorar los niveles de producción.

Los sistemas de riego que se encuentran en Nicaragua trabajan de forma independiente y de manera tradicional. La agricultura nicaragüense es muy nueva en la implementación de este tipo de sistemas debido al costo y desinterés del agricultor, por esta razón la investigación e implementación es compleja.

A principios del año 2017 según información del presidente de UPANIC (Unión de Productores Nicaragüenses) se logró que 11,598 de las 262,546 fincas

productoras en el país integraran sistemas de riego en sus plantaciones teniendo un total de más del 4% (Hidalgo, 2014). Las instituciones que utilizan sistemas de riego por sensores de humedad o algún sistema de riego semejante es la compañía de “Las Limas” esta empresa ubicada en las afueras de la ciudad de Estelí tiene como principal rubro la cultivación de plantas ornamentales.

En la finca “La gaviota” se siembran diferentes tipos de cultivos los cuales son conservados y cuidados por un sistema de riego por goteo que tiene más de 10 años de funcionamiento. ASODECOM quiere actualizar su sistema de riego por uno de mayor calidad, debido a la precariedad y fallas del actual, el deterioro de sus canales y otros tipos de desperfectos en su funcionamiento, los cuales provocan pérdidas de recursos hídricos, fertilizantes solubles y deterioro de los cultivos.

La empresa ASODECOM ha visto minimizada la productividad de los cultivos debido a la cantidad incontrolada de agua, esto demuestra la necesidad de invertir en un sistema de riego que pueda reducir las pérdidas de recursos hídricos, mejorar la utilización de fertilizantes solubles y la calidad de los cultivos.

Al conocer la necesidad de la empresa se planteó crear una aplicación que fuese capaz de controlar y administrar de manera eficiente las plantas que hoy en día son sembradas; de manera automática. La que mediante sensores de humedad proporcionen información sobre el estado, fertilización, irrigación y constante crecimiento de la planta, evitando la pérdida de agua innecesaria.

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

- Desarrollar un prototipo de un sistema de riego y fertilización mediante sensores de humedad para la automatización de funciones de cultivo en los plantíos de finca “La gaviota” de la empresa ASODECOM, Somoto, Madriz.

3.2. Objetivo Especifico

- Determinar la viabilidad de la implementación de un sistema de riego y fertilización mediante sensores de humedad en la finca “La Gaviota”.
- Definir los requerimientos del sistema a través de la norma para la especificación de requisitos IEEE 830.
- Diseñar el sistema de información utilizando la metodología de Proceso Racional Unificado (RUP).
- Programar el sistema de riego sensores de humedad utilizando el lenguaje de programación C++.
- Construir el prototipo físico del sistema basado en la tecnología de microcontroladores de Arduino.

4. Justificación

El desarrollo de esta propuesta surgió de la necesidad de mejorar el manejo de los cultivos de hortalizas con respecto al sistema actual de riego por goteo. El sistema de sensores está compuesto por una aplicación digital la cual ofrecerá el valor referente a las plantas tal como humedad, éste obtenido previamente a través de sensores. Con el conocimiento de este valor se puede saber la situación actual de la planta en cuanto a niveles de agua durante la jornada de trabajo, la utilización de fertilizante dentro del sistema es meramente de manera manual donde el sistema genera una notificación de la aplicación de dichos componentes a través de una persona la cual vierte los fertilizantes hidrosolubles dentro de tanques que estarán conectados al sistema de riego.

De esta forma, la finca “La Gaviota” mediante este sistema puede reducir la pérdida de agua en el suelo y las plantas que dan lugar al proceso de evapotranspiración, manteniendo la zona radical bajo condiciones constantes de humedad y minimizando simultáneamente las pérdidas por evaporación directa. La cantidad de agua está controlada por el sistema el cual maneja valores definidos según el tipo de cultivo. Los valores de los fertilizantes se incluyen en fichas técnicas donde se especificarán los días que se fertilizan los cultivos, el proceso de aplicación del fertilizante de los cultivos se hace a través de un operador donde con fertilizantes hidrosolubles los introducirá dentro de tanques con agua los cuales están conectados al sistema de riego y la aplicación.

El riego por sensores de humedad le ofrece a la finca “La Gaviota” muchos beneficios, entre los que se encuentran: reducción del consumo de agua, ya que provee a la planta la cantidad exacta de agua que necesita; menor requerimiento de mano de obra, no solo por mantenimiento sino por la menor incidencia de las malas hierbas en el cultivo y facilidad para la automatización y mecanización; incremento de la producción y mejora de la calidad de la cosecha; mejor manejo de control de plagas y enfermedades.

5. Marco Teórico

El marco teórico presenta una breve reseña de información donde se exponen los métodos y conceptos a lo largo del desarrollo del sistema de riego mediante sensores de humedad.

5.1. Sistema de Sensores de Riego

5.1.1. Sistema.

Cuando se refiere a un sistema tiene muchos significados diferentes, pero orientado a Ingeniería de Sistemas, Pressman (2010) lo define como: “programa aislados que resuelven una necesidad específica de negocios. Las aplicaciones en esta área procesan datos comerciales o técnicos en una forma que facilita las operaciones de negocios o la toma de decisiones administrativas o técnicas” (p. 33). Esto demuestra que un sistema en informática no es más que la forma de automatizar funciones reales.

5.1.2. Sensores.

Los sensores son herramientas técnicas electrónicas que se han venido utilizando en diferentes rubros en la sociedad. Ebel y Mertens (1993) hace referencia: “Un sensor es un convertidor técnico, que convierte una variable física (por ejemplo, temperatura, distancia, presión) en otra variable diferente, más fácil de evaluar (generalmente una señal eléctrica)” (p. 12). Este tipo de artefactos se ha llegado a implementar en la agricultura principalmente para el riego y la cultivación.

5.1.3. Riego.

El riego es una técnica que se ha utilizado desde tiempos antiguos Guillermo (2017) lo define como: “La aplicación artificial del agua al terreno para que las plantas (cultivos) puedan satisfacer la demanda de humedad necesaria para su desarrollo” (p. 77). Con el paso del tiempo esta técnica se ha ido mejorando y automatizando creando sistemas de riego por goteo hasta sistemas de riego por sensores de humedad.

5.1.4. Humedad.

El sistema de riego a implementarse tiene uno de los principales procesos naturales más importantes como es la humedad, Inzuza (2006) lo define como “término usado para describir la cantidad de vapor de agua en el aire” (p. 11). Este elemento es el principal para el funcionamiento dentro de nuestro sistema en el cual ah través de este fenómeno podemos mandar nutrientes y elementos a los cultivos.

5.1.5. Fertilizante.

El fertilizante es el principal medio por el cual las plantas adquieren nutrientes para su correcto desarrollo,

Todo producto que incorporado al suelo o aplicado a los vegetales o sus partes, suministre en forma directa o indirecta sustancias requeridas por aquellos para su nutrición, estimular su crecimiento, aumentar su productividad o mejorar la calidad de la producción. (Casafe, 2009, párr.1).

El fertilizante tiene principal importancia en sistemas de producción automatizados y manuales.

5.1.6. Control.

Este objetivo contribuye a lograr un mayor control de las actividades que se desarrollan en la empresa, mediante un análisis de la información y comparación de los resultados, también permite utilizar medidas correctivas. Pañeda (2004), conceptúa el control como “la regulación de las actividades, de conformidad con un plan creado para alcanzar ciertos objetivos” (p. 2). El control de las actividades es el principal elemento para llevar a cabo una buena administración de un plantío.

5.1.7. Plantío.

Al momento de traer al caso donde haría dicho estudio se escogió los plantíos de la finca “La Gaviota”, RAE (2017) define un plantío como:” Dicho de una tierra u otro sitio: Plantado o que se puede plantar” (párr.1). En ellos se harán estudios de humedad para saber los valores que se integraran en el sistema, todo esto con una previa planificación de los días de visita a la finca.

5.1.8. Planificación.

Al momento de hacer un estudio sobre sistema de riego se debe tener en cuenta mucho la planificación ya que se deben establecer los objetivos y que pasos seguiremos para alcanzarlos.

Es la primera función administrativa porque sirve de base para las demás funciones. Esta función determina por anticipado cuáles son los objetivos que deben cumplirse y que debe hacerse para alcanzarlos; por tanto, es un modelo teórico para actuar en el futuro. La planificación comienza por establecer los objetivos y detallar los planes necesarios para alcanzarlos de la mejor manera posible. La planificación determina donde se pretende llegar, que debe ser, como, cuando y en qué orden debe hacerse (Bernal, 2012, p. 1).

Cuando la planificación se cumple al pie de la letra esto genera que los proyectos cumplan con el tiempo establecido y además vengan con una buena garantía de cumplir los objetivos.

5.1.9. Producción.

Es la creación de todo tipo de producto de los cuales se distribuyen a un público determinado Montoyo (2011), afirma que la producción “Es la creación de un bien o servicio mediante la combinación de factores necesarios para conseguir satisfacer la demanda del mercado” (p. 4). Los fabricantes producen artículos tangibles, mientras que los productos de servicios a menudo son intangibles. Sin embargo, muchos productos son una combinación de un producto y servicio.

5.2. Estudios de viabilidad

5.2.1. Viabilidad.

Es la forma de demostrar de la obtención de beneficios a través de algún proyecto o sistema, García (2018) menciona que “es la medida de beneficio obtenido en una organización gracias al desarrollo de un sistema de información” (p. 2). Estos beneficios pueden ser financieros y económicos.

5.2.2. Viabilidad Técnica.

En dicha viabilidad se analiza la parte física ósea el Hardware:

Medición del grado en que una solución técnica es práctica y de la disponibilidad de recursos técnicos y experiencia. La factibilidad técnica se considera lo práctico y razonable. La factibilidad técnica responde a tres preguntas principales: ¿Es práctica la tecnología o solución propuesta?, ¿Se cuenta actualmente con la tecnología necesaria? Y ¿Se tiene la experiencia técnica requerida? (Whitten y Bentley, 2008, p. 316).

5.2.3. Viabilidad Operativa.

Muchas veces al introducir un sistema dentro de una nueva empresa se necesita ver el grado de aceptación por parte del personal que lo utilizara esto dimensiona la viabilidad operativa.

Es una medición del grado en que un sistema propuesto resuélvelos problemas y aprovecha las oportunidades identificadas durante las fases de definición del alcance del análisis del problema, así como el grado en que satisface los requerimientos de sistema identificados en la fase de análisis de requerimientos. La factibilidad operativa también se plantea si, dado lo que se sabe acerca del problema y el costo de la solución, todavía vale la pena intentar la resolución del problema (Whitten y Bentley, 2008, p. 315).

5.2.4. Viabilidad económica.

Al momento de desarrollar un sistema de información se tiene ver los costó que se tendrán para la creación del mismo, de eso se encarga la viabilidad económica.

Medición de la relación costo-beneficio de un proyecto o solución. el análisis de esta factibilidad equivale a poco más que juzgar si los posibles beneficios de solucionar el problema valen la pena o no. Resulta prácticamente imposible estimar costos en dicha etapa, ya que no se han identificado los de los usuarios finales ni las soluciones técnicas alternas. (Whitten y Bentley, 2008, p. 317).

5.2.5. Viabilidad Financiera.

La viabilidad financiera es una de la más importantes cuando se desarrolla un software, los que quieren ser acreedores de un sistema tienen que estar seguros que el dinero que están invirtiendo no sea en vano por esta causa la viabilidad financiera.

El estudio de la viabilidad financiera no es otra cosa que ver si existe suficiente dinero para financiar los gastos e inversiones que implica la puesta en marcha y operación del proyecto. Por lo general, se dice que los buenos proyectos, es decir, aquellos con rentabilidad alta, con un riesgo razonable y bien evaluado, encuentran financiamiento con cierta facilidad. (Factibilidad del Proyecto Empresarial, s.f., párr.6).

El estudio está basado en indicadores financieros los cuales demuestran la rentabilidad del proyecto, indicadores como TIR, VAN entre otros. Ellos utilizan principalmente cada una de las fuentes de ingresos y egresos para analizar en qué tanto tiempo se puede recuperar la inversión realizada en el proyecto informático.

5.3. Requerimientos y la IEEE 830

5.3.1. IEEE 830.

El análisis de requerimientos está regido por normativas las cuales deben guiarse los desarrolladores de software y sus sistemas. El órgano que controla dichas normas es el IEEE.

IEEE (El Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica) es la organización profesional técnica más grande del mundo dedicado al avance de la tecnología en beneficio de la humanidad. IEEE y sus miembros inspiran una comunidad global a través de sus publicaciones, conferencias, estándares de tecnología y actividades profesionales y educativas altamente citadas (IEEE, s.f., párr. 1).

El mismo sitio refiere que “La normativa IEEE 830 tiene como objetivo especificar los requisitos del software que se desarrollará, pero también se puede aplicar para ayudar en la selección de productos de software internos y comerciales” (párr. 1).

5.3.2. Perspectiva del Producto.

Esta subsección de la normativa tiene el fin de especificar las relaciones del futuro producto con otros tipos de productos (software). La normativa lo menciona como:

Si el producto es totalmente independiente de otros productos, también debe especificarse aquí. Si la ERS define un producto que es parte de un sistema mayor, esta subsección relacionara los requisitos del sistema mayor con la funcionalidad del producto descrito en la ERS, y se identificarán las interfaces entre el producto mayor y el producto aquí descrito. (IEEE, 2008, p. 4).

5.3.3. Funciones del Producto.

Dentro de este apartado se hace un breve resumen de las funciones que llevarán el futuro producto.

En esta subsección de la ERS se mostrará un resumen, a grandes rasgos, de las funciones del futuro sistema. Por ejemplo, en una ERS para un programa de contabilidad, esta subsección mostrara que el sistema soportara el mantenimiento de cuentas, mostrará el estado de las cuentas y facilitara la facturación, sin mencionar el enorme detalle que cada una de estas funciones requiere (IEEE, 2008, p. 4).

5.3.4. Requisitos específicos.

Al momento de especificar el significado de requisito específico la norma los define:

Contiene los requisitos a un nivel de detalle su cliente como para permitir a los diseñadores diseñar un sistema que satisfaga estos requisitos, y que permita al equipo de pruebas planificar y realizar las pruebas que demuestren si el sistema satisface, o no, los requisitos. (IEEE, 2008, p. 6).

Dentro de los requisitos específicos se tienen diferentes aspectos o subsecciones que funcionan como parte fundamental dentro de la norma.

5.3.5. Interfaces Externas.

Esta subsección se compone por todos aquellos requisitos que afecten la interfaz del usuario, IEEE (2008) lo menciona como: "Se describirán los requisitos que afecten a la interfaz de usuario, interfaz con otros sistemas (hardware y software) e interfaces de comunicaciones" (p. 7).

5.3.6. Requisitos de rendimiento.

Luego de especificar los requisitos que el cliente desea en el sistema, se evalúa la parte de los requisitos de rendimiento estos son mencionados por la como:

Se detallarán los requisitos relacionados con la carga que se espera tenga que soportar el sistema. [...] También, si es necesario, se especificarán los requisitos de datos, es decir, aquellos requisitos que afecten a la información que se guardara en la base de datos (IEEE, 2008, p. 9).

5.3.7. Restricciones de Diseño.

Al referirse a este término la norma IEEE (2008) lo menciona: "Todo aquello que restrinja las decisiones relativas al diseño de la aplicación: Restricciones de otros estándares, limitaciones del hardware, etc." (p. 9).

5.3.8. Atributos del Sistema.

En este apartado se mencionan cada una de las funciones que el programa deberá llevar de forma fija y que todo sistema tiene que tener.

Se detallarán los atributos de calidad (las "calidades" del sistema: Fiabilidad, Mantenibilidad, portabilidad, y, muy importante, la seguridad. Deberá especificarse que tipos de usuario están autorizados, o no, a realizar ciertas tareas y como se implementarán los mecanismos de seguridad (IEEE, 2008, p. 9).

5.4. Diseño

El diseño del sistema pasa realizarse después de conocer cuáles serán los requerimientos (funcionales y no funcionales) y factibilidad del mismo.

5.4.1. RUP.

Al momento de especificar el tipo de metodología de diseño que se utilizara se habla de la metodología RUP, el autor lo menciona como:

Es un proceso de desarrollo de software y junto con el Lenguaje Unificado de Modelado UML, constituye la metodología estándar más utilizada para el análisis, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos. RUP es un proceso para el desarrollo de un proyecto de un software que define claramente quien, cómo, cuándo y qué debe hacerse en el proyecto (Villagrana, 2014, párr.2).

5.4.2. UML.

El lenguaje UML Según Fowler (1999) expresa: “es un lenguaje de modelado y no un método”. (p. 16). El mismo autor menciona en las siguientes páginas cada uno de los tipos de diagrama que se ocupan dentro del diseño del software. Algunos de los diagramas que constituyen UML se presentan a continuación:

5.4.3. Diagramas de clases.

El cual citados por el autor Fowler como “Muestra la estructura estática de conceptos, tipos y clases. Los conceptos indican cómo piensan los usuarios acerca del mundo; los tipos muestran las interfaces de los componentes de software; las clases muestran la implementación de los componentes de software” (p. 193).

5.4.4. Diagramas de objetos.

Un diagrama de objetos muestra un conjunto de objetos y sus relaciones en un momento concreto.

Puede considerar un caso especial de un diagrama de clase. Los diagramas de objetos usan un sub conjunto de elementos de un diagrama de clase para enfatizar la relación entre las instancias de las clases en algún punto en el tiempo. Estos son útiles para entender los diagramas de clases. Estos no muestran nada diferente en su arquitectura a los diagramas de secuencia, pero reflejan multiplicidad y roles (Sparx Systems, s.f., párr.1).

5.4.5. Diagrama de secuencia.

Resaltan la ordenación de las operaciones que se harán durante una determinada función, Somerville (2005) los menciona como: “Diagrama que muestra la secuencia de interacciones necesarias para completar alguna operación. En UML. Los diagramas de secuencias se pueden asociar con los casos de uso” (p. 551).

5.4.6. Diagramas de casos de uso.

Los casos de uso definen la funcionalidad que poseerá el sistema. Drake (2008) define que: “Los casos de uso expresan la funcionalidad que los usuarios requieren de la aplicación que se desarrolla y deben tener presente como los objetivos que guían las sucesivas actividades del desarrollo de la misma” (p. 19).

5.4.7. Diagrama de Actividades.

Demuestra el flujo de control en el sistema, Fowler (1999) los menciona como: “Muestra el comportamiento dentro de una estructura de control. Puede mostrar muchos objetos a través de muchos usos, muchos objetos en un solo caso de uso, o la implementación de un método. Alienta el comportamiento paralelo” (p. 185).

5.4.8. Diagrama de componente.

Dentro de las representaciones graficas también se cuenta con el diagrama de componentes.

Los Diagramas de Componentes ilustran las piezas del software, controladores embebidos, etc. que conformarán un sistema. Un diagrama de Componentes tiene un nivel más alto de abstracción que un diagrama de clase usualmente un componente se implementa por una o más clases (u objetos) en tiempo de ejecución. Estos son bloques de construcción, como eventualmente un componente puede comprender una gran porción de un sistema (Sparx Systems, s.f., párr. 1).

5.5. Componentes de prototipo y lenguaje de programación

En esta etapa se hace la creación física del sistema y la elaboración del software, ahora se detalla cada uno de los términos informáticos que están implicados en la creación de la maqueta y el sistema.

5.5.1. Modelo de prototipo.

Este tipo de modelo es evolutivo porque especifica una serie de pasos a ejecutarse de forma cíclica, define el modelo de prototipo y sus fases como:

Comienza con comunicación. Usted se reúne con otros participantes para definir los objetivos generales del software, identifica cualesquiera requerimientos que conozca. Se planea rápidamente una iteración para hacer el prototipo, y se lleva a cabo el diseño rápido... El diseño rápido lleva a la construcción de un prototipo. Este se entrega y es evaluado por los participantes que dan retroalimentación para mejorar los requerimientos (Pressman, 2010, p. 37).

El modelo de prototipo es de carácter cíclico en el cual se repiten las etapas hasta tener un sistema completo con todos los requerimientos que posee el cliente.

5.5.2. Arduino.

Son dispositivos físicos que sirven para el control de equipos electrónicos, Arduino (2016) lo define como: “una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios” (párr. 1). El hardware de Arduino supondrá la base que irá conectada junto con los sensores los cuales serán manejados a través de una aplicación creada en C++.

5.5.3. C#.

El lenguaje C# funge como puente de comunicación entre la aplicación y la parte física del proyecto (Sensores, Arduino y motor). Ferguson, Patterson, & Beres, (2003) definen el lenguaje como: “el nuevo lenguaje presentado en .Net Framework. Procede de C++. C# es un lenguaje orientado a objetos (desde el principio) moderno y seguro” (p. 45).

5.5.4. C++.

El lenguaje C++ es el responsable de manejar el parte físico electrónica de la maqueta la cual muestra una oportunidad de programación rápida y sencilla.

Es un lenguaje elegante, con seguridad de tipos y orientado a objetos, que permite a los desarrolladores crear una gran variedad de aplicaciones seguras y sólidas que se ejecutan en .NET Framework .NET. Puede usar C++ para crear aplicaciones cliente de Windows, servicios web XML, componentes distribuidos, aplicaciones cliente-servidor, aplicaciones de base de datos y muchas, muchas más cosas. (Microsoft, s.f., párr.1).

5.5.5. Base de datos.

Son almacenes de información en forma virtual las cuales son usadas por programas o personas, Gilfillan (2003) lo explica cómo “es una colección de archivos relacionados (ya sea en formato de papel o electrónico)” (p. 41).

5.5.6. MYSQL.

Es un gestor de base de datos

Es un sistema de administración de bases de datos relacional (RDBMS). Se trata de un programa capaz de almacenar una enorme cantidad de datos de gran variedad y de distribuirlos para cubrir las necesidades de cualquier tipo de organización, desde pequeños establecimientos comerciales a grandes empresas y organismos administrativos (Gilfillan, 2003, p.40).

Cabe destacar que la base de datos del sistema de riego mediante sensores de humedad se trabaja en MYSQL Workbench.

6. Diseño Metodológico

6.1. Ubicación del Estudio.

La investigación de la propuesta de sistema de riego por sensores de humedad se llevó a cabo en los plantíos de la finca La Gaviota (véase *Anexo N°4*), la cual es propiedad de la empresa ASODECOM, ubicado en el departamento Somoto, en el municipio Somoto, carretera al Espino.

6.2. Tipo de Investigación.

La investigación actual es de tipo Descriptiva-Applicativa.

Es de carácter descriptivo ya que parte de la investigación se basó en la obtención de los requerimientos del sistema propuesto. Los nuevos conocimientos y técnicas que se recopilaron son de carácter agrícola e informáticos.

También es de carácter aplicativo porque se buscó la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos. Todos los conocimientos que se obtuvieron se utilizaron en la creación del sistema y prototipo de sensores de humedad el cual cumple con las necesidades de la empresa ASODECOM en la finca "La gaviota".

6.3. Universo / Muestra.

El universo fue conformado por el director general de ASODECOM y el único trabajador de la finca, a los cuales se les realizó una entrevista debido a que son las personas que pueden brindar la información más precisa para ejecutar el proyecto. Debido a que la población probabilística es pequeña, no se efectuó muestreo.

6.4. Fuentes de Información.

Durante el desarrollo del proyecto se recolectaron los datos utilizando las siguientes fuentes de información clasificadas en primarias y secundarias.

6.4.1. Fuente Primaria.

La entrevista fue utilizada como medio primario de recopilación de información de manera verbal (véase *Anexos 2 y 3*). Se realizaron entrevistas claves:

- Entrevista dirigida al director de ASODECOM: El objetivo principal de esta entrevista fue conocer los requerimientos funcionales y no funcionales y ver qué tan viable puede ser dicho sistema de riego en la finca.
- Entrevista al encargado de la finca: En esto se tomó a detalle diferentes tipos de problemáticas que tiene el trabajador con los cultivos, aparte de conocer los diferentes tipos de funciones que realizarán dentro del sistema.

6.4.2. Fuente Secundaria.

Como fuente secundaria fue toda aquella documentación brindada por parte de la empresa. Esta documentación eran archivos; formatos físicos o digitales que contenían información. La forma de administración y organización de la empresa y la finca. También se incluyen en esta todos aquellos documentos, tesis y libros que contuvieron información sobre el tema de la propuesta sistema de sensores de humedad.

6.5. Modelo de Desarrollo

6.5.1. Modelo de Desarrollo por prototipo.

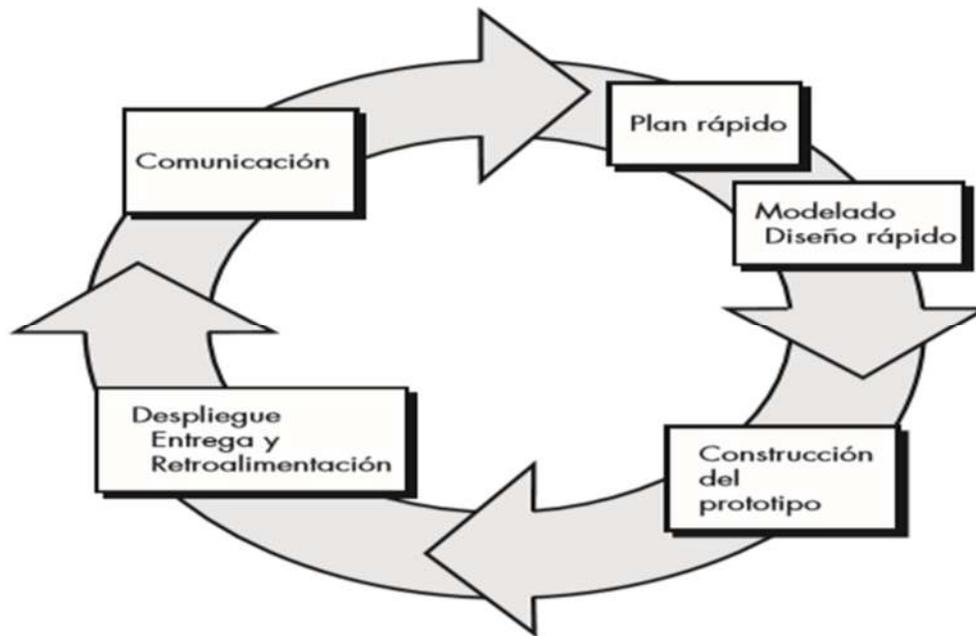


Ilustración 1: Modelo por prototipo. Fuente: (Pressman, 2010)

La metodología utilizada fue el modelo de desarrollo por prototipo bajo la norma IEEE 830; consta de los siguientes pasos:

6.5.2. Comunicación.

Se analizaron las necesidades de los usuarios para determinar que funciones del sistema cubrir, de esta manera y según la norma IEEE 830 se logró obtener la especificación de requisitos de software (ERS). Fue de vital importancia conocer el método de riego que usan en la finca, ya que esto determinó de manera visual las funciones que fueron desarrolladas como: control del flujo de agua, tiempo de riego y uso de fertilizantes.

6.5.3. Plan rápido.

Según la norma IEEE 830, las funciones del producto son mostradas como una representación abreviada de los requerimientos que se tienen cuando los

resultados del proyecto son aceptables. Antes de que pueda empezar la construcción del prototipo en este figuraron aspectos de introducción al primer interfaz de usuario e información del programa.

6.5.4. Modelado de diseño rápido.

El diseño rápido llevó al boceto y construcción de un prototipo que se centra en la representación física de cómo estará estructurado el modelo del sistema de riego. Éste se entrega y es evaluado por los participantes.

6.5.5. Construcción del Prototipo.

Esta etapa se centró en la maquetación del prototipo donde se llevaron a cabo las correctas instalaciones de electrónica utilizando la programación de microcontroladores de Arduino, además de la creación de la aplicación digital para el sistema de riego mediante sensores de humedad.

6.5.5.1. Consecución de materiales.

Esta etapa se trató de la recolección de todos los materiales electrónicos para la creación del prototipo. Los instrumentos que se ocuparon son: bomba de agua, resistencias, cables de macho a hembra y viceversa, placa de Arduino, cable utp, relay, sensores de humedad, etc. Se elaboró una maqueta que simula las condiciones atmosféricas con las que está sometida la finca.

6.5.5.2. Programación Arduino.

La parte primordial para ejecutar la propuesta del sistema de riego mediante sensores de humedad fue la programación de la placa de Arduino que funciona como puente entre la aplicación digital y los sensores. Los sensores envían una secuencia de pulsos eléctricos para que el Arduino detecte y envíe a la aplicación digital lo que la planta necesita.

6.5.5.3. Montaje del Prototipo.

En esta fase se conectaron todas las partes físicas para creación de la maqueta: las placas de Arduino, bombas, sensores, cables, resistencias para el armado sobre una base madera.

6.5.5.4. Programación de la Aplicación digital.

La aplicación fue desarrollada en C# y contiene las funciones de regulación de humedad, tiempo del riego, etc. Se creó una base de datos con la tecnología: MySQL con el IDE de WORKBENCH donde se almacenan todos los datos respectivos a la planta.

6.5.5.5. Despliegue, entrega y retroalimentación.

El prototipo fue evaluado por el usuario lo que dio paso a la retroalimentación y ayudó a refinar los requisitos del desarrollo del software. La iteración ocurrió cuando el prototipo fue ajustado para satisfacer las necesidades del cliente. Esto permitió que la creación del software fuese mejor comprendida.

6.6. Herramientas a utilizar

El desarrollo del sistema de riego mediante sensores de humedad de la finca “La gaviota” se usaron los siguientes componentes físico-digital:

1. Computadoras portátiles y de escritorio.
2. Entrevistas al director de la empresa ASODECOM y la persona encargada de la finca “La Gaviota”.
3. El programa Architect para generar de los diagramas UML.
4. Herramientas de medición de humedad.
5. El hardware de Arduino para el control de los sensores de humedad.
6. C++ como lenguaje de programación de las partes físicas.
7. C# como lenguaje de programación de control interfaces y funciones.
8. MySQL como gestor de base de datos y Workbench como visualizador de datos.
9. Microcontroladores Arduino.
10. Placa de pruebas (breadboard) para Arduino.
11. Sensor de humedad de suelo con higrómetro YL-69.
12. Mini bomba de agua sumergible DC 3V 120L/H Arduino 2,5-6V.
13. Relé de 4 canales de 5V.
14. Cables machos a macho para Arduino.
15. Cable UTP CAT 6

7. Ingeniería de requerimientos

7.1. Visión General del Documento

Este acápite del documento muestra la introducción, propósito y ámbito del sistema, todos mencionados a continuación. Luego se proporciona una descripción general del sistema, con el fin de conocer las principales funciones que debe efectuar, los datos asociados y los factores, restricciones y dependencia que afectan al desarrollo. Por último, se define detalladamente los requisitos que debe tener el sistema para el desarrollo e implementación.

7.2. Generalidad

En este acápite se detalla la Especificación de Requisitos de Software (ERS) para el sistema de riego y fertilización mediante sensores de humedad para la finca “La Gaviota”, ASODECOM, Somoto, Madriz. La especificación de estos requisitos facilita el mecanismo apropiado para comprender lo que necesita el cliente, confirmando su viabilidad, especificando la solución sin ambigüedad, validando la especificación y gestionando los requisitos para que se transformen en un sistema operacional.

Este proceso se realizó de acuerdo a las normas establecidas por IEEE en recomendación para Especificaciones de Requisitos de Software ANSI/IEEE 830, 1998.

7.3. Propósito

Este punto está comprendido para la identificación de las funcionalidades, características y condicionantes técnicas para el desarrollo del sistema de riego y fertilización mediante sensores de humedad para la finca “La Gaviota”. Esta especificación está dirigida al administrador de la Finca La Gaviota y a la gerencia de ASODECOM, además sirve como medio de comunicación viable entre las partes involucradas con el desarrollo del sistema.

7.4. **Ámbito del Sistema**

Nombre del Sistema: Sistema de Riego y Fertilización Mediante Sensores de Humedad, SIRFESH.

- El Sistema es capaz de controlar el crecimiento de las plantaciones que la finca cultiva, todo esto, mediante sensores de humedad que son controlados por una aplicación digital de ordenador, dicha aplicación puede vigilar y reconocer anomalías en el procesos de irrigación dentro de los cultivos a través de un sensor que envía combinaciones de pulsos eléctricos que el software distingue y este muestra el nivel de humedad que posee la planta y en dependencia de ese valor se regara o no se hará ningún tipo de acción.
- El proceso de fertilización se hace de manera manual donde la aplicación envía una notificación que la planta necesita fertilizantes. La distribución de los fertilizantes esta especificada en la ficha técnica donde se establecen las cantidades y el día que se aplicará, cabe mencionar que hay un calendario digitalizado donde se tiene todas las fechas futuras de la fertilización de los cultivos. El proceso de aplicación del fertilizante se hace a través fertilizantes hidrosolubles los cuales se vierten dentro de tanques con agua y se aplicarán durante los periodos de riego.
- Tiene por objetivo automatizar los procesos agrícolas, propiciando con esto la reducción del consumo de agua, explotación del suelo y las necesidades de la planta.
- Con la implementación del SIRFESH el principal beneficiado será la finca “La Gaviota” de ASODECOM, algunos de estos beneficios como el incremento de la producción y mejora de la calidad en la cosecha serán vistos con la implementación de este tipo de tecnología.

7.5. Descripción general del sistema

7.5.1. Perspectiva del sistema.

El sistema SIRFESH acorde con la información recopilada de las entrevistas al director de ASODECOM y el encargado de la finca “la gaviota” se determinó que el sistema es un ente autónomo el cual no depende de algún sistema de riego anterior que se haya implementado en la finca, ya que todo el hardware y software que incluyen el sistema supone innovación dentro de los métodos de riego en los plantíos.

El sistema tiene como propósito dar control y manejo de los nutrientes y agua que se le aplican o administrar a las plantas de cada parcela de siembra. El sistema es capaz de registrar la información de la finca, información de las plantas en cuanto a sus niveles de humedad, para poder suministrar a través de tubos las cantidades necesarias de agua y fertilizante para el control del crecimiento de las plantas.

7.5.1.1. Interfaces del sistema.

La interfaz de sistema está estructurada con una vista principal que presenta los módulos para cada función, los cuales son controlados con el lenguaje de programación C++. Los módulos contienen pestañas que permiten el acceso a cada función al iniciarse el sistema de información.

7.5.1.2. Interfaces del Usuario.

El usuario se comunica con el sistema a través de formularios estándares hechos en Visual Basic, donde navega a través de la interfaz que posee los módulos haciendo uso del teclado y ratón. Los formularios contienen un título, botones, cajas de texto y otras herramientas para realizar una operación determinada.

7.5.1.3. Interfaces de software.

Se construyó un canal de información que comunica el sistema con la placa base del Arduino, la cual guarda todo en una base de datos los valores que se obtengan de cada uno de los bancos del túnel. Esto aumentó la facilidad de procesamiento de la información en la operación de suministrar agua y fertilizantes.

7.6. Funciones del producto

El SIRFESH poseerá las siguientes funcionalidades:

- El usuario del sistema puede agregar y modificar información referente a las plantas, también administrar diferentes cantidades de fertilizantes según el tipo de planta que se cultive en la parcela, posteriormente estos datos se ocupan para los planes de riego que el sistema es capaz de almacenar.
- El sistema agrega, actualiza y elimina fichas técnicas o planes de riego donde se manejen los tiempos de riego y distribución del fertilizante en los cultivos. Estas distribuciones de agua y fertilizantes variarán dependiendo de la planta que se encuentre en la parcela.
- Generar reportes generales donde se especifiquen los datos de tiempo de riego, cantidad de fertilizante utilizado, tipo planta durante la jornada de trabajo.

7.7. Características de los Usuarios.

Los usuarios que harán uso del programa SIRFESH deberán tener un grado académico igual o superior a la educación primaria. Teniendo conocimientos básicos en manejo de aplicaciones en computadoras en entorno Windows. Conocimientos básicos o superiores sobre manejo de sistemas riego y control de cultivos en cuanto a utilización y aplicación de fertilizantes.

7.8. Restricciones

7.8.1. Requerimientos de Hardware.

- El equipo en que se establezca el Sistema de Información, deberá tener como mínimo 4gb de memoria RAM, procesador de Intel Core i3-3271U con una frecuencia de reloj de 1.8 GHZ, puertos periféricos tendrá un teclado, ratón y el hardware de Arduino, monitor 15 de pulgadas, entre otros datos. Se tiene una conexión con una placa de Arduino la cual sirve como puente y controlador entre el sistema y los sensores de humedad.
- El hardware de Arduino tiene las siguientes características: la versión de Arduino tiene que ser igual o superior Arduino 1 debe poseer

microcontrolador: ATmega328, Voltaje operativo: 5v, Voltaje de entrada: 7-12v, Pines de Entrada Análogas: 6, Memoria Flash: 32 kb, SRAM: 2KB (ATmega328), EEPROM: 1kb (ATmega328), Velocidad del Reloj: 16 MHZ.

7.8.2. Requerimientos de Software.

- El equipo que funcione como cliente del Sistema de Información, deberá estar interactuando bajo un sistema operativo Windows 7 o superior, con arquitectura de 64 bits con Microsoft. Net Framework 4.0 Instalado.
- Equipos que funcionen como Cliente debe tener protección del sistema por medio de Antivirus, recomendando ESET NOD32 Antivirus por sus módulos de protección contra amenazas.
- Cualquier equipo que interactúe con el Sistema de Información deberá estar protegido por usuario y contraseña de Windows, asimismo el servidor de base de datos deberá brindar credenciales de acceso restringidos únicamente a la base de datos a utilizar para el SIRFESH.

7.8.3. Suposiciones y Dependencias.

En caso de que los equipos no funcionen bajos los sistemas operativos descritos en la sección anterior, se corroborara la posibilidad de instalarse en máquinas virtuales pudiendo utilizar Oracle® Virtual Box con un sistema operativo Windows 7 o superior para que puedan interactuar los clientes con el Sistema de Información.

7.8.4. Requisitos Futuros.

En caso de futuras mejoras o integraciones con el SIRFESH del lado del cliente podrían ser requeridas versiones superiores a Microsoft. Net Framework 4.0 o nuevas versiones de sistemas operativos de entorno Windows y también se podrá actualizar las versiones del hardware y software de Arduino.

7.9. Requisitos específicos

7.9.1. Interfaces externas.

La interfaz gráfica con la que el usuario final interactúa es intuitiva de manera que, sin un manual de uso, el usuario identifica rápidamente las secciones del sistema de información. La interfaz cuenta con colores agradables a la vista para que el usuario pueda trabajar con el sistema durante horas consecutivas sin problemas.

Entre las interfaces externas se encuentra las que se describen a continuación:

7.9.1.1. Inicio de sesión.

Esta es la primera interfaz tras ejecutar la aplicación de SIRFESH, la cual contiene un mensaje de bienvenida en la parte superior; en la parte central de tendrá dos cuadros de texto para 'Usuario' y 'Contraseña', ambos campos debidamente etiquetados; dos botones que lleven por nombre y funcionamiento 'Iniciar sesión' y 'Cancelar', por último, en la parte inferior el nombre y versión del Sistema de Información.

La dimensión mínima de esta interfaz tiene de 700 de ancho por 400 pixeles de alto.

7.9.1.2. Menú.

El menú está diseñado con una cinta superior de manera horizontal, en la cual se encuentran descritos los módulos del Sistema de Información. Cada módulo está diseñado para cada sesión de usuario en cuestión.

7.9.1.3. Administrador.

Inicio: Incluye sub menú de roles, donde se puede gestionar todo lo relacionado con la ficha técnica del tipo de planta que está sembrada, cantidad de agua, cantidad de fertilizantes, tiempos de riego, reportes.

Ajustes: En este menú se incluye las configuraciones respecto al aspecto visual del sistema. Además, incluye la gestión de Usuarios del sistema, asignación de privilegios, y listado de acciones realizadas por usuario.

7.9.1.4. Operador.

Inicio: Incluye sub menú de roles, donde se puede gestionar todo lo relacionado con la ficha técnica del tipo de planta que está sembrada, cantidad de agua, cantidad de fertilizantes, tiempos de riego, reportes.

Ajustes: En este menú se incluye las configuraciones respecto al aspecto visual del sistema.

7.9.1.5. Formulario de entrada de datos.

Los formularios que componen el sistema de información están debidamente identificados con su nombre, y tipo de operación que se está realizando (si es inserción, edición o eliminación). Estos formularios también poseen en la parte superior los controles necesarios para guardar los registros que la empresa estime conveniente. Además, en la parte inferior están los datos registrados previamente en fechas anteriores a la necesaria las cuales se pueden buscar, ordenar y filtrar de manera que el usuario pueda corroborar cualquier anomalía con el sistema de información a implementar.

7.10. Funciones

- Agregar, actualizar y consultar usuarios del sistema.
- Controlar el flujo y cantidad de agua que la planta recibe mediante los sensores de humedad.
- Controlar los distintos planes de riegos o fichas técnicas para los múltiples tipos de planta que sean sembrados en la finca.
- Manejar los tiempos de fertilización mediante la calendarización que estipula la ficha técnica o plan de riego.
- Regar según el tipo de planta actualmente sembrado mediante la ficha técnica o plan de riego, anteriormente ingresadas en el sistema de información.
- Agregar, actualizar y consultar información de la ficha técnica o plan de riego de las plantas.

- Gestionar el porcentaje de humedad que posee la planta mediante los sensores de humedad.
- Generar reportes generales de toda la información recopilada por el sistema, siendo esta, tiempo de riego, cantidad de fertilizante usado, tipo de planta... etc.
- Controlar el historial de las actividades de riego y fertilización de las plantas.
- Agregar funcionalidad para los reportes generados, que se puedan exportar a otros formatos, tales como archivo de hoja de Excel y documento de sólo lectura PDF.

7.11. Requisitos de Rendimiento

- El sistema es construido con el lenguaje de programación C++ para el control de las piezas físicas, C# para las interfaces y funciones, su carga conforme al sistema en consumo de recursos es relativamente bajo.
- La cantidad de información que pueda procesar el sistema de información estará sujeta a la ficha técnica de la variedad de hortalizas sean almacenadas.
- El terminal que funcione como cliente del SIRFESH, debe contar como mínimo con puertos USB, ya sean 2.0 o 3.0.
- El SIRFESH está en instalado en un solo ordenador por lo cual no se hará topología de red para el uso web.

7.12. Restricciones de Diseño

- La interfaz principal soporta una resolución de 1024 pixeles de ancho por 768 pixeles de alto. Siendo la misma apta para ser un formulario MDI (Multiple - Document Interface), la cual contiene demás interfaces que tengan que interactuar con datos del sistema de información para evitar el desorden de ventanas, y así evitar que se sobrecargue la barra de tareas de Windows con formularios abiertos en pantalla.
- Los formularios que tiene el SIRFESH, están dentro del Formulario principal diseñado para soportar MDI, para facilitar la navegación e interacción del usuario. Se exceptúa la integración de formularios secundarios que tengan

dimensiones mayores o iguales a la del formulario principal, tales como: reportes, formularios modales o de diálogo, cuadros de selección de impresora, abrir o guardar archivos, entre otros.

7.13. Atributos del Sistema

7.13.1. Eficiencia.

- El sistema es capaz de procesar cualquier solicitud en una cantidad de tiempo igual o menor a 5 segundos.
- El sistema es capaz de operar adecuadamente y sin complicaciones las 24 horas del día, todos los días.
- Los datos modificados en la base de datos son actualizados en menos de 10 segundos.
- El sistema notifica la cantidad mínima de humedad para su correcto riego.

7.13.2. Seguridad Lógica y de Datos.

- El sistema tiene un procedimiento de autenticación de usuarios, en el cual los usuarios deben identificarse usando un nombre de usuario y contraseña. Sólo los usuarios autorizados de esta forma podrán acceder a los datos del sistema.
- Los usuarios tienen la funcionalidad de categorizarse por privilegios, los cuales definirán la disponibilidad de sus respectivas opciones o acceso a datos con o sin restricciones dentro del SIRFESH.
- Los permisos de acceso al sistema son cambiados solamente por el administrador del sistema.
- En caso de que un usuario olvide su contraseña, puede recuperar su cuenta por medio del Administrador del Sistema.
- Registra toda actividad realizada por el usuario, ya sea agregación, modificación o eliminación de registros; fecha y hora en que ocurrió la operación. Esto es de gran ventaja para llevar un historial de acciones el cual se puede utilizar como plan de contingencia para rastrear eliminaciones no autorizadas o de naturaleza similar.

7.13.3. Usabilidad.

- El tiempo de aprendizaje del sistema por un usuario es menor a 4 horas.
- La tasa de errores cometidos por el usuario es menor del 1% de los servicios totales ejecutados en el sistema.
- El sistema proporciona mensajes de error informativos, detallados y orientados a usuario final.
- El sistema posee interfaces gráficas bien formadas y debidamente etiquetadas.

7.13.4. Portabilidad.

- El sistema fue desarrollado para la plataforma de Windows.
- La aplicación es compatible con las versiones de Windows 7 en adelante.
- La aplicación del cliente consume menos de 512 Mb de memoria RAM.
- La aplicación del cliente no ocupa más de 2 GB de espacio en disco.

7.14. Modelo de Casos de Uso de Negocio

En la ilustración 2 se representan las principales actividades que son llevadas a cabo actualmente en la finca “La Gaviota”: el riego y la fertilización. Las cuales son detalladas en los casos de uso del negocio, donde se muestra cada proceso que se realiza en la finca para llevar el manejo de los cultivos (*véase en ilustración 3*).

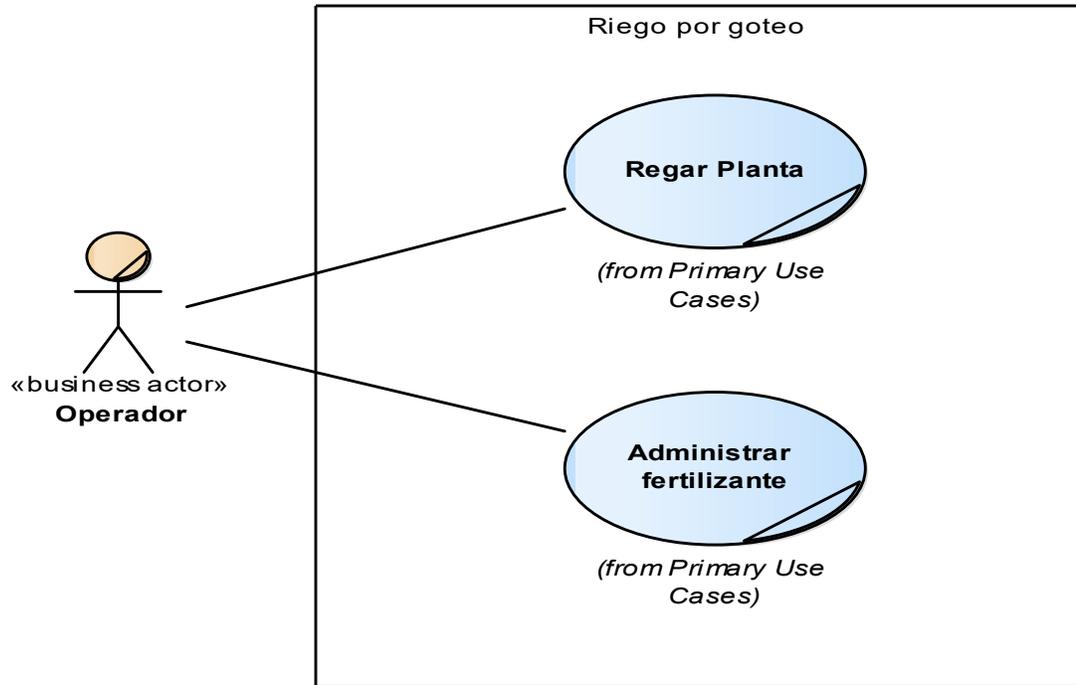


Ilustración 2: Diagrama general de casos de uso del negocio. **Fuente:** Elaboración propia.

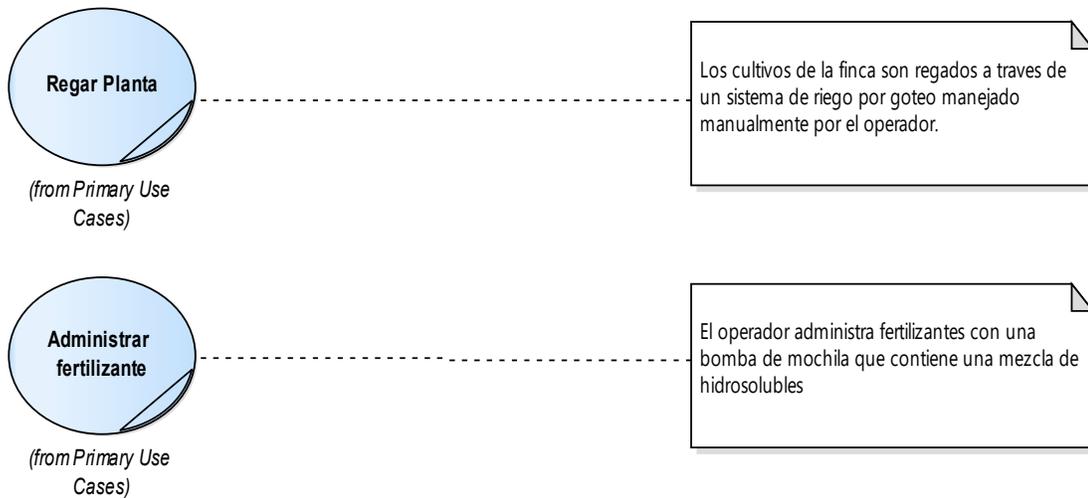


Ilustración 3: Casos de uso del negocio. **Fuente:** Elaboración propia.

En el diagrama de actividad (véase *ilustración 4*) se muestra el proceso actual que el operador realiza para el riego de los cultivos. Iniciando con una visita a la plantación, verificando de primera instancia la humedad del terreno, dando paso a regar o no.

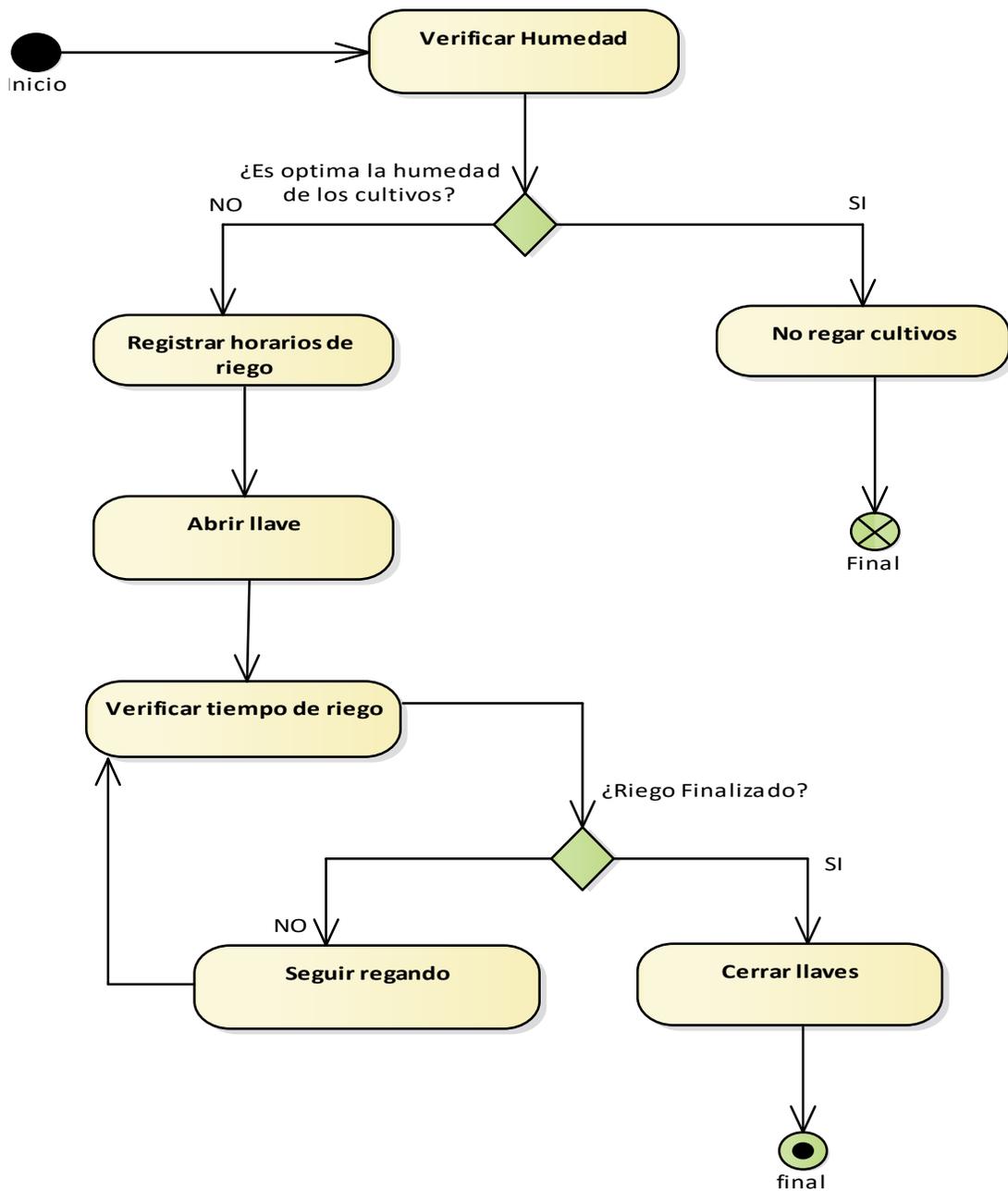


Ilustración 4: Diagrama de actividad, regar planta. Fuente: Elaboración Propia.

La fertilización se ejecuta con una bomba de mochila en la cual se vierte una mezcla de fertilizantes hidrosolubles, esto anteriormente comprobado en la ficha técnica, la cual es la principal guía para el tratamiento del cultivo, actualmente esto es realizado de manera manual, debido a que ASODECOM no cuenta con un sistema automatizado (véase *ilustración 5*).

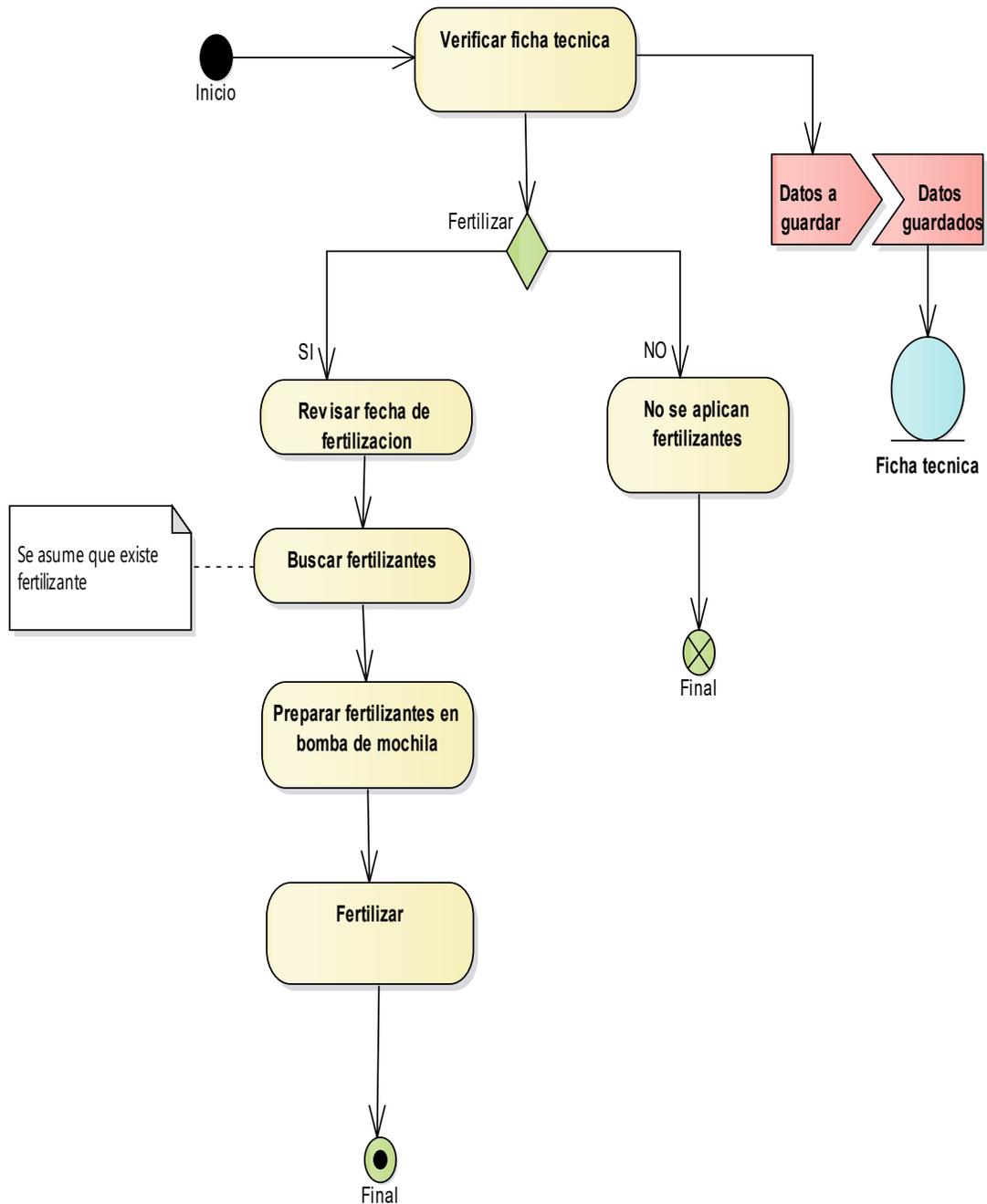


Ilustración 5: Diagrama de actividad, fertilizar planta. Fuente: Elaboración propia.

8. Estudios de viabilidad

8.1. Estudio de Viabilidad Técnica

En este estudio se realizó un análisis de los equipos con los que cuenta la empresa para determinar si cumplen con los requerimientos necesarios para la implantación y puesta en marcha del sistema. También se analizó que si en caso de ser requeridos, es posible la actualización de éstos o la adquisición de nuevos recursos técnicos.

Para obtener la información técnica específica de las computadoras se utilizó el programa “CPU Z” en su versión portable; los equipos escaneados son de uso financiero.

Hardware / Software	Especificación
Sistema Operativo	Windows 7 Ultimate 32 bits
CPU	Intel Pentium E2160 1.8 GHz
RAM	2 GB PS2 5300 (333 MHz)
Motherboard	Foxconn 45CMV-K/ 45CMV
Storage	250 GB

Tabla 1: Características de computadora de finanzas - ASODECOM **Fuente:** Elaboración propia.

Hardware / Software	Especificación
Sistema Operativo	Windows 7 Ultimate 32 bits
CPU	Intel Celeron 430 1.8 GHz
RAM	2 GB PS2 5300 (333 MHz)
Motherboard	ASRock G41 - MVS2
Storage	250 GB

Tabla 2: Características de computadora de secretaria – ASDECOM **Fuente:** Elaboración propia.

8.1.1. Análisis de vida útil.

Según información suministrada por ASODECOM, todos los equipos fueron adquiridos al mismo tiempo, siendo éstos instalados en marzo del año 2011.

Tomando en cuenta que las computadoras son un activo fijo en la empresa cuya vida útil es de dos años, el análisis de los ordenadores determinó que tienen un uso de 8 años, por tanto, se encuentran fuera del límite de vida útil.

8.1.2. Estado de las computadoras.

Las computadoras a las que se realizó el análisis se encuentran en buen estado a pesar de su antigüedad, el último mantenimiento que tiene documentado la empresa es de hace 2 años. Ninguno de estos equipos se utilizó en la implantación del sistema debido que cumplen funciones administrativas y de secretaria, por eso se considera la adquisición de un nuevo equipo que sustente las funciones del nuevo sistema de riego.

8.1.3. Requerimientos de herramientas de desarrollo.

Fue de vital importancia recopilar los requerimientos de las herramientas que se utilizaron para el desarrollo del sistema de información, ya que era necesario estimar los requerimientos del sistema para el equipo que utilizara el cliente, por lo cual se describen a continuación:

Herramienta	Microsoft® Visual Studio 2019
Requerimiento del sistema	<ul style="list-style-type: none">• 1.8 GHz o. Quad-core o superior• 2 GB of RAM; 8 GB de RAM (2.5 GB mínimo para correr en máquina virtual)• Disco duro: espacio mínimo de 800 Mb hasta 210 gb de espacio disponible• Tarjeta de video de 720p (1280 por 720); Visual studio trabajara con una versión de WXGA (1366 by 768) o superior

Tabla 3: Requerimientos de Visual Studio 2019 **Fuente:** Microsoft.

8.1.4. Requerimiento para la ejecución del sistema.

Herramienta	Arduino IDE
Requerimiento del sistema	Sistema operativo Windows 7/8/8.1/10 Procesador de 1,6 GHz o superior. 1 GB de RAM (1,5 GB si se ejecuta en una máquina virtual). 106 MB de espacio disponible en el disco duro.

Tabla 4: Requerimientos de Arduino IDE **Fuente:** Arduino.

Herramienta	MySQL Community Server 8.0.15
Requerimiento del sistema	Sistema operativo Windows 7/8/8.1/10 Procesador de 1,6 GHz o superior. 1 GB de RAM (1,5 GB si se ejecuta en una máquina virtual). 324.3 MB de espacio disponible en el disco duro.

Tabla 5: Requerimientos de MySQL Community 8.0.15 **Fuente:** Oracle.

Una vez analizados los requerimientos de las herramientas de desarrollo e implementación del sistema se estimaron que los requerimientos del ordenador que funcionara como cliente es el siguiente:

8.1.5. Propuesta de adquisición de equipos.

Los ordenadores con los que cuenta ASODECOM no son lo suficientemente potentes como para trabajar con el nuevo sistema de riego mediante sensores de humedad, a parte de su vida útil caducada y su uso enteramente financiero, se considera adquirir un nuevo ordenador de mayores recursos que trabaje las 24 horas diarias y los 365 días del año.

Componentes	Requerimientos
Equipo	Ordenador con procesador Intel o AMD con uno o más núcleos con una velocidad mayor o igual que 1.8 Giga Hertz (GHz).
Memoria RAM	512 megabytes (MB) disponibles para la ejecución del programa. Se recomienda 2GB RAM en ámbito global.
Almacenamiento Digital	200 MB de espacio mínimo disponible en el disco duro. (Espacio que ocupan los ejecutables, librerías, archivos temporales y todos sus componentes). 250GB ámbito global recomendado.
Pantalla	Monitor de 14" o superior con resolución mínima de 1024x768 pixeles.
Especificaciones de Software	
Sistema Operativo	Microsoft Windows® 7 o posterior con arquitectura del Sistema de 32 o 64 bits. Con .NET Framework 4.0 instalado. Periféricos
Periféricos	Mouse y Teclado

Tabla 6: Requerimiento para la ejecución del sistema **Fuente:** Elaboración propia.

8.1.6. Propuesta de Computadora.

Concepto	Datos
Marca	Dell Inspiron 3470 Desktop
Sistema Operativo	Windows 10 Home
CPU	Intel Core I5 8va Gen
RAM	8 GB DDR4
Motherboard	Marca Dell
Storage	Disco duro SATA 1 TB A 7200 RPM
Precio	\$ 567.61

Tabla 7: Propuesta de computadora **Fuente:** Dell

A continuación, se detalla la información y características referente a la utilización del hardware y software de Arduino:

Arduino es una plataforma de creación de electrónica de código abierto, la cual está basada en hardware y software libre, flexible y fácil de utilizar para los creadores y desarrolladores. Esta plataforma permite crear diferentes tipos de microordenadores de una sola placa a los que la comunidad de creadores puede darles diferentes tipos de uso.

El propósito principal de la placa de Arduino dentro del sistema de riego es hacer de puente entre el ordenador y los sensores, dentro de la placa están almacenadas las instrucciones para que el sistema recepcione los datos que generan los sensores de humedad.

Es necesaria una computadora que contenga el sistema de información, que controle la placa de Arduino, los sensores de humedad, la bomba de agua y las tuberías. El sensor de humedad se ubicará a 30 centímetros del nivel del tallo de la planta, aproximándose a la raíz de las mismas, debido a que esta es la que absorbe el agua.

El sensor puede determinar la cantidad de humedad que la planta posea y por consiguiente al llegar a un cierto valor de humedad, el circuito envía una señal que es recepcionada por el sistema para hacer la función correspondiente, en caso que la planta posea el porcentaje de agua adecuado el sistema no regará la planta, en caso contrario el sistema si deberá de manera automática regar la planta.

En el caso de los fertilizantes estos son llevados a cabo según la ficha técnica donde se definen los tiempos de aplicación de manera manual. En la ficha técnica se especifican los periodos en que se aplican los fertilizantes hidrosolubles, estos se vierten dentro del tanque que suministra el agua a las plantas.

8.1.7. Especificaciones de hardware de Arduino.

Herramienta	Requerimiento del sistema
Microcontrolador	ATMEGA 328
Entrada/Salidas digitales	14
PWM (Modulación de anchura de pulsos)	6 SALIDAS PWM
Velocidad de Reloj	16 MHZ
Voltaje Operativo	5V
Flash Memory	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
PRECIO	\$50

Tabla 8: Especificaciones de Hardware de Arduino **Fuente:** Arduino.

8.1.8. Especificaciones de software de Arduino.

La interfaz en la cual se trabajó el desarrollo de las instrucciones que ejecutan el hardware de Arduino, será el software de Arduino IDE donde el equipo que aloje el programa tiene las siguientes características:

Herramienta	Arduino IDE
Requerimiento del sistema	Sistema operativo Windows 7/8/8.1/10 Procesador de 1,6 GHz o superior. 1 GB de RAM (1,5 GB si se ejecuta en una máquina virtual) 106 MB de espacio disponible en el disco duro.

Tabla 9: Especificaciones de Software de Arduino **Fuente:** Arduino.

8.1.9. Distribución física.

La finca “La gaviota” se encuentra ubicada en las afueras de la ciudad de Somoto, departamento de Madriz posee una extensión total de 54.63 mz donde se encuentra un pozo artesiano, una casa, comederos de vacas y terneros, corrales, pilas y un silo, se puede apreciar la ubicación del túnel de invernadero donde estará ubicado todo el sistema de riego, se menciona dentro de la figura que la distancia del pozo hacia los túneles del invernadero es de 50 mts, el pozo cuenta con un sistema de bombeo que permitirá la distribución del agua de una forma simétrica, lo cual sirve como un mejor control del flujo y cantidad de agua que puede llegar a las plantas. (véase en ilustración 6).

Plano de la finca “La Gaviota” y ubicación del túnel invernadero

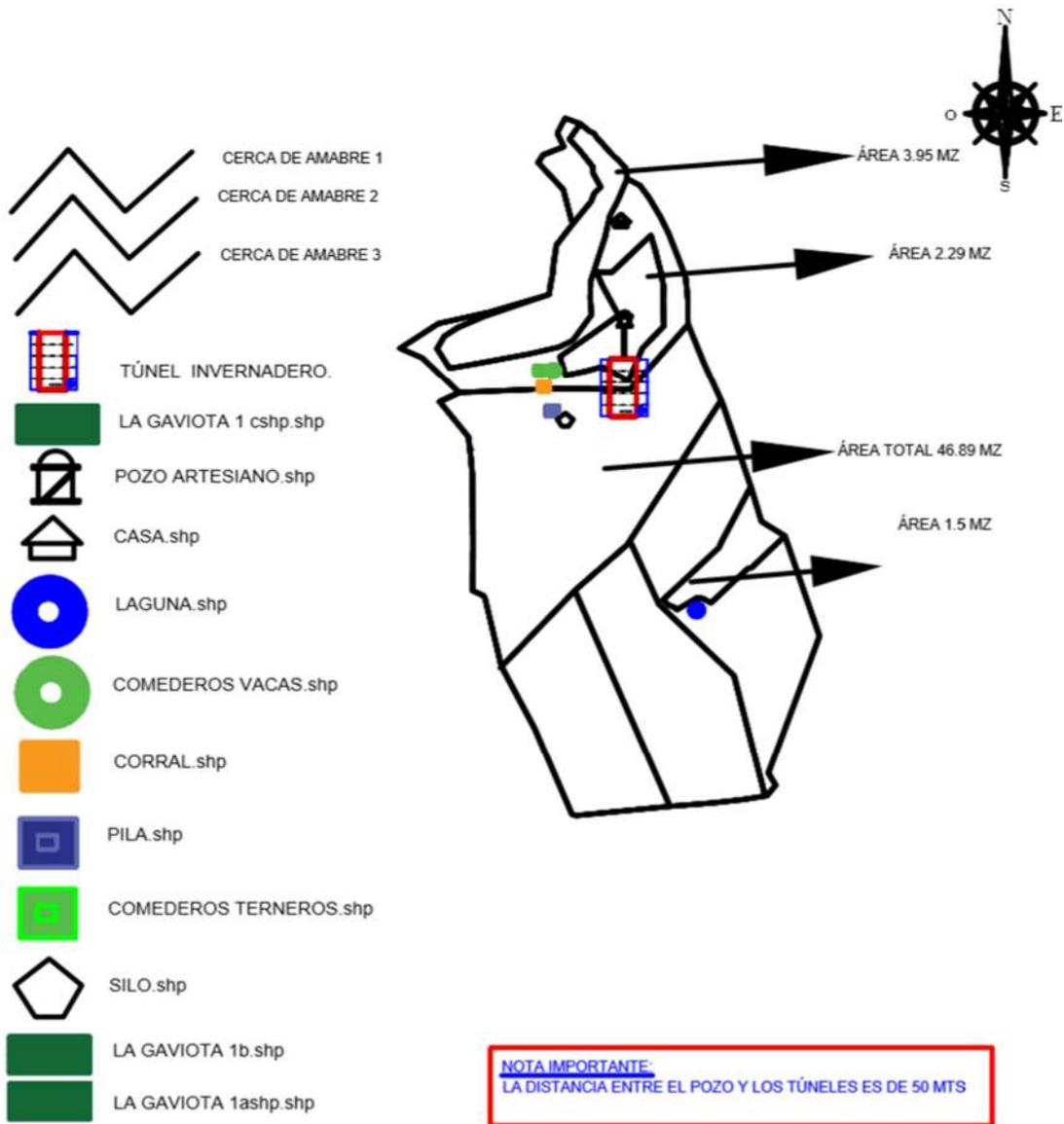


Ilustración 6: Plano de la finca "La Gaviota" **Fuente:** ASODECOM.

Denota el plano topográfico de la finca, donde están especificados todas las áreas que componen el terreno, además se muestra la zona donde estará ubicado el túnel invernadero el cual está conectado al pozo artesiano y a una distancia de 50 metros.

Distribución física del SIRFESH

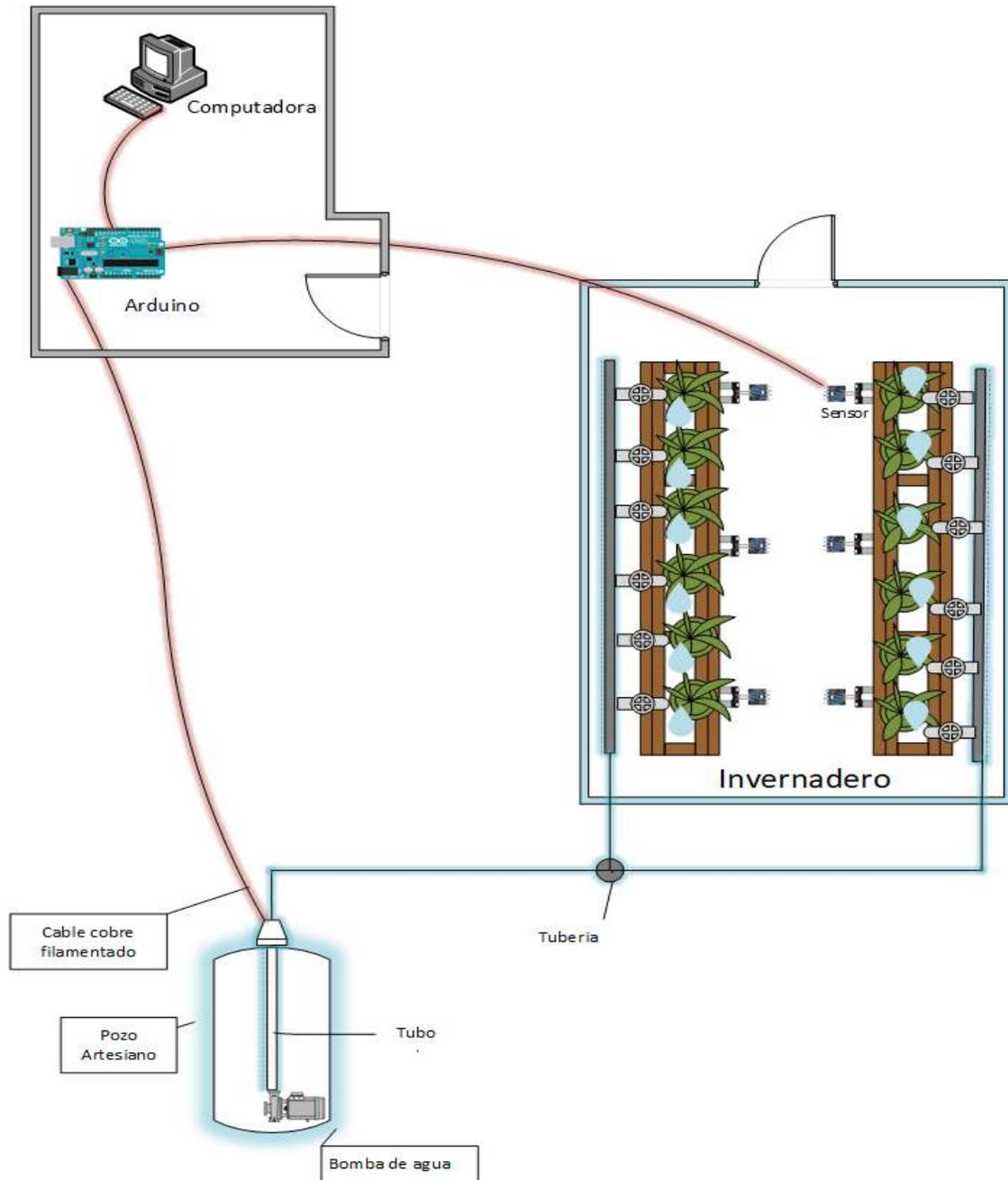


Ilustración 7: Distribución física del SIRFESH Fuente: Elaboración propia.

La construcción del sistema de riego mediante sensores de humedad está realizada de la siguiente manera:

- Una computadora que contiene el sistema de información que controla la placa de Arduino, los sensores de humedad, la bomba de agua y por ende las tuberías. El sensor de humedad se ubicará a 30 centímetros del nivel del tallo de la planta, aproximándose a la raíz de las mismas.
- El sensor puede controlar la cantidad de humedad que la planta posea y por consiguiente el circuito envía una señal que es recepcionada por el ordenador y este emite una orden a través de Arduino la cual abre las compuertas de agua y las plantas son regadas hasta llegar al punto deseado, después envían otra señal notificando que la humedad es óptima cerrando las compuertas de agua.
- En la función de fertilización de los cultivos la aplicación muestra una alerta donde notifica que ese día la planta amerita fertilizante, los cuales están detallados en la ficha técnica de cultivo. El control de las fechas de fertilización se hace a través de un calendario digitalizado. Los fertilizantes son distribuidos de manera manual en forma de líquido los cuales se introducen en el tanque que está conectado al sistema de riego.

8.1.10. Diseño del sistema de riego dentro invernadero.

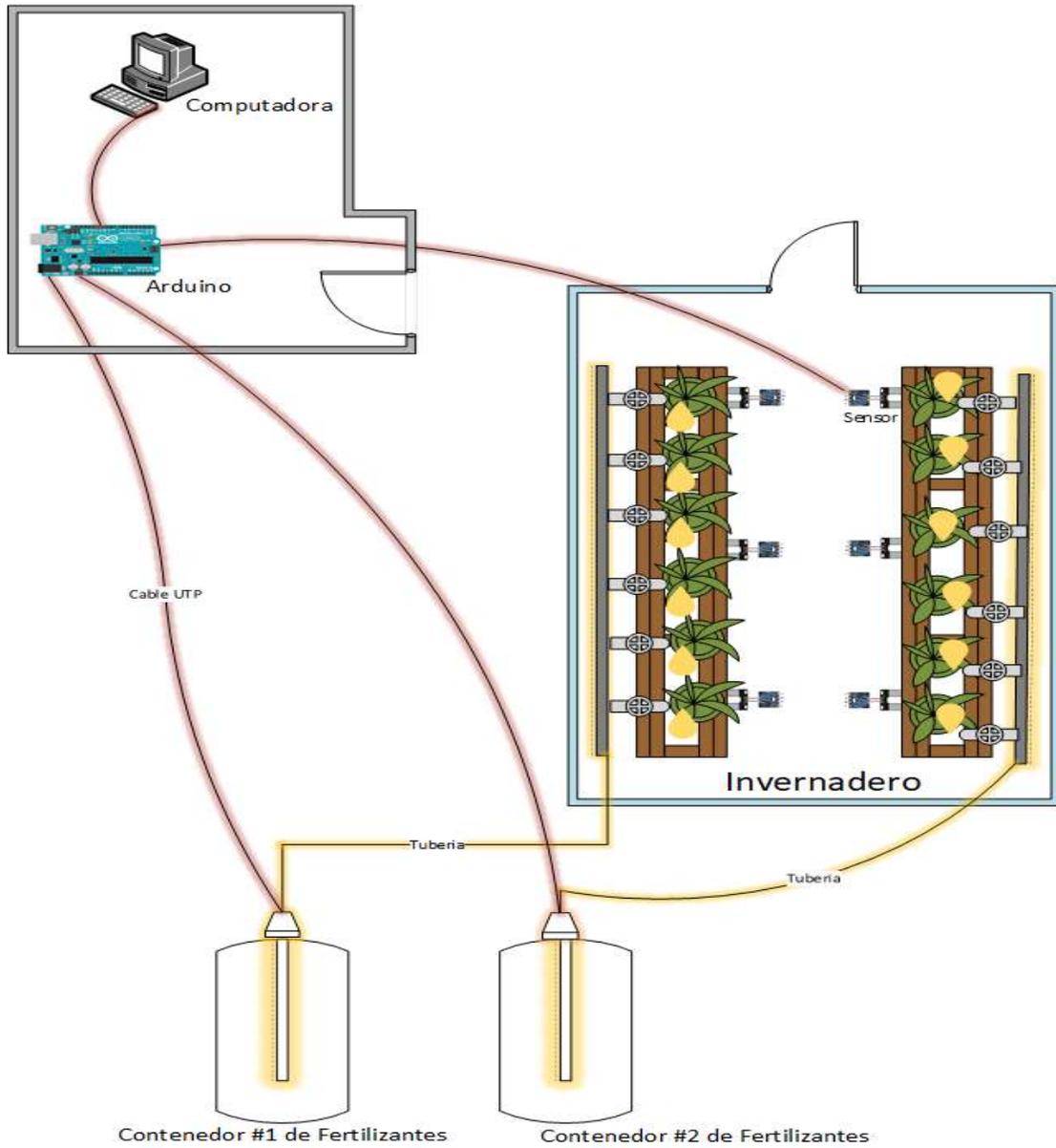
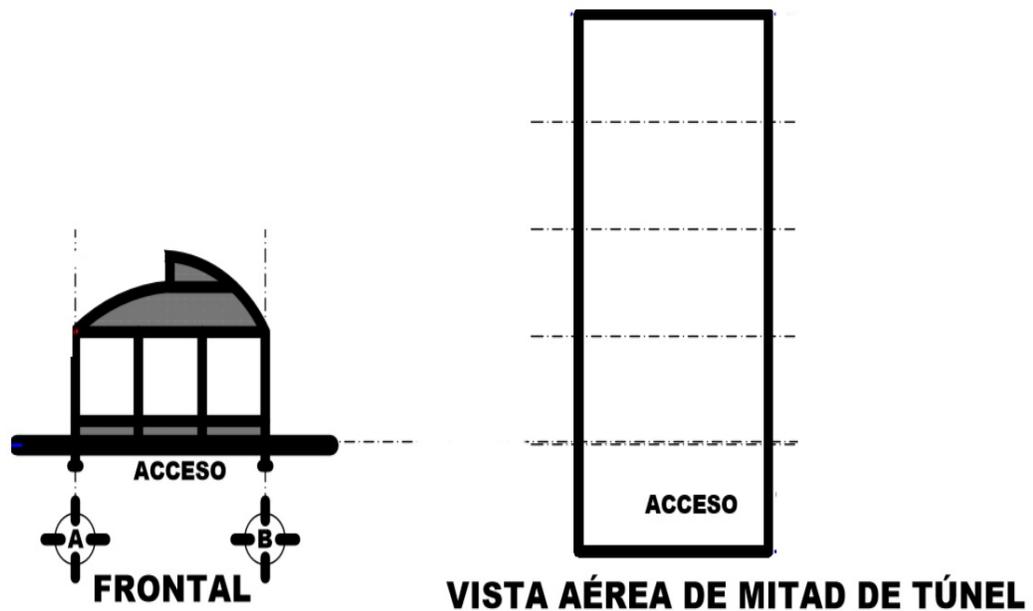


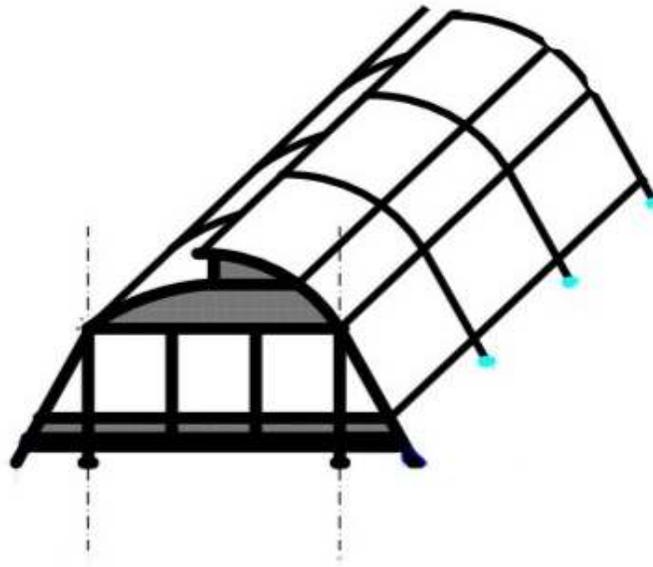
Ilustración 8: Distribución física de la fertilización **Fuente:** Elaboración propia.



DETALLE INVERNADERO

Ilustración 9: Diseño del sistema de riego dentro del invernadero Fuente: Elaboración propia.

Esta imagen representa cómo será la ubicación de los bancos dentro del invernadero los cuales estarán ubicados de manera horizontal y tiene la ubicación de la tubería madre en la parte de la cabecera donde con las indicaciones de la aplicación se abrirá una bomba la cual llenará cada uno de los tubos dentro del sistema riego.



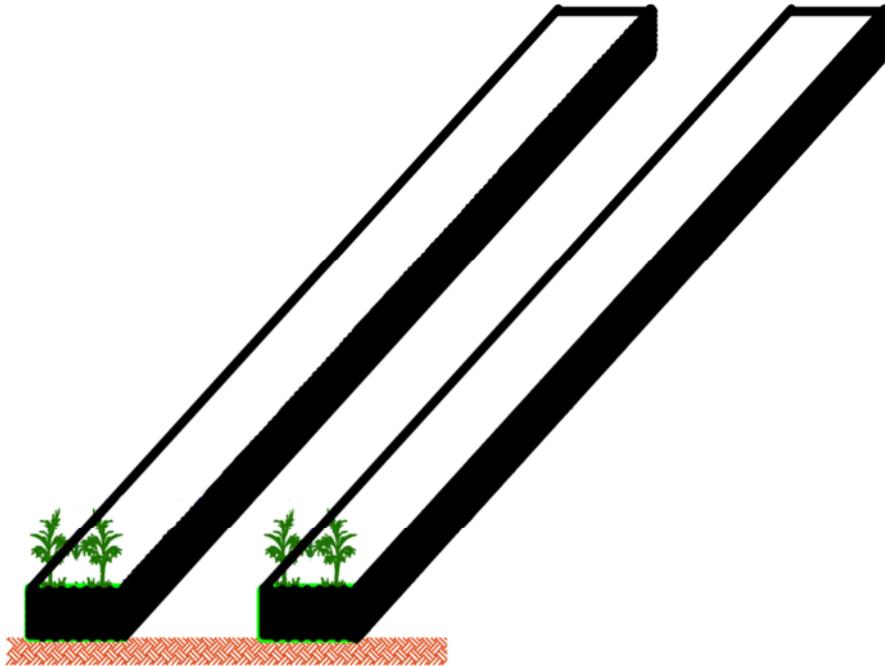
VISTA EN ISOMÉTRICO DE MÓDULO TIPO DE TÚNEL

Ilustración 10: Vista en isométrico del módulo tipo túnel Fuente: Elaboración propia.



DETALLES DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS

Ilustración 11: Detalles de distribución de plantas Fuente: Elaboración propia.



DETALLES

DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS

Ilustración 12: Detalle de distribución de planta Fuente: Elaboración propia.

El análisis de la viabilidad técnica que se implementó en la empresa ASODECOM para determinar si se tenían los equipos adecuados para cumplir con las necesidades del sistema arrojó los siguientes datos:

Las especificaciones de los equipos del área de administración y secretaría no cumplen con los requisitos mínimos para la ejecución del sistema por su alta vejez en cuanto al tiempo de vida útil ya que tienen más de 8 años dentro de la empresa y el valor máximo de vida útil es de 2 años también que las maquinas cumplen funciones meramente administrativas por eso se descarta su uso para la implementación del sistema.

Es por eso que se tendrá que adquirir un equipo adicional el cual aloje el sistema además de la adquisición de una placa de Arduino y otros materiales para la instalación del sistema SIRFESH. Se propuso una opción óptima de acuerdo a los requisitos del sistema y la placa de Arduino la cual podrá brindar un rendimiento adecuado durante las jornadas de trabajo dentro de la finca.

Cabe destacar que dentro de la viabilidad técnica se especifica cada uno de los programas que se utilizaron en el desarrollo del SIRFESH además de sus requerimientos.

En el apartado de la distribución física se detalla el terreno de la finca “la gaviota” en su totalidad además de la zona donde estará alojado el sistema de riego por sensores y la conexión con el pozo artesiano, además de la estructura que tendrá el sistema de riego en su totalidad con la inclusión de la tarjeta de Arduino y el equipo destinado para el control del mismo también se muestra dos gráficos los cuales muestran el proceso para el riego y fertilización.

8.2. Estudio de Viabilidad Operativa

El presente estudio permite analizar en qué medida, la implementación del SIRFESH aporta de manera completa, la mejora, satisfacción, adaptación y/o resistencia al cambio por parte de los involucrados. Al mismo tiempo se puede detallar el impacto de la ejecución del sistema de riego y la aplicación que lo controla.

8.2.1. La visión de ASODECOM.

En el contexto de desarrollo diseñado por el Municipio de Somoto a través de una agenda Municipal, ASODECOM se inserta como un facilitador para la gestión de recursos humanos, materiales y económicos en la búsqueda de implementación de programas y Proyectos que tengan concordancia con el Plan de desarrollo Municipal.

8.2.2. La misión de ASODECOM.

Es la ejecución de programas y proyectos extraídos del Plan de Desarrollo Municipal aplicados a la reactivación del Sector Agropecuario base de la economía Municipal, así como desarrollar la infraestructura social en beneficio de comunidades y barrios.

8.2.3. Organigrama de empresa ASODECOM.

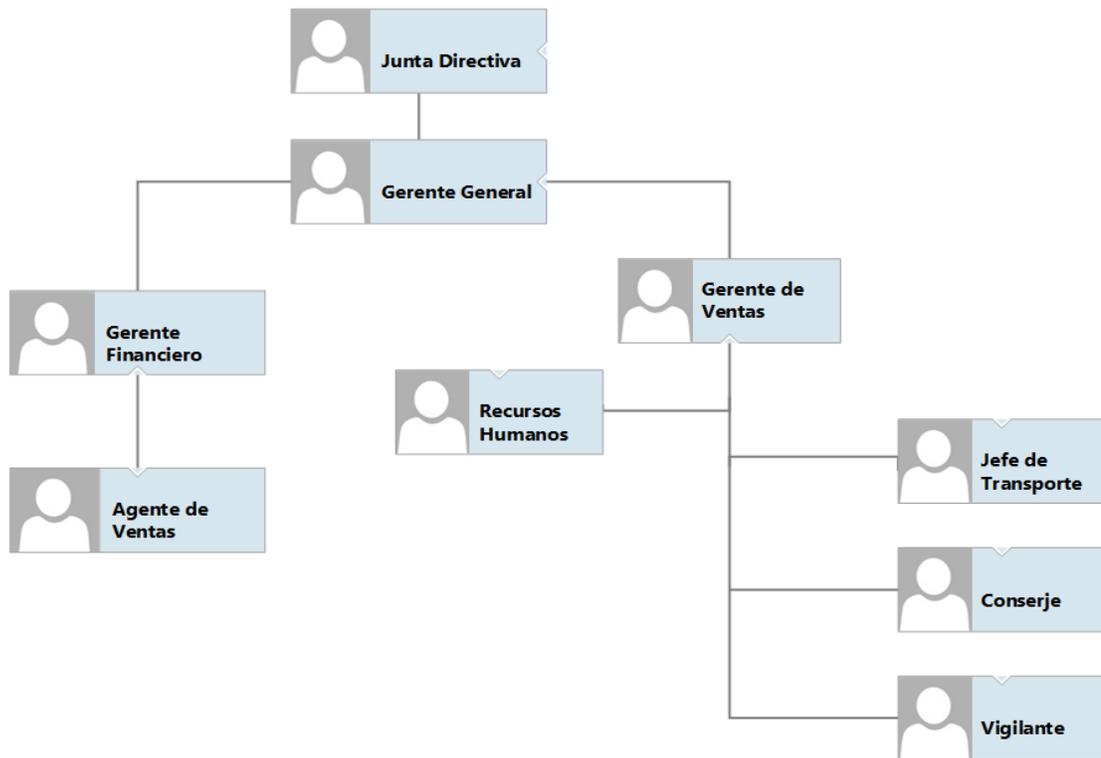


Ilustración 13: Organigrama de ASODECOM **Fuente:** ASODECOM.

Al determinar la viabilidad operativa, se estudió cuál sería el impacto del SIRFESH al momento de implementarse. La idea surge de una innovación propuesta a la empresa ASODECOM que posee un sistema de riego rústico por goteo, en el cual no se controla las cantidades de agua y nutrientes que se le administran a cada una de las plantaciones de la finca generando pérdidas de material de trabajo.

La empresa ASODECOM manifestó que es de gran importancia controlar las actividades que se llevan en la finca, la administración de cantidades de material que se usan al momento de dar mantenimiento a cada una de las plantas y poder mantener un registro de todo el material que se ocupa durante las jornadas de trabajo. Debido a este tipo de necesidades, este sistema se orienta a satisfacer dichas necesidades, beneficiar el control de los datos dentro de la finca y la utilización correcta de los recursos que se dispone.

El sistema presenta una interfaz amigable e intuitiva, de tal manera que el usuario sin mucha dificultad pueda adaptarse y aprovechar al máximo las funciones de una manera sencilla y rápida. Además, el sistema funciona permitiendo el acceso de los usuarios encargados para el manejo del sistema, lo cual ayuda a agilizar los procedimientos.

Con respecto al personal que se verá afectado por el software se notó lo siguiente:

- La asociación es beneficiada con la generación de reportes que permiten evaluar y llevar un control estadístico del evento.
- En el caso de los usuarios del sistema, el sistema les permite realizar sus tareas de una manera más ordenada y rápida.
- De igual manera, se espera que los usuarios se adapten al sistema, ya que el personal de ASODECOM involucrado se encuentra apto para manipularlo con facilidad y les será de fácil aprendizaje, deben tener conocimientos básicos en computación y manejo de sistemas de riego.

La empresa ASODECOM se encuentra dispuesta a apoyar en todo momento el desarrollo e implementación del sistema. Se concluye que el sistema es factible de forma operativa ya que se cuenta con todos los recursos requeridos para su implementación.

8.3. Estudio de Viabilidad Económica

8.3.1. Modelo Constructivo de Costos.

La herramienta utilizada para estimar el costo del sistema fue: Modelo Constructivo de Costos (COCOMO), el cual permitió estimar el costo, el esfuerzo, y el horario en la planificación de un proyecto de desarrollo de software. Es una herramienta adecuada para facilitar un precio promedio del producto final.

8.3.2. Puntos de Función (PF).

Se emplean para establecer el tamaño y complejidad del sistema a desarrollar, basados en la cantidad de funcionalidades requeridas y además miden el tamaño lógico y funcional del sistema establecidos en los requerimientos funcionales del usuario.

En la tabla 10 se detallan las constantes de multiplicación y el número de entradas, salidas, peticiones, archivos e interfaces externas.

Puntos de función sin ajustar (PF)						
	Simple		Medio		Complejo	
Número de entradas de usuario	3 x	8	4 x	5	6 x	0
Número de salidas de usuario	4 x	9	5 x	7	7 x	3
Número de peticiones de usuario	3 x	6	4 x	6	6 x	4
Numero de archivos	7 x	5	10 x	3	15 x	2
Numero de interfaces externas	5 x	0	7 x	0	10 x	1

Tabla 10: Puntos de función sin ajustar (valores a calcular) **Fuente:** Elaboración propia.

Puntos de función sin ajustar (PF)				
	Simple	Medio	Complejo	Subtotal
Número de entradas de usuario	24	20	0	44
Número de salidas de usuario	36	35	21	92
Número de peticiones de usuario	18	24	24	66
Archivos Lógicos internos	35	30	30	95
Numero de interfaces externas	0	0	1	10
Total de puntos de función sin ajustar				307

Tabla 11: Puntos de función sin ajustar (valores a calcular) **Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla anteriormente expuesta se muestra el resultado de la multiplicación de los diferentes puntos de función y la sumatoria de todos los resultados indica la cantidad de puntos de función sin ajustar (véase *tabla 11*).

8.3.3. Ajustes de Complejidad.

El factor de ajuste de complejidad está basado en 14 preguntas que evalúan la funcionalidad general del sistema a desarrollar.

Valor	Sin Influencia	Incidencia	Moderada	Medio	Significativa	Esencial
Escala	0	1	2	3	4	5

Tabla 12: Valores de ajuste de complejidad (Fi) **Fuente:** Elaboración propia.

Fi	Pregunta	Valor
1	¿Requiere el sistema copias de seguridad y de recuperación fiables?	3
2	¿Se requiere de comunicación de datos?	3
3	¿Existen funciones de procesamiento distribuido?	3
4	¿Es crítico el rendimiento?	2
5	¿Se ejecutará el sistema en un entorno operativo existente y fuertemente utilizado?	3
6	¿Requiere el sistema entrada de datos interactiva?	2
7	¿Requiere la entrada de datos interactiva que las transacciones de entrada se lleven a cabo sobre múltiples pantallas u operaciones?	1
8	¿Se actualizan los archivos maestros de forma interactiva?	4
9	¿Son complejos las entradas, salidas, archivos o las peticiones?	3
10	¿Es complejo el procesamiento interno?	5
11	¿Se ha diseñado el código para ser reutilizable?	3
12	¿Están incluidas en el diseño la conversión y la instalación?	4
13	¿Se ha diseñado el sistema para soportar múltiples instalaciones en diferentes organizaciones?	1
14	¿Se ha diseñado la aplicación para facilitar los cambios y para ser fácilmente utilizada por el usuario?	4
	∑Fi =	41

Tabla 13: Preguntas para la valoración de ajuste de complejidad **Fuente:** Elaboración propia.

8.3.4. Puntos de Función Ajustados.

$$PFA = PF * [0.65 + 0.01\sum Fi]$$

Donde:

- PFA: Punto de función ajustado.
- PF: Punto de función no ajustado.
- $\sum Fi$: Sumatoria de los valores de ajuste de complejidad.

Las variables PF y $\sum Fi$ tienen 307 y 41 respectivamente por lo que aplicando la formula, el resultado es el siguiente:

$$PFA = 307 * (0.65 + 0.01 * 41)$$

$$\text{Puntos de Función Ajustada (PFA)} = 325.4$$

8.3.5. Total, de Líneas de Código.

Se midió el software en base a las líneas de código fuente totales. El sistema está hecho con C# por lo que se toma un valor de 30 puntos en función de dicho lenguaje.

$$TLDC = \# \text{ promedio de líneas de código de C\# (Lenguaje orientado a objetos)} * PFA$$

$$TLDC = 30 * 325.4$$

$$TLDC = 9762.6$$

TLDC en miles de líneas de código (MF)

$$TLDC = 9762.61000 = 8.631$$

8.3.6. Estimación del esfuerzo.

Factores de Escala		
Nombre	Valor	Observación
PREC	3.72	Aspecto novedoso.
FLEX	2.03	Se llega a un acuerdo con los propietarios sobre los posibles cambios.
RESL	1.41	Plan identifica la mayoría de los riesgos críticos y establece hitos para resolverlos, calendario y presupuesto toma en cuenta la mayoría de los riesgos, arquitectura puede tomarse hasta el 33% del esfuerzo de desarrollo, herramientas disponibles para resolver/mitigar mayoría de riesgos y verificar especificación de la arquitectura, poca incertidumbre remisión, interfaz con usuario, tecnología, desempeño, riesgos no son críticos.
TEAM	1.1	interacciones altamente cooperativas, objetivos y culturas de accionistas fuertemente consistentes, fuerte habilidad y disponibilidad de accionistas para acomodar objetivos de otros accionistas, considerable experiencia previa operando como equipo, visión y compromisos considerablemente compartidos.
PMAT	3.12	Métricas de procesos. Análisis de procesos. Planes cuantitativos de calidad.
$\sum SFi$	11.38	

Tabla 14: Factores de escala **Fuente:** Elaboración propia.

La sumatoria de los factores de escala $\sum SFi$ se obtiene mediante la medición de los siguientes factores:

- El factor de precedencia (PREC): Da a entender el grado de experiencia previa en relación al producto a desarrollar.
- FLEX (Factor de flexibilidad): Es considerado el nivel de exigencia de la entrega final del producto en cuanto a tiempo y forma se refiere.

- RESL: Simboliza el riesgo.
- TEAM: Significa cohesión del equipo, toma en cuenta las dificultades del trabajo en equipo en cuanto a desarrolladores o participantes del proyecto.
- PMAT: Significa la madurez en cuanto al cumplimiento de las metas correspondientes.

8.3.7. Factores de Esfuerzo Compuesto.

EMi	Valor	Observación
RELY	0.88	Efecto Pequeños, Recuperables fácilmente
DATA	0.93	Se seleccionó este valor ya que el sistema tendrá una base de datos, y esta misma presentará poco crecimiento.
DOCU	0.95	La documentación que genera el sistema tiene algunas etapas sin coberturas.
CPLX	0.88	La complejidad es baja. Ya se tienen procesos de manejo de datos básicos, estructura sencilla.
RUSE	0.91	No existirá reutilización de código en desarrollos futuros.
TIME	1	El tiempo estimado para la ejecución de este producto es nominal. Para ($0\% \leq \text{TIME} < 50\%$) se establece un valor alto (1.00)
STOR	1	La cantidad de memoria que utilizará el producto en la ejecución es un valor bajo, puede ser menor al 50%.se establece un valor nominal (1.0)
PVOL	0.87	La velocidad de cambios en el SGBD y S.O. será Bajo.
ACAP	0.83	El personal analista es hábil y eficiente para el desarrollo del Sistema.
AEXP	1	El personal analista está enterado de la problemática resolver con el sistema de información que se desarrollará.
PCAP	0.87	La capacidad de programación por parte del grupo presenta una gran fortaleza para el desarrollo del sistema

PEXP	0.81	La experiencia del personal analista es alta en el ambiente en el que se desarrollará el software.
LTEX	1.1	La experiencia con el lenguaje de programación es bajo , tanto para analistas como para programadores.
PCON	0.92	El personal posee un tiempo alto de servicio en desarrollo de sistemas.
TOOL	1	Las herramientas a utilizar para desarrollar el software son consideradas herramientas modernas, por lo cual se da un puntaje nominal.
SITE	0.78	La comunicación de múltiples formas e interactiva.
SCED	1	El desarrollo del sistema tiene tiempo suficiente para desarrollarse conforme al cronograma de actividades planteado inicialmente.
ΠEMi	0,25008637	

Tabla 15: Factores de esfuerzo compuesto **Fuente:** Elaboración propia.

8.3.8. Cálculo del Esfuerzo.

$$E = A * TLDCB * \Pi Emi$$

Donde:

$$A = 2.94 \text{ y } B = 0.91 + 0.01 \sum SFi$$

$$B = 1,0238$$

- E = Estimación del esfuerzo.
- A = Constante de calibración con valor 2.94.
- TLDC = Total de líneas de código.
- ΠEmi = Factor esfuerzo compuesto.

Entonces:

	A	TLDC	B	ΠE_{mi}		$E=A*TLDCB* \Pi E_{mi}$
Esfuerzo (E)	2.94	8.631	1,0238	0,25008637	=	6,68000402 personas/mes

Tabla 16: Calculo del esfuerzo **Fuente:** Elaboración propia.

8.3.9. Cálculo del tiempo de Desarrollo.

$$T_{des} = 3.67E0.28 + 0.002 \sum SFi$$

Donde:

- T_{des} = Tiempo de desarrollo.
- E = Estimación de esfuerzo.
- $\sum SFi$ = Sumatoria de los factores de escala.

		E	$\sum SFi$		$T_{des}=3.67E0.28+0.002\sum SFi$
$T_{des} =$	3.67	6,68000402	11.38	=	6,52191997 mes

Tabla 17: Calculo del tiempo de desarrollo **Fuente:** Elaboración propia.

8.3.10. Cálculo de Cantidad de Personas.

Donde:

- CH = Cantidad de hombres.
- E = Esfuerzo.
- T_{des} = Tiempo de desarrollo.

	E	T_{des}	$CH= E T_{des}$		
CH =	6,68000402	6,52191997	1,024238882	=	1 personas

Tabla 18: Calculo cantidad de personas **Fuente:** Elaboración propia.

8.3.11. Distribución del Esfuerzo y tiempo por etapa modo orgánico, nivel básico.

Tamaño		Pequeño	Intermedio	Medio	Grande
Límites MF_1 y MF_2		2	8 (MF_1)	32 (MF_2)	128
Esfuerzo	Estudio Preliminar	6%	6%	6%	6%
	Análisis	16%	16%	16%	16%
	Diseño y Desarrollo	68%	65%	62%	59%
	Prueba	16%	19%	22%	25%
	Implementación				
Tiempo de desarrollo	Estudio Preliminar	10%	11%	12%	13%
	Análisis	19%	19%	19%	19%
	Diseño y Desarrollo	63%	59%	55%	51%
	Prueba	18%	22%	26%	30%
	Implementación				

Tabla 19: Relación etapas del proyecto y porcentajes de esfuerzo. **Fuente:** Elaboración propia.

$$\%Etapa\ correspondiente = \%MF1 + MF - MF1/MF2 - MF1 * (\%MF2 - \%MF1)$$

Donde:

- $\%MF1$ = Porcentaje de esfuerzo estimado para la etapa en análisis.
- MF = Tamaño del sistema expresado en kilo líneas de código.
- $MF1$ = Límite inferior, en el que se encuentra TLDC en el sistema.
- $MF2$ = Límite superior, en el que se encuentra TLDC en el sistema.
- $\%MF2$ = Porcentaje de esfuerzo superior estimado para la etapa en análisis.

		%MF1	MF	MF1	MF2	%MF2	
Esfuerzo	Estudio Preliminar	6	8.63	8	32	6	6.00
	Análisis	16	8.63	8	32	16	16.00
	Diseño y desarrollo	65	8.63	8	32	62	64.92
	Prueba e implantación	19	8.63	8	32	22	19.07
Tiempo de desarrollo	Estudio Preliminar	11	8.63	8	32	12	11.02
	Análisis	19	8.63	8	32	19	19.00
	Diseño y desarrollo	59	8.63	8	32	55	58.89
	Prueba e implantación	22	8.63	8	32	26	22.10

Tabla 20: Distribución del esfuerzo y tiempo de desarrollo por etapa **Fuente:** Elaboración propia.

Una vez obtenidos los porcentajes a aplicar para calcular los estimados de esfuerzo y tiempo de desarrollo en cada una de las etapas se emplean las siguientes fórmulas:

$$Eestimado = E * \%ET$$

Donde:

- $Eestimado$, será el valor de esfuerzo estimado por etapa.
- E , será el esfuerzo necesario para desarrollar el sistema.
- $\%ET$, es el porcentaje a aplicar por etapa.
- $Testimado$, será el valor de tiempo de desarrollo estimado por etapa.
- $Tdes$, será el tiempo de desarrollo en meses que se necesitará para desarrollar el sistema.

Fase	%ET Esfuerzo	Eestimado	%ET Tiempo Des.	Testimado
Estudio Preliminar	6%	40.08	11.03%	71.91

Análisis	16%	106.88	19%	123.91
Diseño y Desarrollo	64.92%	433.67	58.89%	384.10
Prueba e Implementación	19.08%	127.44	22.11%	144.16

Tabla 21: Estimación del esfuerzo y tiempo de desarrollo **Fuente:** Elaboración propia.

Una vez obtenidos los valores estimados para esfuerzo y tiempo de desarrollo se calculó el personal necesario (analistas y programadores) que estén involucrados en cada etapa, por lo cual se aplica la siguiente fórmula:

$$CH = \frac{E_{estimado}}{T_{estimado}}$$

Donde:

- CH , será el personal necesario en una etapa determinada.
- $E_{estimado}$, es el esfuerzo estimado.
- $T_{estimado}$, es el tiempo de desarrollo estimado.

Sustituyendo la fórmula en cada una de las etapas se obtiene la siguiente tabla de resultados:

Fase	CH (Valores)	CH (Redondeado)	Número de Analistas	Número de Programadores
Estudio Preliminar	0.5573	1	1	
Análisis	0.8625	1	1	
Diseño y Desarrollo	1.1290	1		1
Prueba e implementación.	0.8840	1		1

Tabla 22: Personal necesario para cada etapa del proyecto **Fuente:** Elaboración propia.

8.3.12. Costo de la Fuerza de Trabajo.

El costo de la fuerza de trabajo hace referencia al salario bruto de cada uno de los trabajadores, la cual será medida en dólares americanos. Dicho costo se calcula para cada etapa del proyecto con la siguiente fórmula:

$$CFT = S * Testimado * N$$

Donde:

- *CFT*, será el costo de la fuerza de trabajo. Este será su salario base total durante el tiempo que labore en cada fase.
- *S*, es el salario base por persona mensual.
- *N*, es la cantidad de personal.

Cargo	Salario base (USD)
Analista de Sistemas	600.00
Programador	400.00

Tabla 23: Tabla de salario que devengará el personal que labore en el proyecto **Fuente:** TECOLOCO.

Estudio Preliminar	Salario	Tdes	Cantidad	U\$
Analista	600	0.72	1	431.48
Análisis	Salario	Tdes	Cantidad	U\$
Analista	600	1.24	1	743.50
Diseño y desarrollo	Salario	Tdes	Cantidad	U\$
Programador	400	3.84	1	1536.43
Prueba e implantación	Salario	Tdes	Cantidad	U\$
Programador	400	1.44	1	576.67

Tabla 24: Costo de la Fuerza de Trabajo para cada etapa del proyecto **Fuente:** Elaboración propia.

Donde:

$$Vacaciones = 2.5 * S 30 * Testimado$$

$$Aguinaldo = 2.5 * S 30 * Testimado$$

$$INSS = 0.07 * CFT$$

Dadas las fórmulas anteriormente planteadas, sustituyendo se obtienen los siguientes resultados resumidos en esta tabla:

COSTO DE LA FUERZA DE TRABAJO (USD)					
Fase	Salario (CFT)	Aguinaldo	Vacaciones	INSS	Importe
Analista: 1 persona					
Estudio Preliminar	431.48	35,96	35,96	30.20	533,59
Análisis	743,50	61,96	61,96	52.04	919,46
Diseño y desarrollo	-	-	-	-	
Programador: 1 persona					
Estudio Preliminar	-	-	-	-	-
Análisis	-	-	-	-	-
Diseño y desarrollo	1536,43	128.04	128.04	107.55	1900,06
Prueba e Implementación	576,67	48,06	48,06	40.37	713,16
Costo de la fuerza de trabajo total (CFTT)					U\$4.066,25

Tabla 25: Costo de la fuerza de trabajo en dólares **Fuente:** Elaboración propia.

8.3.13. Costo de Uso de Medios Técnicos.

$$CUMT = \sum CKPRk + Ce k * HTM k * CKHk + CRMk$$

Donde:

- CK= Costo del Equipo.
- PRk= Periodo de Recuperación en horas.
- Ce k= Consumo de Energía.
- HTM k = Hora de tiempo máquina.
- CKHk= Costo kw horas.
- CRMk= Costo del mantenimiento preventivo.

Supuestos	
Costo del Equipo	600
Cantidad de Equipos	1
Costo del KW/H	0.09
Cantidad de Horas Trabajadas	7
Horas de Tiempo Máquina.	933.35
CRM	25
PRk	17280
Cek	0.04503
Cantidad Mantenimiento	1
CUMT	32.55 U\$

Tabla 26: Costo de uso de medios técnicos **Fuente:** Elaboración propia.

8.3.14. Otros Gastos.

Cantidad	Descripción	Precio	Total
15	Almuerzos	80	1200
100	Fotocopias	0.5	50
		Total	\$37.82 US

Tabla 27: Otros gastos **Fuente:** Elaboración propia.

8.3.15. Costo de Abastecimiento de Materiales.

Cantidad	Descripción	Precio	Total
10	Folders Carta	2	20
1	lapiceros	7	70
5	Lápiz grafito	5	25
1	Borrador	6	6
		Sub Total	121
		IVA	0
		Total	121
		Total	3,66U\$

Tabla 28: Costo de abastecimiento técnico de materiales (CMAT) **Fuente:** Elaboración propia.

8.3.16. Costo Total del Proyecto.

$$\text{CTP} = \text{CD} + \text{CI}$$

Donde:

- $\text{CD (Costos directos)} = \text{CFTotal} + \text{CUMT} + \text{CMAT} + \text{OGTotal}$

$$\text{CD} = 4.066,25\text{U\$} + 32,55 \text{ U\$} + 3,66 \text{ U\$} + 37,82\text{U\$}$$

$$\text{CD} = \mathbf{4.140,29\text{U\$}}$$

- $\text{CI (Costos Indirectos)} = 10\% \text{ de los costos directos.}$

$$\text{CI} = \mathbf{414,03\text{U\$}}$$

$$\text{CTP} = \mathbf{4.554,32\text{U\$}}$$

Luego de realizar todos los aspectos correspondientes para medir cada factor implicado en el proyecto, el cálculo final indicó que el Costo Total del proyecto es de: **4.554,32U\$.**

8.4. Estudio de Viabilidad Financiera

Presupuesto de la inversión proyectada						
Costos del invernadero de 1000 m2 (20x50)						
Materiales	Cant.	U/M	Costo unit	total	T/c	Valor total
Tubos de 2" Acero galvanizado	210	Unidad	C\$ 765.00	C\$ 160,650.00	33.74	\$ 4,761.41
Platinas de 1"	130	Unidad	200.00	26,000.00	33.74	770.60
Varillas de soldar	30	Unidad	50.00	1,500.00	33.74	44.46
Cemento	29	QQ	315.00	9,135.00	33.74	270.75
Arena	2	Mts	350.00	700.00	33.74	20.75
Piedrín	2	Mts	870.00	1,740.00	33.74	51.57
Mecate cabuya	1	Rollo	300.00	300.00	33.74	8.89
Reglas 0.5x1x20	20	Unidad	37.50	750.00	33.74	22.23
Golosos 1.5"	350	Unidad	2.00	700.00	33.74	20.75
Malla Sarán 8 x 50	4	Rollo	20,000.00	80,000.00	33.74	2,371.07
Plástico invernadero 4x50	1	Rollo	9,000.00	9,000.00	33.74	266.75
Plástico invernadero 7x50	2	Rollo	10,000.00	20,000.00	33.74	592.77
Pintura anticorrosiva	2	Galón	350.00	700.00	33.74	20.75
Diluyente	2	Galón	250.00	500.00	33.74	14.82
Brochas	2	Unidad	30.00	60.00	33.74	1.78
						\$ 9,239.33

Tabla 29: Presupuesto de la inversión proyectada **Fuente:** Elaboración propia.

Presupuesto de los costos de producción proyectados						
Costos de producción del cultivo de tomate por ciclo						
Concepto	Cant.	U/M	Costo unit	total	T/c	Valor total us
Plántulas	2933	Unid.	1.5	C\$ 4,399.50	33.74	\$ 130.39
Fibra	16	Rollos	70	1,120.00	33.74	33.20
Fertilizantes	1135	Lbs	9.5	10,782.50	33.74	319.58
Estacones	300	Unid.	3	900.00	33.74	26.67
Alambre	30	Lbs	35	1,050.00	33.74	31.12
Grapas	3	Lbs	25	75.00	33.74	2.22
Picada del lote	3	Jornal	150	450.00	33.74	13.34
Preparación	11	Jornal	150	1,650.00	33.74	48.90
Siembra	3	Jornal	150	450.00	33.74	13.34
Tutorado	31	Jornal	150	4,650.00	33.74	137.82
Amarre	3	Jornal	150	450.00	33.74	13.34
Riego	14	Jornal	150	2,100.00	33.74	62.24
Chupones	29	Jornal	150	4,350.00	33.74	128.93
Hojas	15	Jornal	150	2,250.00	33.74	66.69
Yemas	3	Jornal	150	450.00	33.74	13.34
Descolgada	22	Jornal	150	3,300.00	33.74	97.81
Control sanitario	15	Jornal	150	2,250.00	33.74	66.69
Cosecha	25	Jornal	150	3,750.00	33.74	111.14
Selección	6	Jornal	150	900.00	33.74	26.67
Benoagro	3	sobres	91	273.00	33.74	8.09

Presupuesto de los costos de producción proyectados						
Costos de producción del cultivo de tomate por ciclo						
Cobre Thare	5	Kg	160	800.00	33.74	23.71
Orevicur	1	Litro	1000	1,000.00	33.74	29.64
Kasumin	2	Litro	275	550.00	33.74	16.30
Derosal	2	Litro	680	1,360.00	33.74	40.31
Match	2	250cc	270	540.00	33.74	16.00
Dipel	4	sobres	438	1,752.00	33.74	51.93
Empaque	10	Jornal	150	1,500.00	33.74	44.46
Análisis de suelo	1	Unidad	600	600.00	33.74	17.78
Transporte de producto	1	Unidad	1100	1,100.00	33.74	32.60
Transporte de insumos	2	Unidad	700	1,400.00	33.74	41.49
						\$1,665.74
Costos de producción anual (2 ciclos de producción)						3,331.48

Tabla 30: Presupuesto de los costos de producción proyectados **Fuente:** Elaboración propia.

Costo del sistema	
Costo	\$ 4,554.32
Estos costos son generados al modelo de costo aproximado (COCOMO)	

Tabla 31: Costo del sistema **Fuente:** Elaboración propia.

Costos del equipo de riego						
Concepto	Cantidad	U/M	Costo unit	total	T/c	Valor total us
Mangueras	2	Rollos	2200	4,400.00	33.74	\$ 130.41
Cintas de goteo	1	Rollos	7202	7,202.00	33.74	213.46
Filtrado	1	Unidad	450	450.00	33.74	13.34
Válvulas y otros	1	Unidad	3900	3,900.00	33.74	115.59
Instalación	1	Unidad	7600	7,600.00	33.74	225.25
						\$ 698.04

Tabla 32: Costos de equipo de riego **Fuente:** Elaboración propia.

Amortización y gastos financieros				
Monto del préstamo		\$ 16,157.43		
Tasa de interés		24%		
Plazo		5 años		
Años	Abono a principal	Interés	Cuota	Saldo
0				\$16,157.43
1	\$ 3,231.49	\$ 3,877.78	\$ 7,109.27	12,925.95
2	3,231.49	3,102.23	6,333.71	9,694.46
3	3,231.49	2,326.67	5,558.16	6,462.97
4	3,231.49	1,551.11	4,782.60	3,231.49
5	3,231.49	775.56	4,007.04	-
TOTALES	\$16,157.43	\$11,633.35	\$27,790.78	

Tabla 33: Amortización y gastos financieros **Fuente:** Elaboración propia.

Proyección de ventas - Tomate Cherry							
Cantidad	U/M	Precio	AÑOS (\$)				
			2020	2021	2022	2023	2024
96,789	Lbs	\$ 0.31	30,004.59	31,504.82	33,080.06	34,734.06	36,470.77
TOTAL			30,004.59	31,504.82	33,080.06	34,734.06	36,470.77

Tabla 34: Proyección de ventas **Fuente:** Elaboración propia

Kilogramo por planta 7.5
 Kilogramo 2.2
 Total de plantas 2933
 Ciclos productivos 2

1000 metros cuadrados a razón de 2933 plantas con un rendimiento de producción de 7.5 kg por planta.

Descripción	Depreciación anual de activos fijos (\$)						
	Saldo	V.residual 10%	Vida útil	Mont. a Dep.	% de Dep.	V.deprec.	Saldo
Invernadero	9,239.33	923.93	5.00	8,315.40	20	1,663.08	7,576.25
Equipo de riego	698.04	69.80	5.00	628.24	20	125.65	572.40
Total	9,937.37	993.74		8,943.64		1,788.73	8,148.65

Tabla 35: Depreciación anual de activos fijos **Fuente:** Elaboración propia

Gastos de administración									
Cargo	Puestos	Salario mensual	Prestaciones sociales mensuales			Total mensual	Total anual	T/C	TOTAL US
			INSS patronal	Vacaciones	Aguinaldo				
Administrador	1	C\$ 8,500	C\$ 1,615	\$ 708.33	\$708.33	C\$11,531.67	C\$138,380	33.7	\$4,101.36
Obrero	1	5,600	1,064.00	466.67	466.67	7,597.33	91,168.00	33.7	\$2,702.07
Totales		14,100.00	2,679.00	1,175.00	1,175.00	C\$19,129.00	C\$229,548		\$6,803.44

Tabla 36: Gastos de administración **Fuente:** Elaboración propia.

Gastos de venta									
Cargo	No. Puesto	Salario mensual	Prestaciones sociales mensuales			Total mensual	T/C	TOTAL US	TOTAL ANUAL
			INSS patronal	Vacaciones	Aguinaldo				
Agente de venta	2	C\$8,500.0	C\$1,615.00	C\$708.33	C\$708.33	C\$11,531.67	33.74	341.78	683.56
Totales		8,500.00	1,615.00	708.33	708.33	11,531.67		\$ 341.78	\$683.56

Tabla 37: Gastos de venta **Fuente:** Elaboración propia.

Costos por unidad producida		
Unidades producidas	Costos de producción	Costo por unidad
96,789.00	10,818.47	0.11

Tabla 38: Costos por unidad producida **Fuente:** Elaboración propia.

Costos fijos			
Gastos de administración	Gastos de ventas	Depreciación	Total Us
6,803.44	683.56	1,788.73	9,275.73

Tabla 39: Costos fijos **Fuente:** Elaboración propia.

Estados de resultados proyectados					
CONCEPTO	AÑOS				
	2020	2021	2022	2023	2024
INGRESOS	\$30,004.59	\$31,504.82	\$33,080.06	\$34,734.06	\$36,470.77
Costo de producción	3,331.48	3,331.48	3,331.48	3,331.48	3,331.48
Utilidad bruta	\$26,673.11	\$28,173.34	\$29,748.58	\$31,402.59	\$33,139.29
Menos: Gastos de operación					
Gastos de administración	6,803.44	6,803.44	6,803.44	6,803.44	6,803.44
Gastos de ventas	683.56	683.56	683.56	683.56	683.56
Gastos financieros	3,877.78	3,102.23	2,326.67	1,551.11	775.56
Utilidad antes de impuestos	15,308.33	17,584.12	19,934.92	22,364.48	24,876.74
I.R 30%	4,592.50	5,275.24	5,980.47	6,709.34	7,463.02
Utilidad después de impuestos	10,715.83	12,308.88	13,954.44	15,655.13	17,413.71
Utilidad neta	\$10,715.83	\$12,308.88	\$13,954.44	\$15,655.13	\$17,413.71

Tabla 40: Estados de resultados proyectados Fuente: Elaboración propia.

Flujo de efectivo proyectado						
CONCEPTO	AÑOS					
	AÑO 0	2020	2021	2022	2023	2024
VENTAS		\$30,004.59	\$31,504.82	\$33,080.06	\$34,734.06	\$36,470.77
Costos de ventas		3,331.48	3,331.48	3,331.48	3,331.48	3,331.48
Utilidad bruta		26,673.11	28,173.34	29,748.58	31,402.59	33,139.29
Menos: Gastos de operación						
Gastos de administración		6,803.44	6,803.44	6,803.44	6,803.44	6,803.44
Gastos de ventas		683.56	683.56	683.56	683.56	683.56
Intereses		3,877.78	3,102.23	2,326.67	1,551.11	775.56
Depreciación de activo fijo		1,788.73	1,788.73	1,788.73	1,788.73	1,788.73
Total gastos de operación		13,153.51	12,377.95	11,602.40	10,826.84	10,051.28
Utilidad antes de impuestos		13,519.60	15,795.39	18,146.19	20,575.75	23,088.01
I.R		4,055.88	4,738.62	5,443.86	6,172.72	6,926.40
Utilidad después de impuestos		9,463.72	11,056.77	12,702.33	14,403.02	16,161.61
Mas depreciación de act. fijo		1,788.73	1,788.73	1,788.73	1,788.73	1,788.73
Amortización del préstamo		3,231.49	3,231.49	3,231.49	3,231.49	3,231.49
Valor de salvamento						993.74
Inversión de activo fijo	16,157.43					
Flujo de fondo neto (FFND)	\$16,157.43	\$8,020.96	\$9,614.01	\$11,259.57	\$12,960.26	\$15,712.58

Tabla 41: Flujo de efectivo proyectado **Fuente:** Elaboración propia.

Cálculo de VAN y TIR	
TIR	55%
VAN	\$13,310.73

Tabla 42: Cálculo de VAN y TIR **Fuente:** Elaboración propia.

Balance general proyectado					
Activos corrientes	2020	2021	2022	2023	2024
Caja y bancos	\$8,020.96	\$17,634.98	\$28,894.55	\$41,854.82	\$57,567.40
Total activos corrientes	8,020.96	17,634.98	28,894.55	41,854.82	57,567.40
Activos no corrientes					
Maquinaria y equipos	12,702.97	10,914.24	9,125.51	7,336.78	5,548.06
Total activo no corriente	12,702.97	10,914.24	9,125.51	7,336.78	5,548.06
Total activo	20,723.93	28,549.22	38,020.06	49,191.60	63,115.46
Pasivo:					
Pasivos no corrientes					
Prestamos por pagar a L/P	16,157.43	12,925.95	9,694.46	6,462.97	3,231.49
Total pasivo no corriente	16,157.43	12,925.95	9,694.46	6,462.97	3,231.49
Patrimonio	4,566.50	15,623.27	28,325.60	42,728.63	59,883.97
Patrimonio neto	4,566.50	15,623.27	28,325.60	42,728.63	59,883.97
Suma pasivo y patrimonio	\$20,723.93	28,549.22	\$38,020.06	\$49,191.60	\$63,115.46

Tabla 43: Balance general proyectado **Fuente:** Elaboración propia.

Relación Beneficio Costo			
Años	Ingresos	Costos	Inversión
1	30,004.59	13,153.51	
2	31,504.82	12,377.95	
3	33,080.06	11,602.40	
4	34,734.06	10,826.84	
5	36,470.77	10,051.28	
	165,794.30	58,011.98	\$ 16,157.43

Tasa de descuento	24%
Sumatoria de Ingresos	C\$ 133,705.08
Sumatoria de costos	C\$ 46,783.86
Sumatoria de costos más inversión	62,941.29
B/C	2.12

Esto significa que por cada dólar invertido se obtendrán \$1.12, un dólar con 12 centavos de utilidad neta.

Tabla 44: Relación beneficio costo **Fuente:** Elaboración propia.

Flujos Netos de Efectivo					
AÑOS					
0	1	2	3	4	5
-16157.43	8,020.96	9,614.01	11,259.57	12,960.26	15,712.58
PERIODO DE RECUPERACION DE LA INVERSIÓN					
AÑOS	MESES	DIAS			
1	10	5			
PRI= 1 años, 10 meses y 5 días					

Tabla 45: Periodo de recuperación de la inversión **Fuente:** Elaboración propia.

Punto de equilibrio

Datos iniciales

Precio Venta	0.31	< Completar
Coste Unitario	0.11	< Completar
Gastos Fijos del mes	772.98	< Completar
Pto. Equilibrio	3,899	Q de Equilibrio
\$ Ventas Equilibrio	1,209	\$ de Equilibrio

Datos para el gráfico

Q Ventas	0	1,950	3,899	5,849
\$ Ventas	0	604	1,209	1,813
Costo Variable	0	218	436	654
Costo Fijo	773	773	773	773
Costo Total	773	991	1,209	1,427
Beneficio	-773	-386	0	386

Para alcanzar el punto de equilibrio debes vender 3899.470 unidades mes

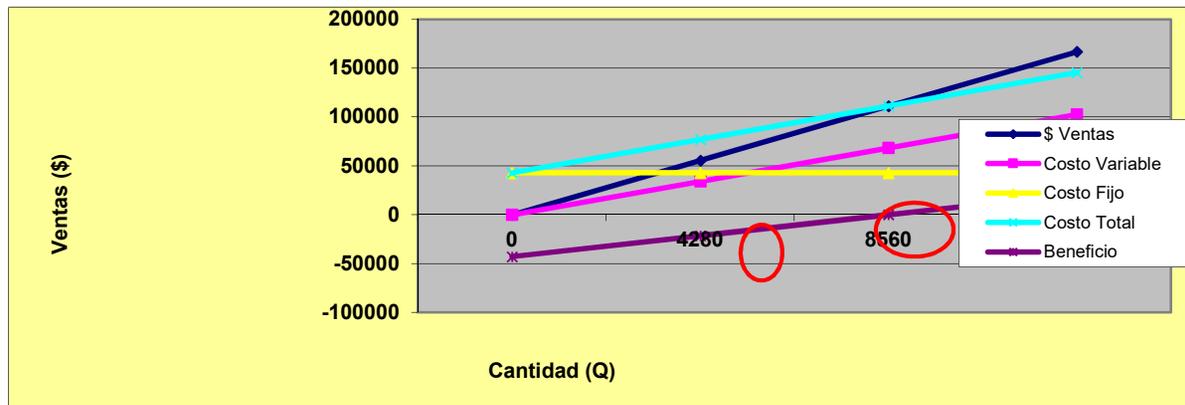


Tabla 46: Punto de equilibrio **Fuente:** Elaboración propia

Derivación de la fórmula:

Q = cantidad
 Qe = cantidad de equilibrio
 VT = ventas totales
 VTe = ventas totales de equilibrio
 CT = costes totales
 Cu = coste unitario
 Pu = precio unitario
 Mu = margen unitario
 CV = costes variables
 CF = costes fijos
 $VT - CT = 0$
 $VT - CV - CF = 0$
 $Pu * Q - Cu * Q - CF = 0$
 $CF = Pu * Q - Cu * Q$
 $CF = Q * (Pu - Cu)$
 $CF = Q * Mu$
 $Qe = CF / Mu$
 $VTe = Qe * Pu$
 $ITe = Qe * (Pu$

Cabe destacar y recalcar que la tasa de descuento del proyecto es igual a la tasa de interés más gastos bancarios, la entidad financiera donde ASODECOM adquiere la inversión será el BDF (Banco de Finanzas) en la localidad de Somoto, Madriz, Nicaragua.

La razón por la que el banco asume el 100% del préstamo es debido a que ASODECOM aborda otros mercados en los cuales ya posee una rentabilidad estable, con lo cual, el destino de la cantidad consecuyente a la inversión es redirigida a sus otros negocios. Además, es menester mencionar que ASODECOM tiene un récord crediticio impecable con el BDF.

De acuerdo a los datos arrojados por los indicadores financieros se concluye que el proyecto es rentable, debido a que al final del análisis del proyecto se obtiene un **valor actual neto positivo**, lo cual indica la recuperación de la inversión, más una **ganancia de \$13,310.73** dólares americanos.

Por su parte la **TIR** muestra una tasa de interés máxima del **55%** que el proyecto puede soportar en comparación a la tasa comparativa del 24% y finalmente la **Relación Beneficio Costo** indica una utilidad de 2.12 dólares, lo que significa que por cada dólar invertido se obtendrá una ganancia de 1.12 dólares (un dólar con 12 centavos de utilidad neta).

En resumen, el dictamen de la viabilidad financiera del proyecto demuestra un alto margen de rentabilidad, por lo tanto, debe aceptarse.

9. Diseño y desarrollo del sistema

Una vez determinada las viabilidades operativas, técnica y económico-financiera del proyecto y tomando como referencia que las conclusiones obtenidas de cada uno de estas evaluaciones han sido positivas, se procede al diseño y desarrollo del sistema.

En cuanto al diseño de la Aplicación de SIRFESH se toma como base de desarrollo el modelo por prototipo. De esta manera se define como será desarrollada la Aplicación que controlará el prototipo, lo cual permite parcializar el proyecto en etapas, además se deberá diagramar el comportamiento de los distintos elementos en el sistema, para ello la herramienta UML (Lenguaje de Modelado Unificado) será el facilitador para representar dichos diagramas y el software Enterprise Architect como herramienta informática.

Con respecto al desarrollo de la Aplicación de SIRFESH, se utilizó el paradigma de programación Modelo Vista Controlador el cual permitió estructurar el código de manera independiente pero relacionados entre sí. Se codificó en el lenguaje orientado a objetos C# y se utilizó Visual Studio 2019 como IDE; El control y manejo de los dispositivos físicos fue posible gracias al lenguaje orientado a objetos C++; la base de datos fue diseñada con el gestor de base de datos MySQL, utilizando Workbench como IDE de desarrollo.

9.1. Diagrama general de caso de usos

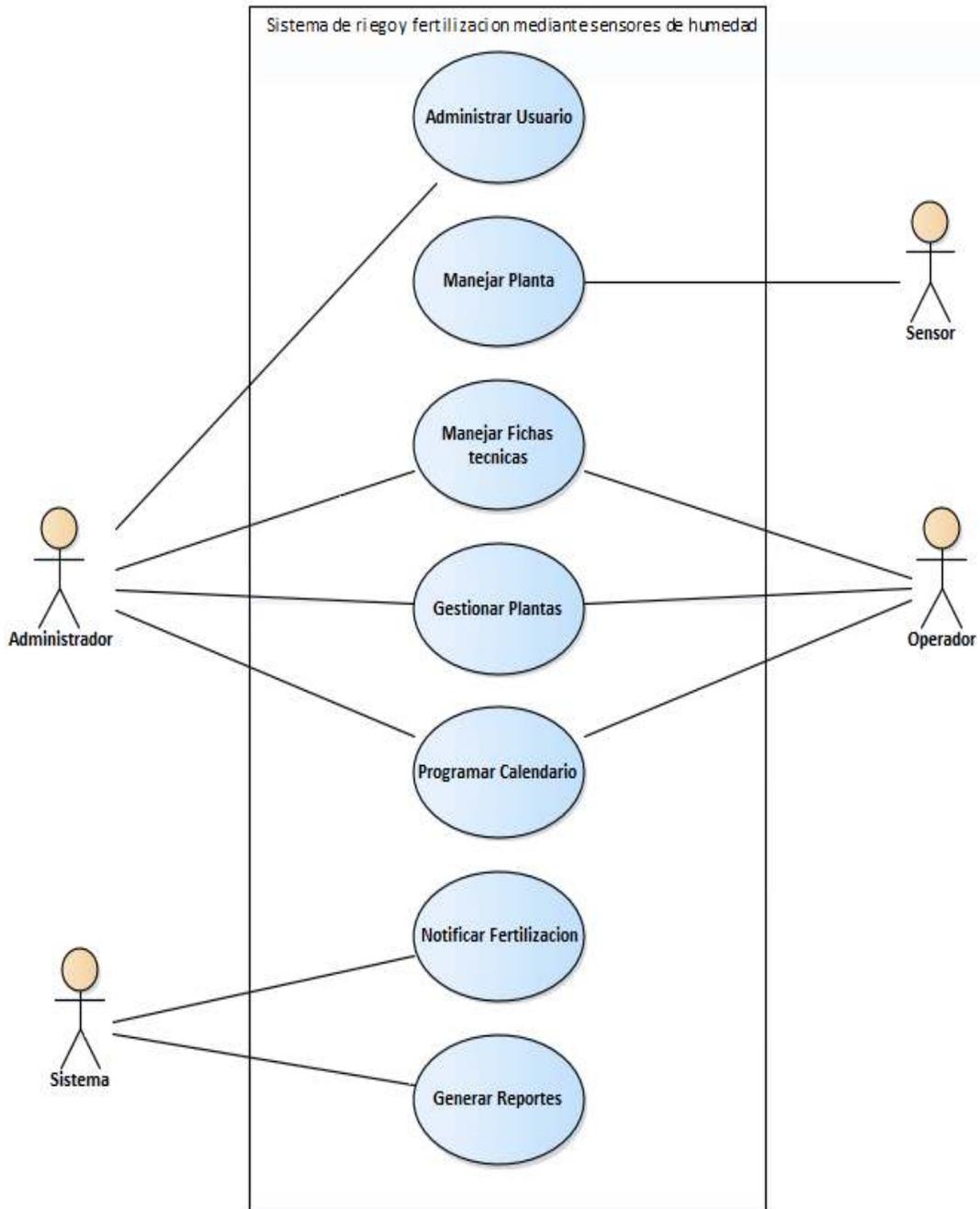


Ilustración 14: Diagrama General de Casos de Uso **Fuente:** Elaboración propia.

9.2. Diagramas de casos de uso

Caso de uso administrar usuario

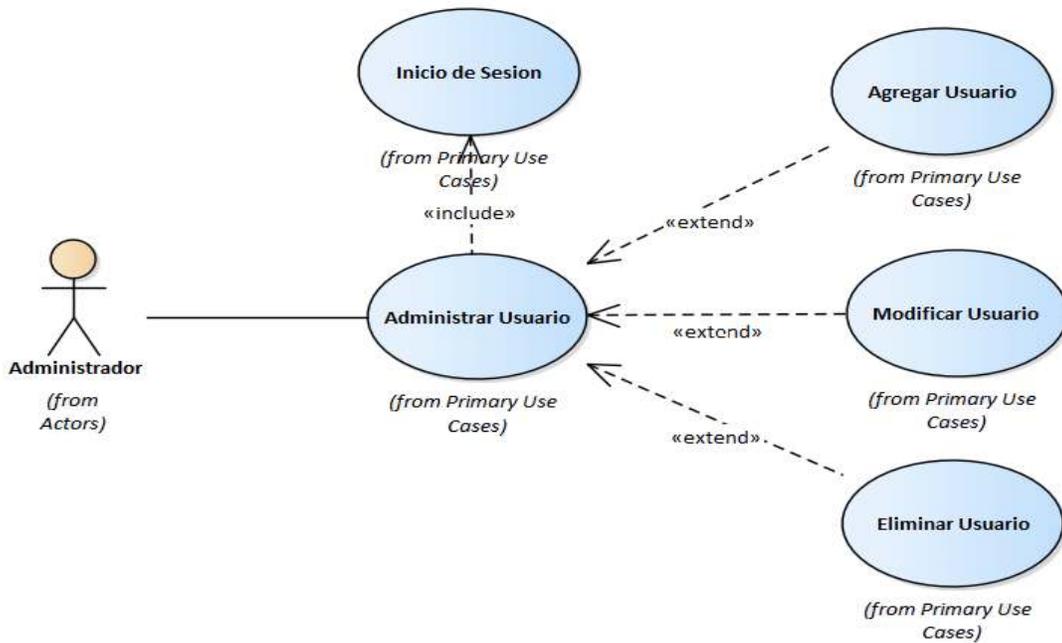


Ilustración 15: Diagrama de caso de uso de administrar usuario. **Fuente:** Elaboración propia.

Caso de uso manejar planta

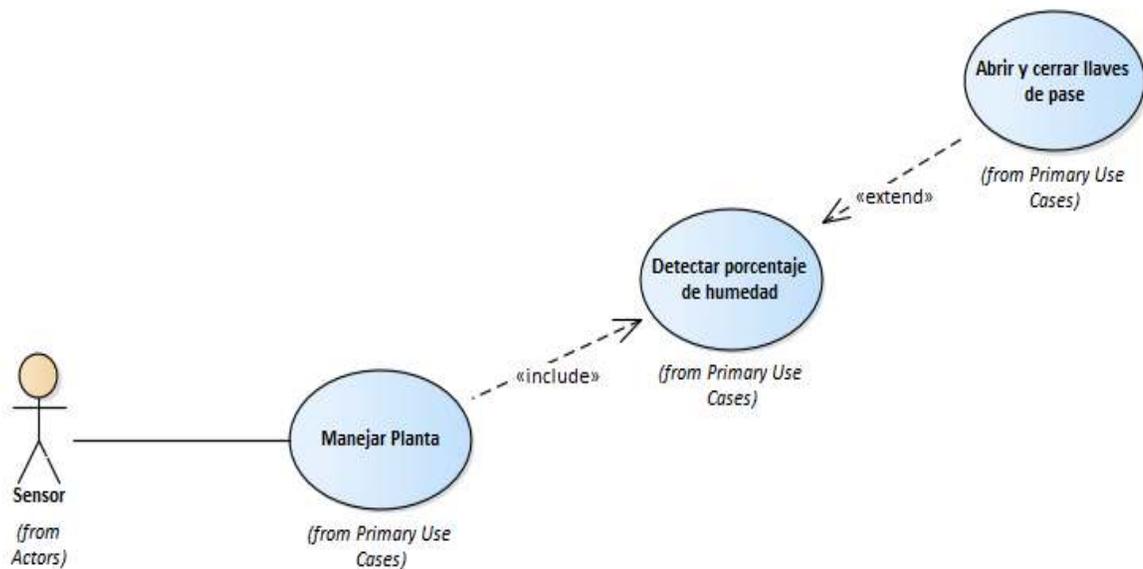


Ilustración 16: Caso de uso Manejar Planta **Fuente:** Elaboración propia.

Caso de uso manejar ficha técnica

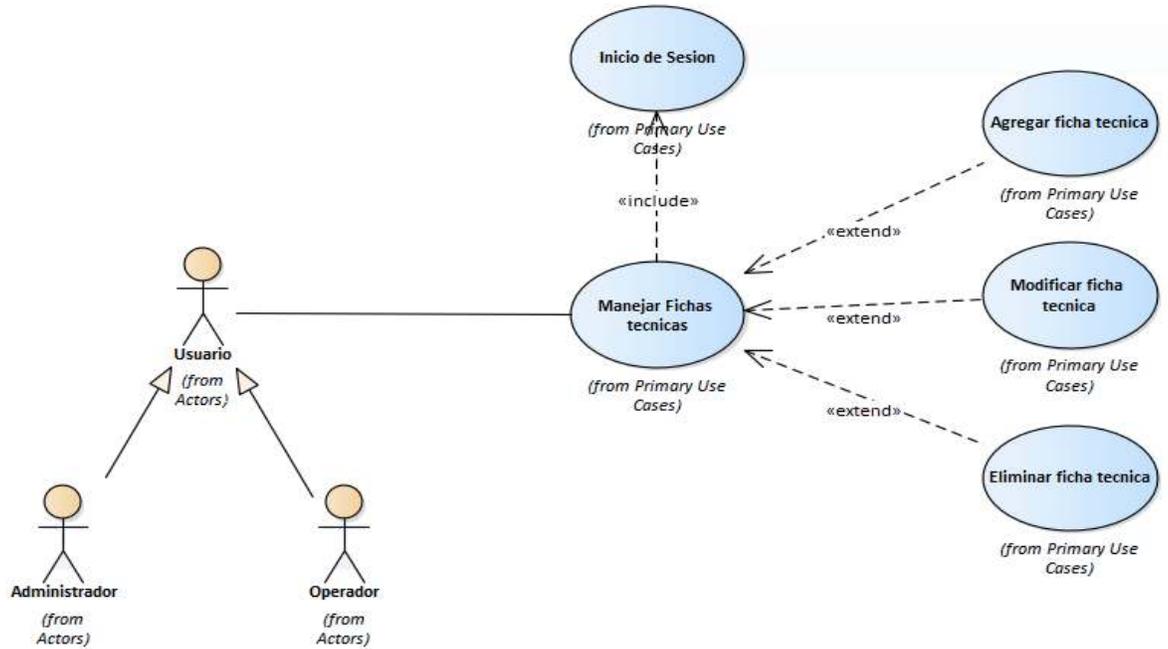


Ilustración 17: Caso de uso Manejar ficha técnica **Fuente:** Elaboración propia.

Caso de uso gestionar planta

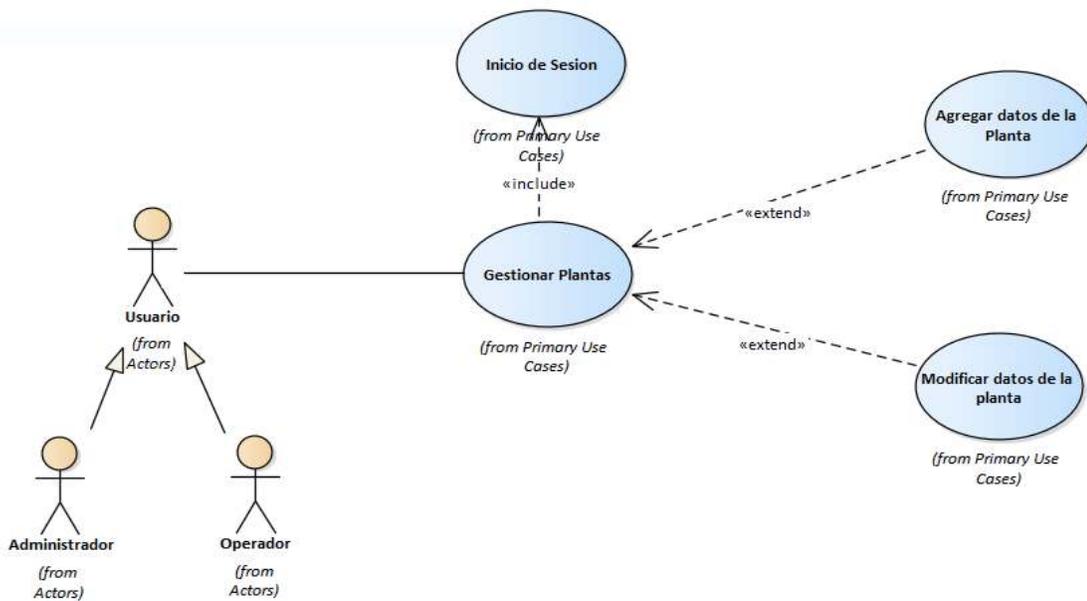


Ilustración 18: Caso de uso gestionar planta **Fuente:** Elaboración propia.

Caso de uso programar calendario

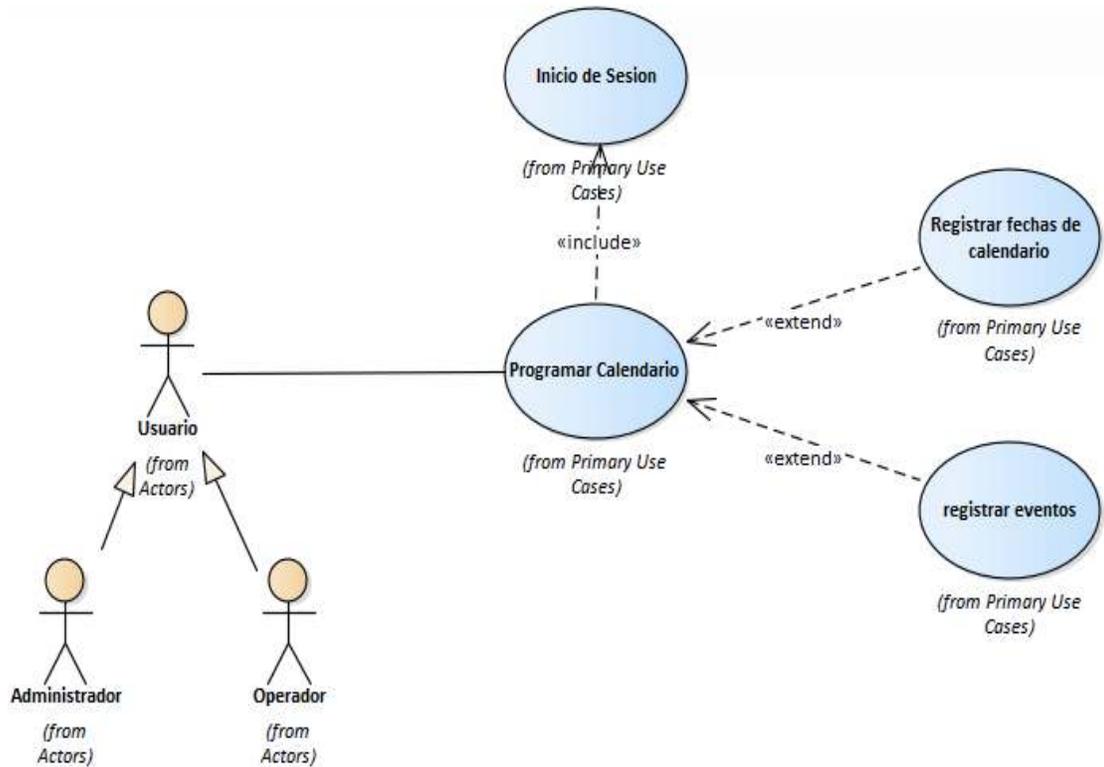


Ilustración 19: Caso de uso programar calendario **Fuente:** Elaboración propia.

Caso de uso notificación de fertilizante

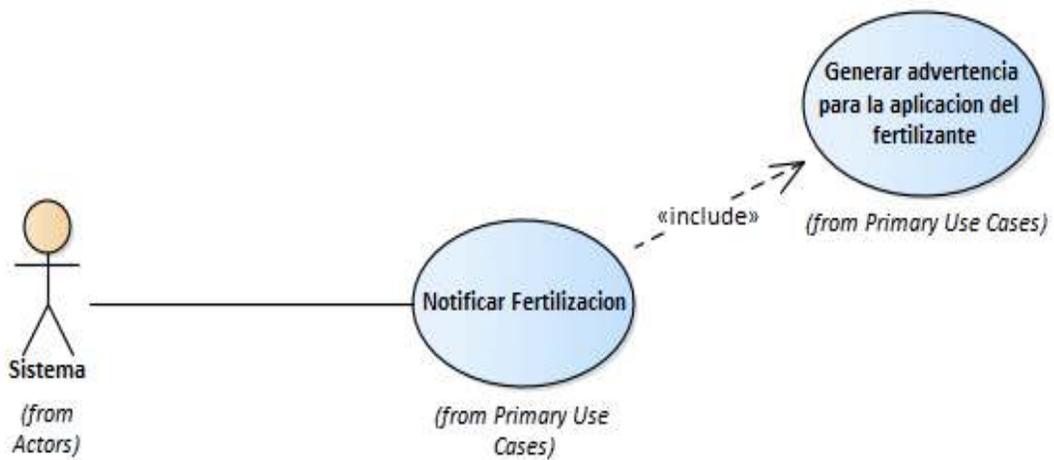


Ilustración 20: Caso de uso notificación de fertilizante **Fuente:** Elaboración propia.

Caso de uso generar reportes

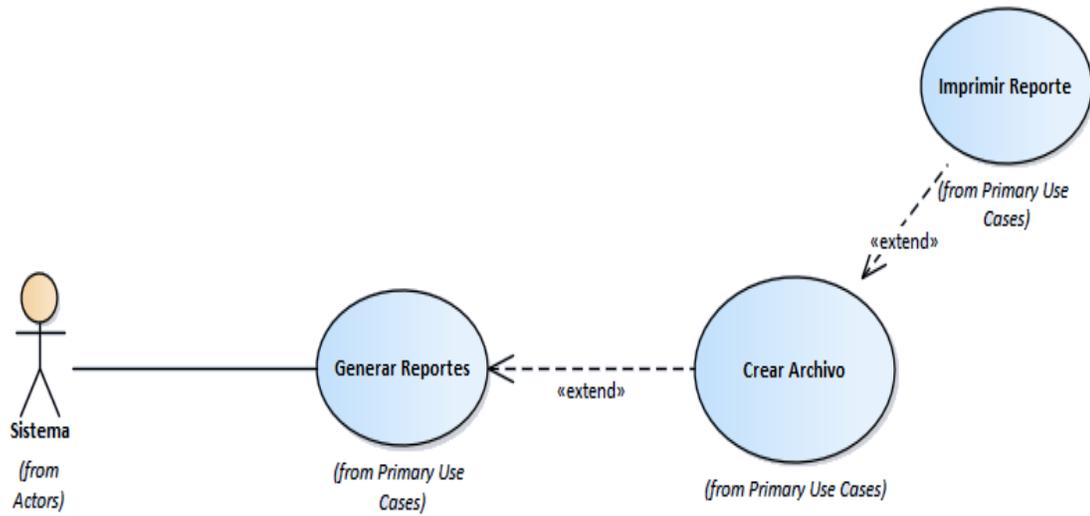


Ilustración 21: Caso de uso generar reportes **Fuente:** Elaboración propia.

9.3. Plantillas de casos de uso

Plantilla de Coleman, agregar usuario

Casos de uso	Agregar usuario	
Descripción	Función que sirve para agregar el usuario	
Actores	Administrador del sistema	
Precondición	El administrador del sistema tiene que iniciar sesión para poder registrar nuevos usuarios, además la característica de agregar usuario es exclusiva.	
Pasos	1	El Administrador inicia sesión
	2	El administrador selecciona la pestaña de usuario
	3	El sistema muestra datos del formulario usuario
	4	El administrador selecciona el formulario de registrar usuario.
	5	El administrador rellena los campos del formulario de registrar usuario.
	6	Sistema valida los datos (si son datos erróneos o incompletos el sistema mandan un mensaje de error y devuelve al paso 5, en caso de que los datos son correctos pasan al siguiente paso)
	7	El sistema envía los datos de usuario
	8	El sistema ejecuta el procedimiento de guardar usuario para agregarlo en la tabla de usuario.
	9	El sistema guarda el usuario.
	10	El sistema muestra un mensaje de: Usuario Registrado.
Post-Condición	Se ha agregado el nuevo usuario del sistema.	

Tabla 47: Plantilla de Coleman, agregar usuario **Fuente:** Elaboración propia.

Plantilla de Coleman, modificar usuario

Casos de uso	Modificar usuario	
Descripción	Sirve para modificar los datos del usuario (nombre, contraseña y nivel de permiso) opción que solo posee el administrador.	
Actores	Administrador	
Precondición	El administrador debe haber iniciado sesión y deben existir el o los usuarios.	
Pasos	1	El administrador inicia sesión
	2	El administrador selecciona el perfil de usuario a modificar (el usuario previamente registrado)
	3	El administrador selecciona botón de modificar datos
	4	El sistema valida los datos a editar.
	5	El sistema muestra el formulario de actualizar usuario.
	6	El administrador modifica los datos del usuario seleccionado.
	7	El administrador selecciona el botón de guardar datos.
	8	El sistema valida los nuevos datos agregados (si son datos erróneos o incompletos el sistema mandan un mensaje de error y devuelve al paso 5, en caso de que los datos son correctos pasan al siguiente paso).
	9	El sistema envía los datos que se han modificado
	10	El sistema valida los datos
	11	Sí los datos son correctos, el sistema ejecutara el procedimiento modificar usuario para actualizar en la base de datos
	12	El sistema mostrara la información del usuario
	13	El sistema mostrara un mensaje: Usuario Modificado.
Post-Condición	Se ha agregado el nuevo usuario del sistema.	

Tabla 48: Plantilla de Coleman, modificar usuario **Fuente:** Elaboración propia.

Plantilla de Coleman, eliminar usuario

Casos de uso	Eliminar usuario	
Descripción	Sirve para eliminar un usuario del sistema	
Actores	Administrador	
Precondición	El administrador debe haber iniciado sesión y deben existir ese o el usuario.	
Pasos	1	El administrador inicia sesión
	2	El administrador selecciona el perfil de usuario a eliminar (el usuario previamente registrado)
	3	El administrador selecciona botón de eliminar datos
	4	El sistema muestra un mensaje de advertencia o confirmación (si el usuario confirma la acción sigue al siguiente paso y si el usuario deniega la acción la actividad finaliza)
	5	El administrador del sistema ejecuta comando eliminar usuario
	6	El sistema elimina el usuario
	7	El sistema manda un mensaje de confirmación: Usuario Eliminado
Post-Condición	El usuario se ha eliminado de la base de datos	

Tabla 49: Plantilla de Coleman, eliminar usuario **Fuente:** Elaboración propia.

Plantilla de Coleman, agregar planta

Casos de uso	Agregar planta	
Descripción	Función que sirve para agregar la planta	
Actores	Administrador y operador del sistema	
Precondición	El administrador y operador del sistema tiene que iniciar sesión para poder registrar nuevas plantas.	
Pasos	1	El Administrador inicia sesión
	2	El administrador selecciona la pestaña de plan de riego
	3	El sistema muestra datos del formulario plan de riego
	4	El administrador selecciona el botón del formulario planta.
	5	El sistema muestra datos del formulario de planta
	6	El administrador selecciona el formulario de registrar nueva planta
	7	El administrador rellena los campos del formulario registra nueva planta
	8	Sistema valida los datos (si son datos erróneos o incompletos el sistema mandan un mensaje de error y devuelve al paso 5, en caso de que los datos son correctos pasan al siguiente paso)
	9	El sistema envía los datos de planta
	10	El sistema ejecuta el procedimiento de guardar planta para agregarlo en la tabla de usuario.
	11	El sistema guarda la planta.
	12	El sistema muestra un mensaje de: Planta Registrada.
Post-Condición	Se ha agregado la nueva planta en el sistema.	

Tabla 50: Plantilla de Coleman, agregar planta **Fuente:** Elaboración propia.

Plantilla de Coleman, modificar planta

Casos de uso	Modificar planta	
Descripción	Sirve para modificar los datos de la planta.	
Actores	Administrador	
Precondición	El administrador debe haber iniciado sesión y deben existir las plantas	
Pasos	1	El administrador inicia sesión
	2	El administrador selecciona la planta a modificar (la planta previamente registrada)
	3	El administrador selecciona el botón de modificar datos
	4	El sistema valida los datos a editar
	5	El sistema muestra el formulario de actualizar planta.
	6	El administrador modifica los datos del usuario seleccionado.
	7	El administrador selecciona el botón de guardar datos.
	8	El sistema valida los nuevos datos agregados(si son datos erróneos o incompletos el sistema mandan un mensaje de error y devuelve al paso 5, en caso de que los datos son correctos pasan al siguiente paso).
	9	El sistema envía los datos que se han modificado
	10	El sistema valida los datos
	11	Sí los datos son correctos, el sistema ejecutara el procedimiento modificar planta para actualizar en la base de datos
	12	El sistema actualiza la planta
	13	El sistema manda un mensaje de confirmación: planta actualizada.
Post-Condición	La planta se ha modificado en la base de datos	

Tabla 51: Plantilla de Coleman, modificar planta **Fuente:** Elaboración propia.

Plantilla de Coleman, agregar ficha técnica

Casos de uso	Agregar ficha técnica	
Descripción	Función que sirve para agregar una ficha técnica o un plan de riego	
Actores	Administrador del sistema	
Precondición	El administrador del sistema tiene que iniciar sesión para poder registrar nuevas fichas técnicas, además tiene que ver un calendario y una planta previamente registrados	
Pasos	1	El Administrador inicia sesión
	2	El administrador selecciona la pestaña de plan de riego
	3	El sistema muestra datos del formulario ficha plan de riego
	4	El administrador selecciona el botón de agregar nueva ficha técnica
	5	El sistema muestra el formulario de agregar nueva ficha técnica.
	6	El administrador rellena los campos del formulario agregar ficha técnica.
	7	El administrador selecciona el botón de guardar datos
	8	Sistema valida los datos (si son datos erróneos o incompletos el sistema mandan un mensaje de error y devuelve al paso 5, en caso de que los datos son correctos pasan al siguiente paso)
	7	El sistema envía los datos de ficha técnica
	8	El sistema ejecuta el procedimiento de guardar ficha técnica para agregarlo en la tabla de ficha_tecnica.
9	El sistema guarda la ficha_tecnica.	
10	El sistema muestra un mensaje de : Ficha técnica registrada.	
Post-Condición	Se ha agregado una nueva ficha técnica al sistema.	

Tabla 52: Plantilla de Coleman, agregar ficha técnica **Fuente:** Elaboración propia.

Plantilla de Coleman, modificar ficha técnica

Casos de uso	Modificar ficha técnica	
Descripción	Sirve para modificar los datos ficha técnica.	
Actores	Administrador	
Precondición	El administrador debe haber iniciado sesión y deben existir fichas técnicas.	
Pasos	1	El administrador inicia sesión
	2	El administrador selecciona la ficha técnica a modificar (la ficha técnica previamente registrada)
	3	El administrador selecciona el botón de modificar datos
	4	El sistema valida los datos a editar
	5	El sistema muestra el formulario de actualizar ficha técnica.
	6	El administrador modifica los datos de la ficha técnica seleccionada.
	7	El administrador selecciona el botón de guardar datos.
	8	El sistema valida los nuevos datos agregados (si son datos erróneos o incompletos el sistema mandan un mensaje de error y devuelve al paso 5, en caso de que los datos son correctos pasan al siguiente paso).
	9	El sistema envía los datos que se han modificado
	10	El sistema valida los datos
	11	Sí los datos son correctos, el sistema ejecutara el procedimiento modificar ficha técnica para actualizar en la base de datos
	12	El sistema modifica la ficha técnica
	13	El sistema manda un mensaje de confirmación: planta actualizada.
Post-Condición	La ficha técnica se ha modificado en la base de datos	

Tabla 53: Plantilla de Coleman, modificar ficha técnica **Fuente:** Elaboración propia.

Plantilla de Coleman, eliminar ficha técnica

Casos de uso	Eliminar ficha técnica	
Descripción	Sirve para eliminar una ficha técnica del sistema	
Actores	Administrador	
Precondición	El administrador debe haber iniciado sesión y deben existir la ficha técnica.	
Pasos	1	El administrador inicia sesión
	2	El administrador selecciona la ficha técnica a eliminar (la ficha técnica previamente registrado)
	3	El administrador selecciona botón de eliminar datos
	4	El sistema muestra un mensaje de advertencia o confirmación (si el usuario confirma la acción sigue al siguiente paso y si el usuario deniega la acción la actividad finaliza)
	5	El administrador del sistema ejecuta comando eliminar ficha técnica
	6	El sistema elimina la ficha técnica
	7	El sistema manda un mensaje de confirmación: ficha técnica eliminada
Post-Condición	La ficha técnica se ha eliminado de la base de datos	

Tabla 54: Plantilla de Coleman, eliminar ficha técnica **Fuente:** Elaboración propia

Plantilla de Coleman, abrir y cerrar llaves de pase

Casos de uso	Abrir y cerrar llave de pase	
Descripción	Función del sistema que controla el riego de los plantíos con la apertura y cierre de los canales de distribución de agua a las plantas.	
Actores	Sensor	
Precondición	Se debe tener la conexión con el sistema de Arduino y actualizar la conexión del sistema	
Pasos	1	El sistema inicia la conexión del Arduino con el sensor
	2	El sensor inicia la medición de porcentaje de humedad
	3	El sensor detecta el porcentaje de humedad
	4	El sensor analiza la cantidad de humedad del suelo (si el sensor detecta que el porcentaje de humedad es poco sigue al siguiente paso pero si el porcentaje de humedad es el correcto el sensor no realiza ninguna operación)
	5	El sensor manda una señal a través del Arduino el cual abre las llaves para el riego de los cultivos.
	6	El sensor vuelve a verificar el grado humedad en la tierra
	7	El sensor detecta el porcentaje humedad es el adecuado
	8	El sensor manda una señal para cerrar las llaves que permiten el riego.
	9	El sistema muestra un mensaje: "Nivel de humedad adecuado"
Post-Condición	Nivel humedad adecuado de los cultivos	

Tabla 55: Plantilla de Coleman, abrir y cerrar llave de pase **Fuente:** Elaboración propia.

Plantilla de Coleman, detectar humedad

Casos de uso	Detectar humedad	
Descripción	Función del sistema que detecta la cantidad humedad en el suelo donde se cultiva.	
Actores	Sensor	
Precondición	Se debe tener la conexión con el sistema de Arduino y actualizar la conexión del sistema.	
Pasos	1	El sistema inicia la conexión del Arduino con el sensor
	2	El sensor inicia la medición de porcentaje de humedad
	3	El sensor detecta el porcentaje de humedad
	4	El sensor envía los datos al sistema
	5	El sistema recibe los datos
	6	El sistema valida los datos
	7	El sistema muestra los datos de humedad del suelo donde está el cultivo
Post-Condición	El sistema muestra el porcentaje humedad del cultivo o planta.	

Tabla 56: Plantilla de Coleman, detectar humedad **Fuente:** Elaboración propia.

Plantilla de Coleman, crear archivo PDF

Casos de uso	Crear archivo PDF	
Descripción	Función del sistema que genera un archivo PDF	
Actores	Administrador	
Precondición	Se tiene que haber iniciado sesión y debe existir reportes para poder generar archivos PDF	
Pasos	1	El administrador selecciona el reporte a exportar como archivo PDF
	2	El administrador presiona el botón de generar archivo reporte
	3	El sistema genera un mensaje de confirmación de generación de archivo PDF.
	4	El administrador selecciona la opción (si el administrador selecciona el si sigue al siguiente paso y si presiona no se termina la actividad)
	5	El sistema valida los datos
	6	El sistema genera el reporte
Post-Condición	El sistema genera el reporte y se exporta.	

Tabla 57: Plantilla de Coleman, crear archivo PDF **Fuente:** Elaboración propia.

Plantilla de Coleman, imprimir reporte

Casos de uso	Imprimir reporte	
Descripción	Función del sistema que sirve para imprimir un reporte	
Actores	Administrador	
Precondición	Se tiene que haber iniciado sesión y debe existir reportes para poder imprimir un reporte.	
Pasos	1	El administrador selecciona el reporte a imprimir
	2	El administrador presiona el botón de generar imprimir reporte
	3	El sistema genera un mensaje de confirmación de generación de imprimir reporte
	4	El administrador selecciona la opción (si el administrador selecciona el si sigue al siguiente paso y si presiona no se termina la actividad)
	6	El sistema manda la señal a la impresora para imprimir el reporte
	7	El sistema manda un mensaje: Reporte impreso
Post-Condición	Reporte impreso.	

Tabla 58: Plantilla de Coleman, imprimir reporte **Fuente:** Elaboración propia.

Plantilla de Coleman, notificación de fertilización

Casos de uso	Notificación de fertilización	
Descripción	Función del sistema que genera una notificación de fecha fertilización para el cultivo	
Actores	Sistema	
Precondición	El administrador debe haber generado un calendario	
Pasos	1	El sistema registra fechas de fertilización
	2	El sistema valida los datos de las fechas de fertilización (en caso que no se hayan registrado bien las fechas de fertilización se envía un mensaje de error, en caso contrario que las fechas de fertilización estén correctamente registrada se sigue al siguiente paso)
	3	El sistema verifica las fechas son correctas.
	4	El sistema genera la notificación de fertilización
Post-Condición	Genera la notificación de fertilización.	

Tabla 59: Plantilla de Coleman, notificación de fertilización **Fuente:** Elaboración propia.

Plantilla de Coleman, registrar eventos

Casos de uso	Registrar eventos	
Descripción	Función del sistema que registra un evento que no se agregó en el calendario	
Actores	Administrador	
Precondición	El administrador debe haber iniciado sesión	
Pasos	1	El administrador de selecciona pestaña de actividades
	2	El sistema muestra formulario ingresar eventos.
	3	El administrador selecciona el formulario de ingresar eventos.
	4	El administrador ingresa datos.
	5	El administrador presiona el botón de registrar evento
	6	El sistema valida los datos (si los datos son correctos sigue al siguiente paso y si son incorrectos se debe volver al paso 4)
	7	El sistema verifica los datos son correctos
	8	El sistema registra el evento
Post-Condición	Genera el registro del evento.	

Tabla 60: Plantilla de Coleman, registrar eventos **Fuente:** Elaboración propia.

Plantilla de Coleman, registrar fechas de calendario

Casos de uso	Registrar fechas de calendario	
Descripción	Función del sistema que registra un calendario.	
Actores	Administrador	
Precondición	El administrador debe haber iniciado sesión	
Pasos	1	El administrador hace solicitud de nuevo calendario
	2	El sistema muestra formulario ingresar calendario
	3	El administrador ingresa los datos
	4	El sistema valida los datos (si los datos son correctos sigue al siguiente paso y si son incorrectos se debe volver al paso 3)
	5	El sistema almacena los datos en la base de datos
	6	El sistema genera el calendario
	7	El sistema manda un mensaje de: "calendario registrado".
Post-Condición	Se genera el calendario	

Tabla 61: Plantilla de Coleman, registrar fechas de calendario **Fuente:** Elaboración propia.

9.4. Diagrama de actividades

Diagrama de actividad, agregar usuario

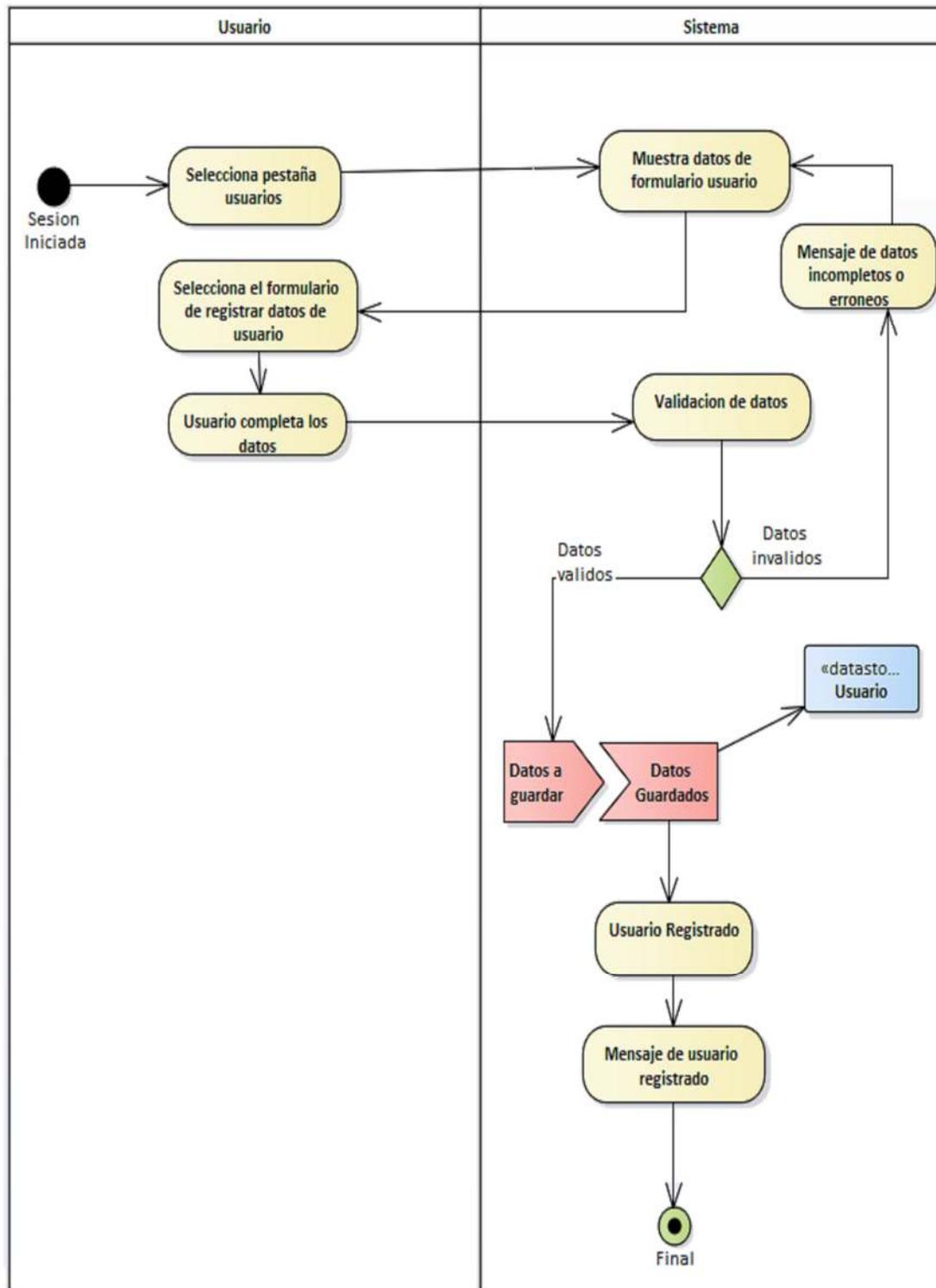


Ilustración 22: Diagrama de actividad, agregar usuario **Fuente:** Elaboración propia.

Diagrama de actividad, modificar usuario

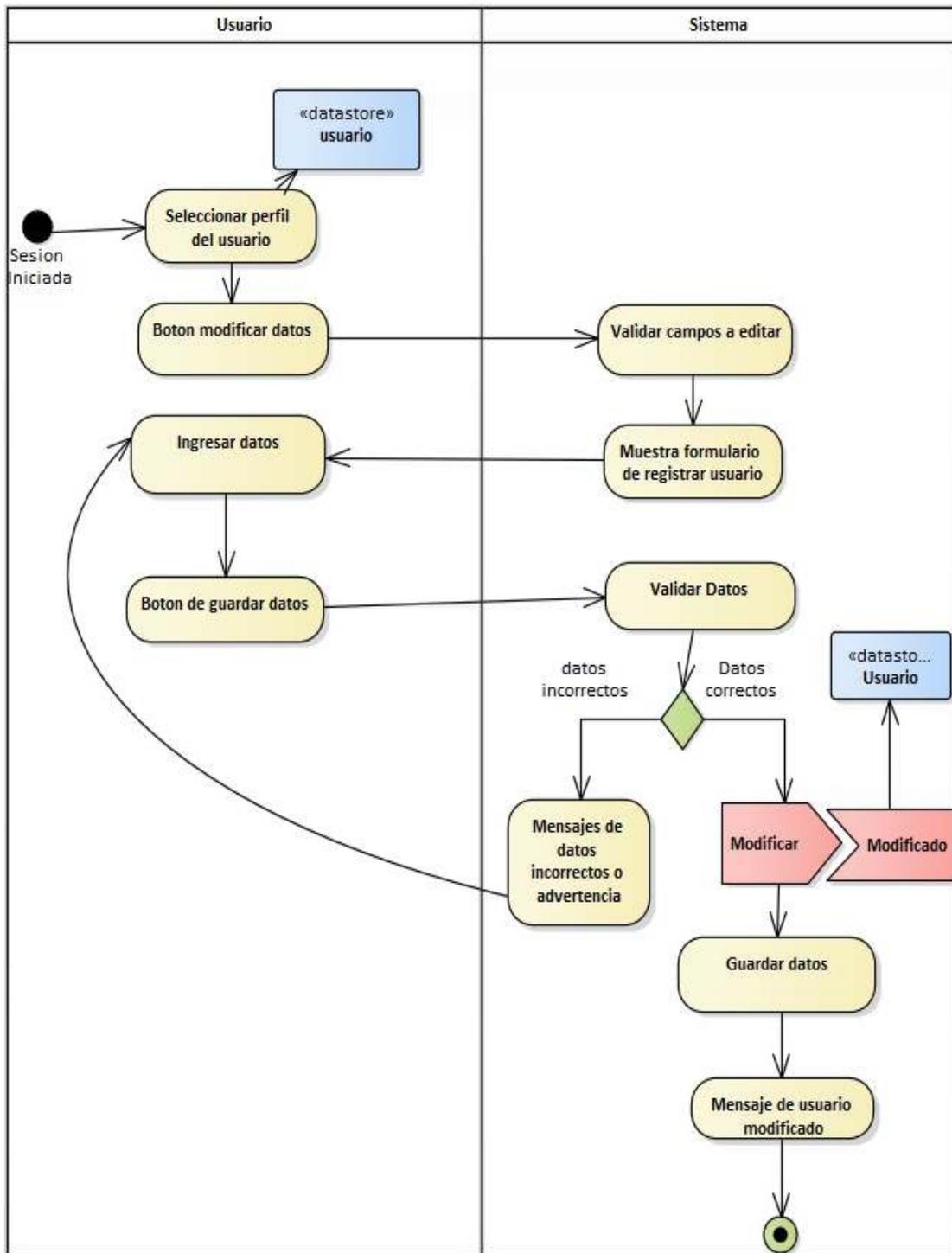


Ilustración 23: Diagrama de actividad, modificar usuario **Fuente:** Elaboración propia

Diagrama de actividad, eliminar usuario

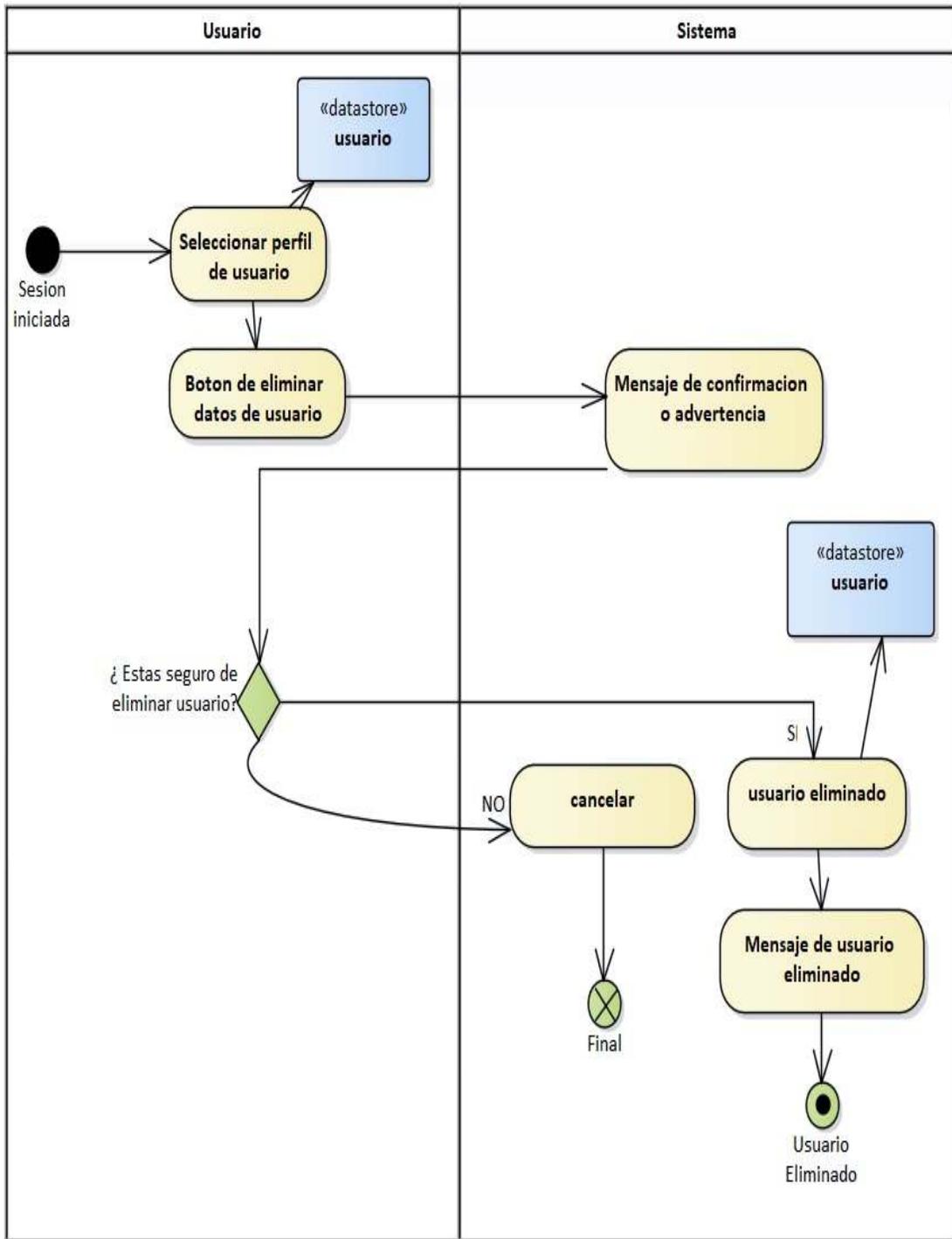


Ilustración 24: Diagrama de actividad, eliminar usuario **Fuente:** Elaboración propia.

Diagrama de actividad, agregar datos de planta

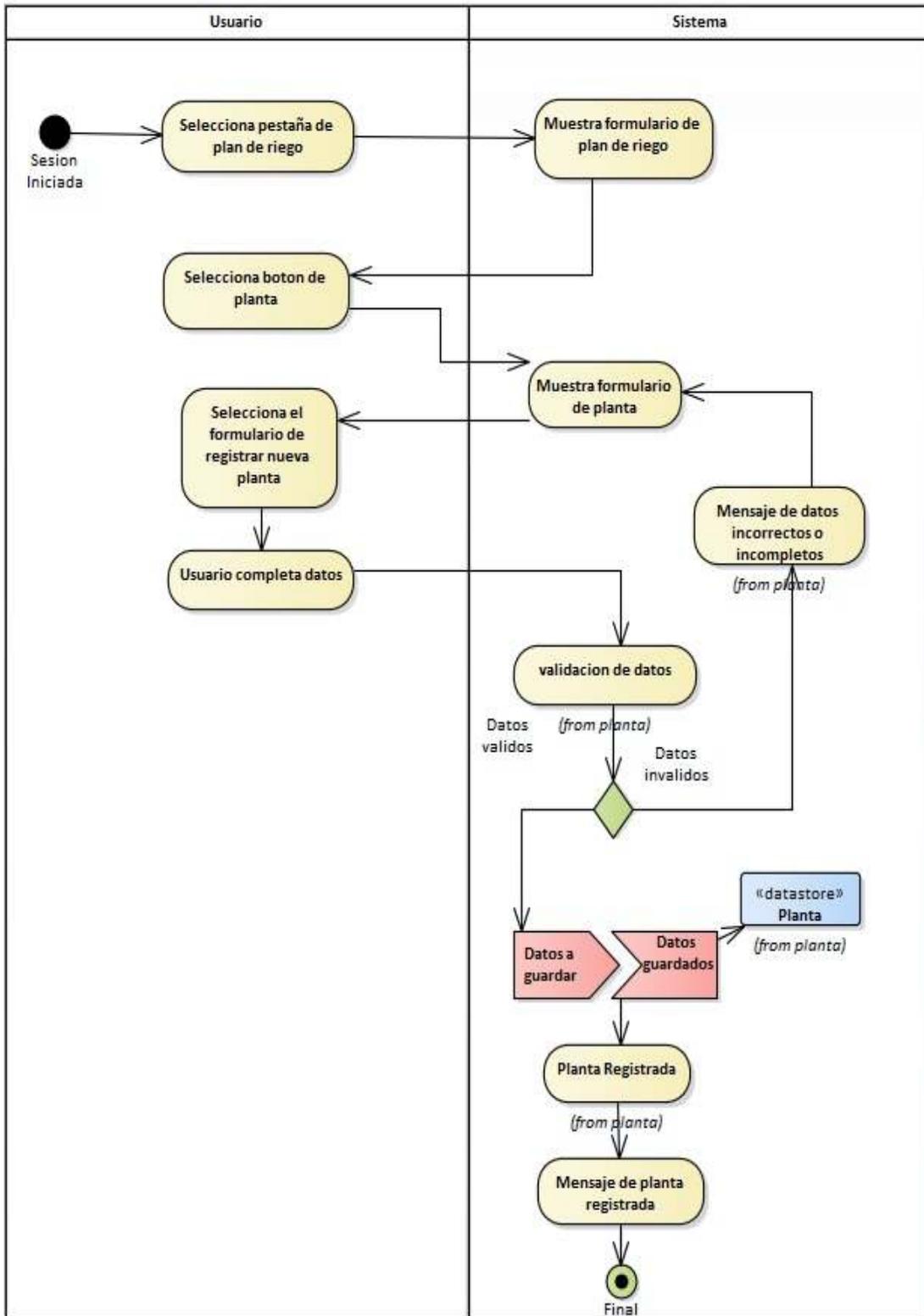


Ilustración 25: Diagrama de actividad, agregar datos de planta Fuente: Elaboración propia.

Diagrama de actividad, modificar planta

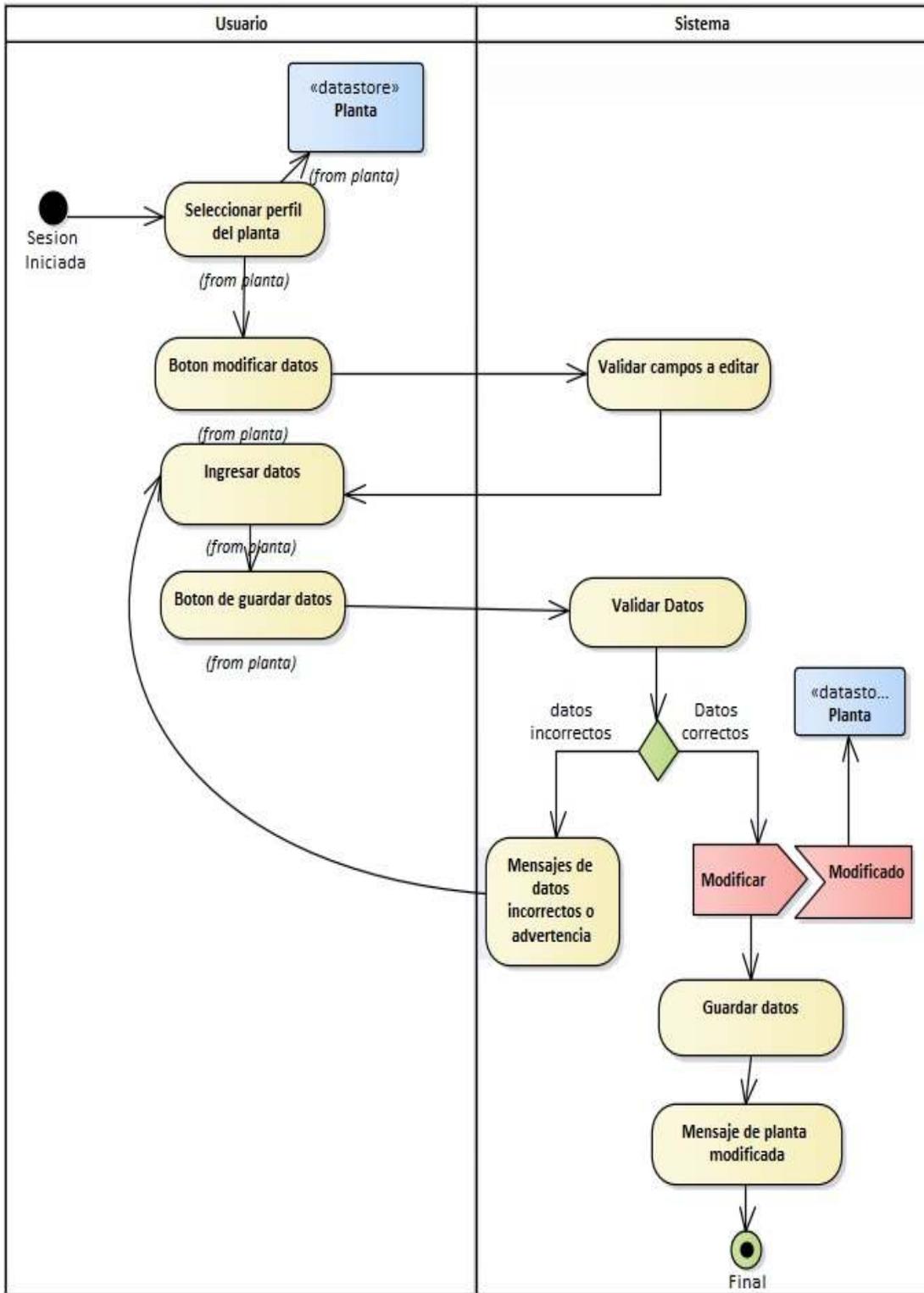


Ilustración 26: Diagrama de actividad, modificar planta **Fuente:** Elaboración propia.

Diagrama de actividad, agregar ficha técnica

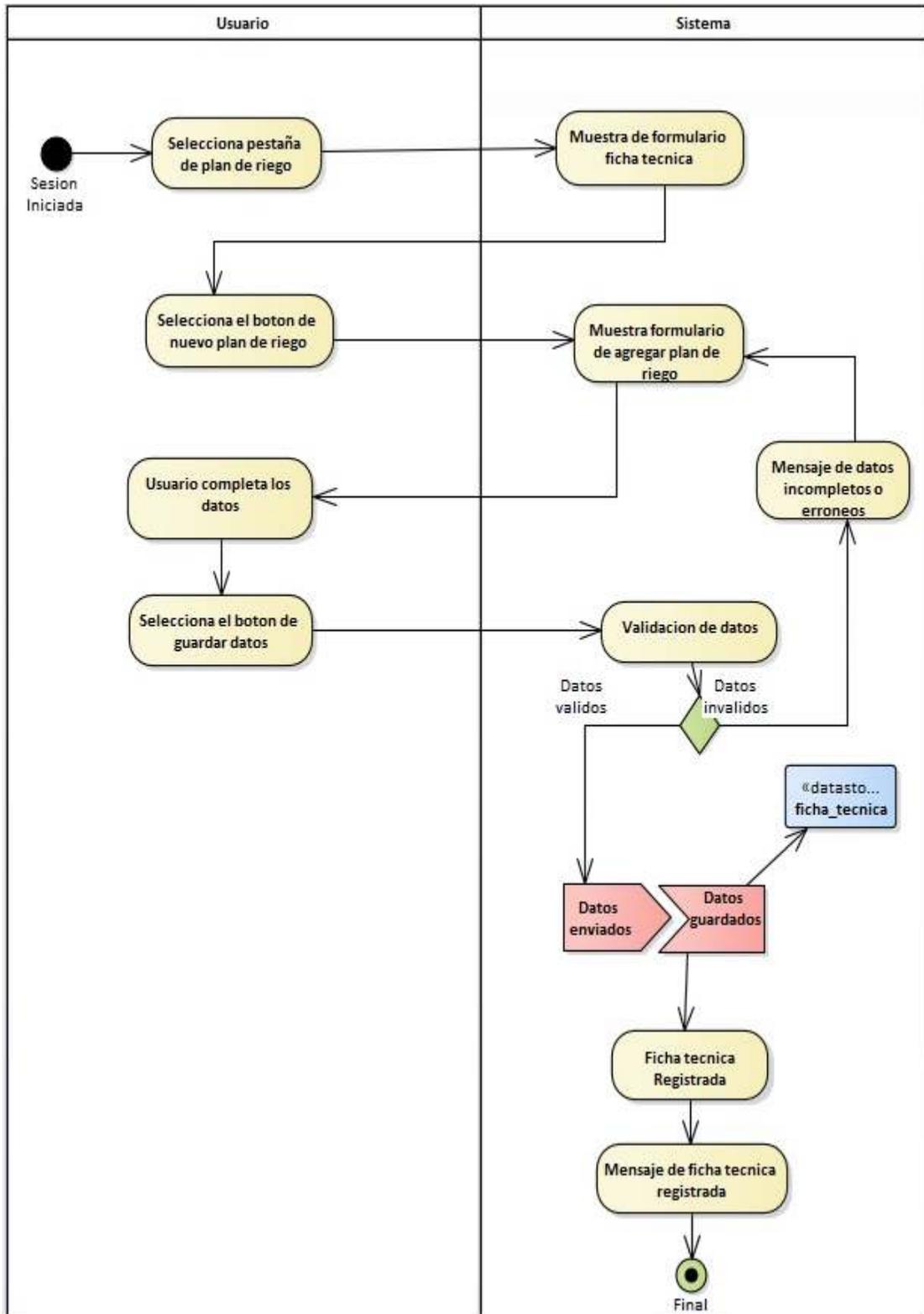


Ilustración 27: Diagrama de actividad, agregar ficha técnica **Fuente:** Elaboración propia.

Diagrama de actividad, modificar ficha técnica

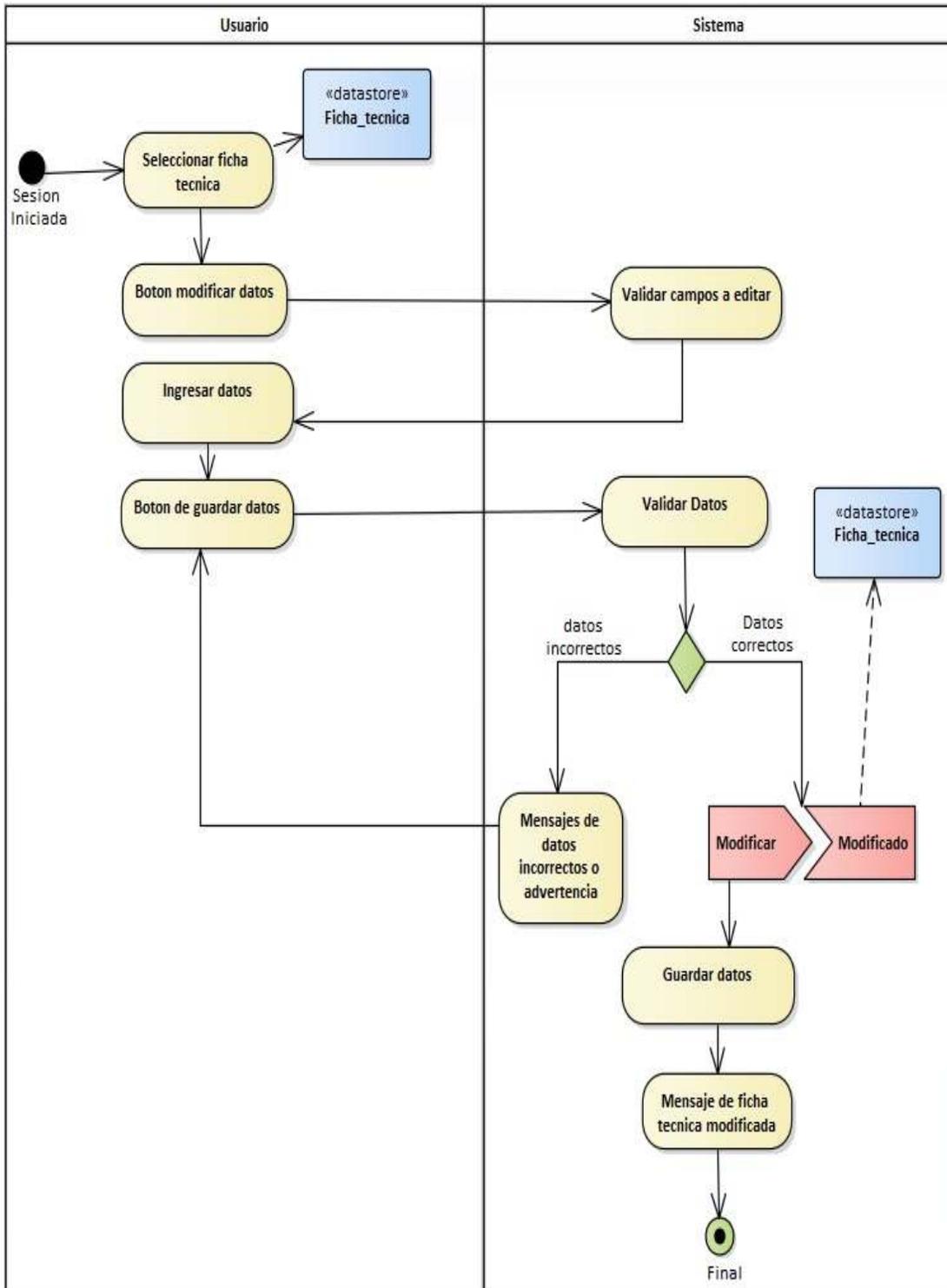


Ilustración 28: Diagrama de actividad, modificar ficha técnica **Fuente:** Elaboración propia.

Diagrama de actividad, eliminar ficha técnica

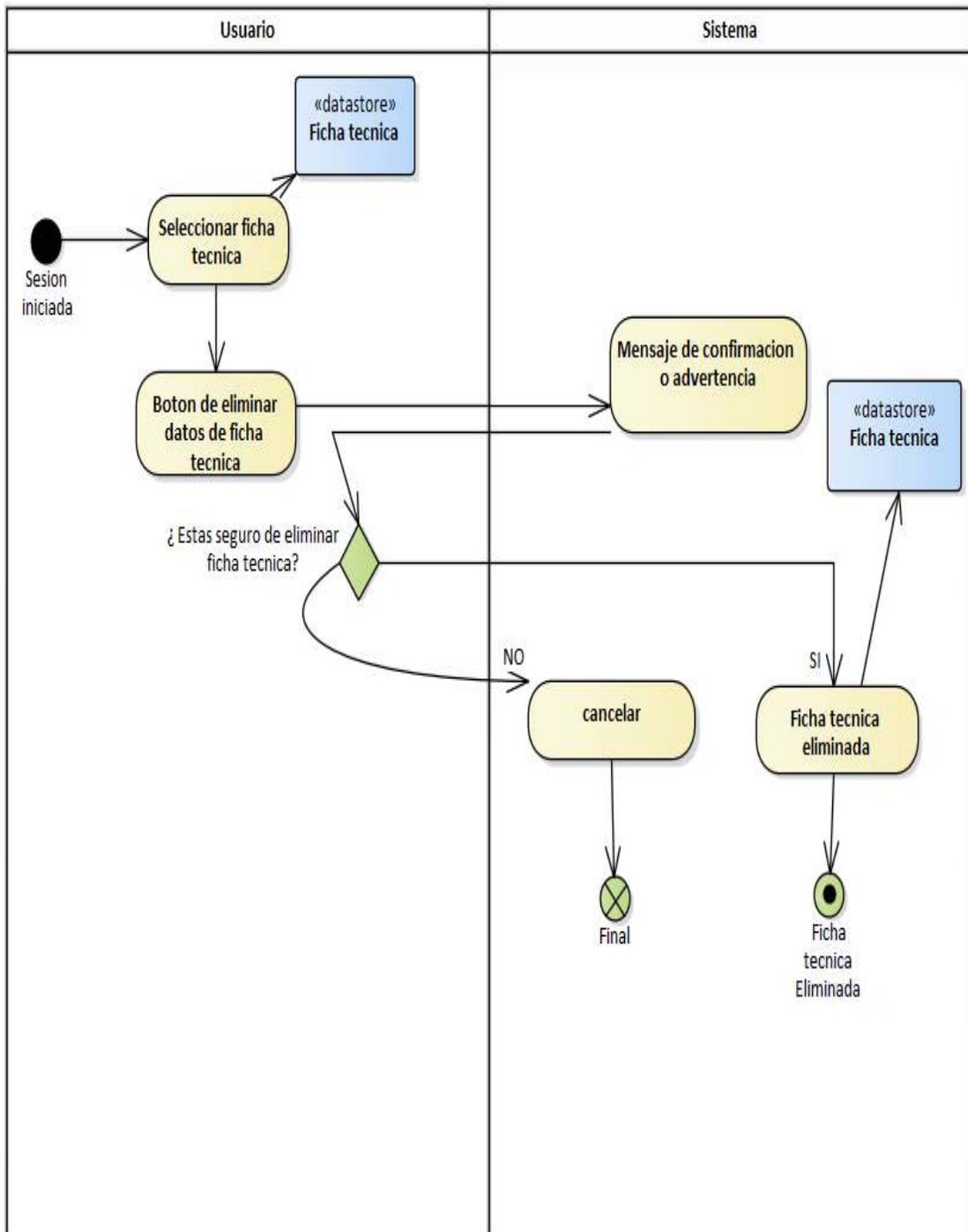


Ilustración 29: Diagrama de actividad, eliminar ficha técnica **Fuente:** Elaboración propia.

Diagrama de actividad, abrir y cerrar llaves de pase

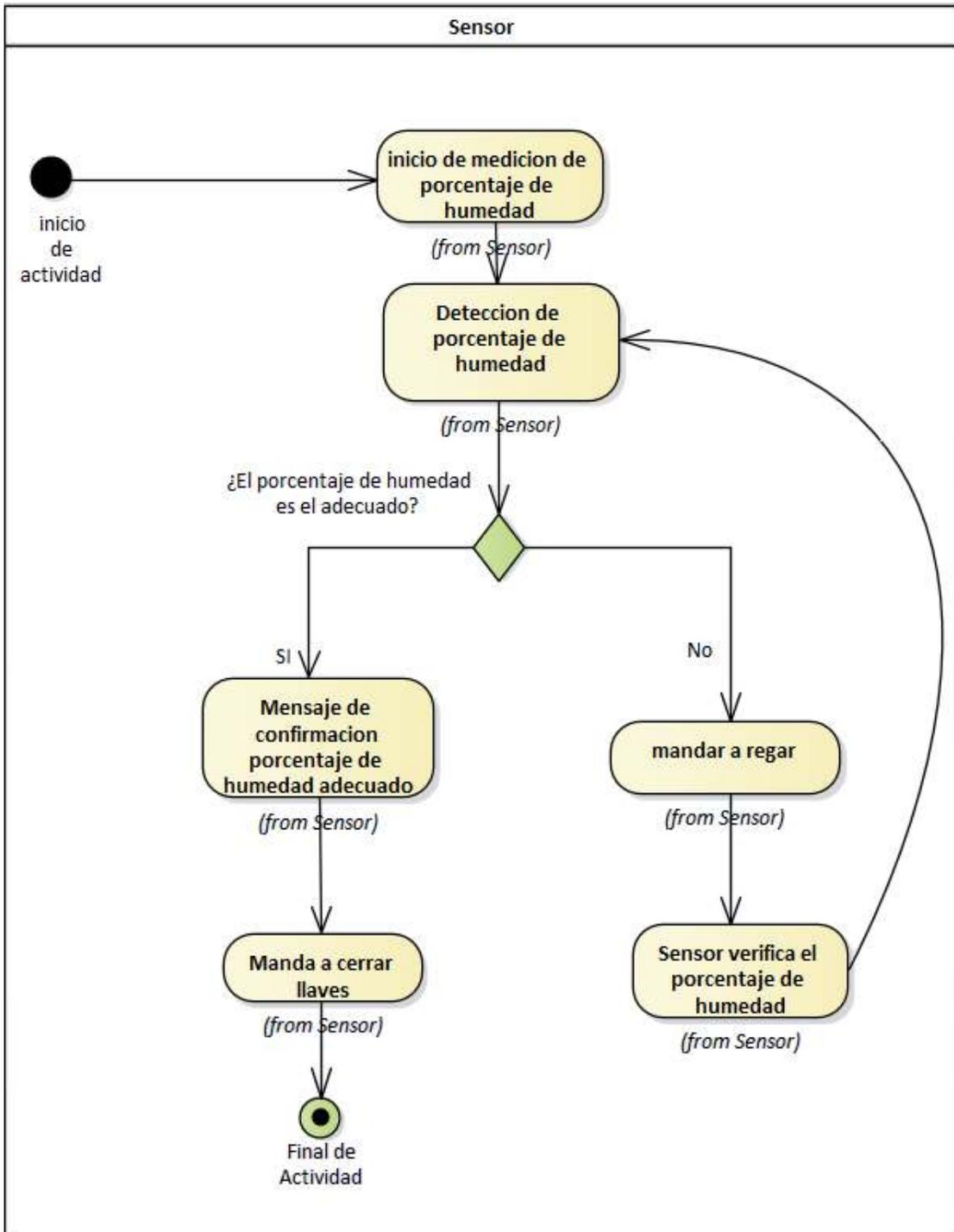


Ilustración 30: Diagrama de actividad, abrir y cerrar llaves de pase **Fuente:** Elaboración propia.

Diagrama de actividad, detectar humedad

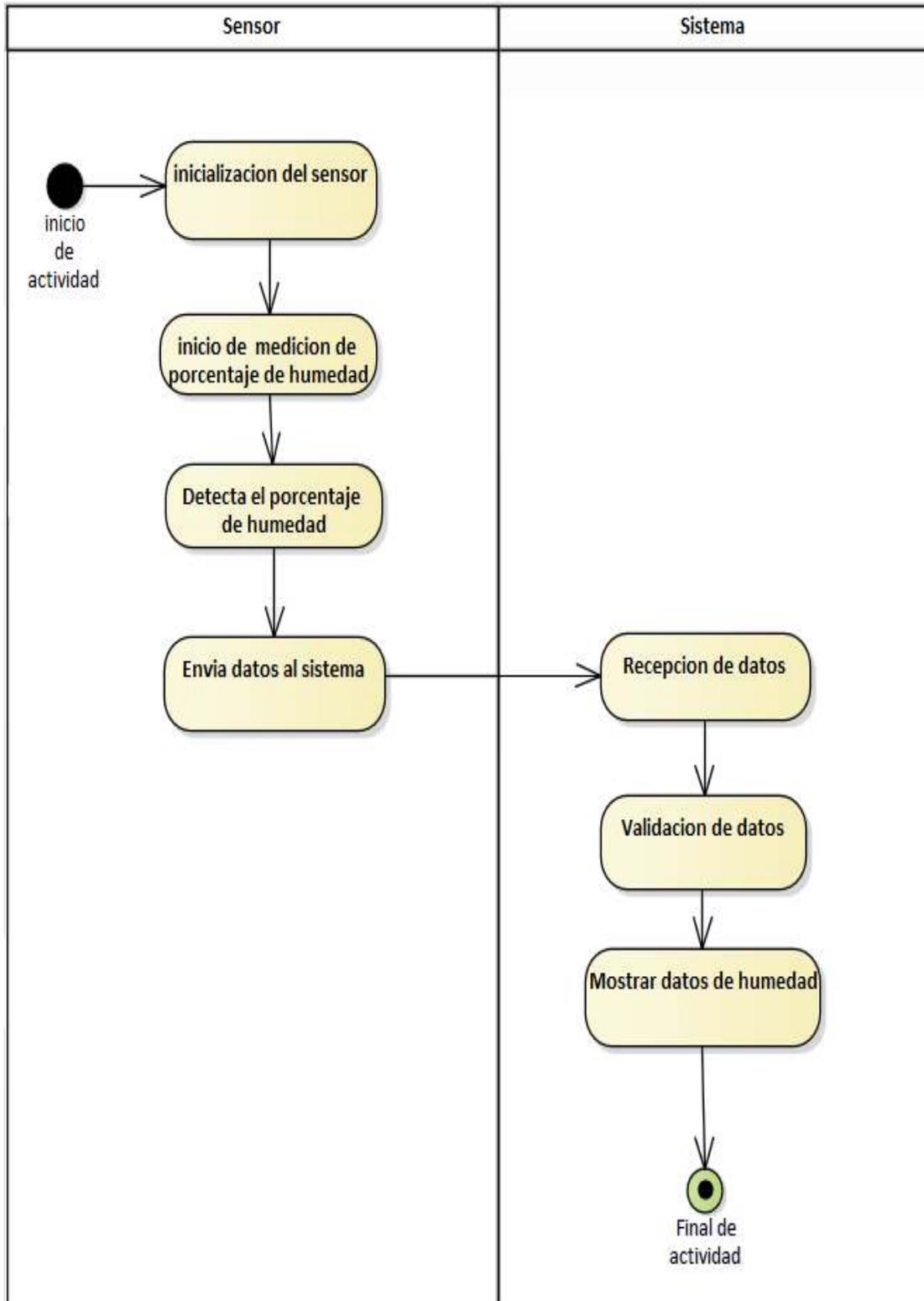


Ilustración 31: Diagrama de actividad, detectar humedad **Fuente:** Elaboración propia.

Diagrama de actividad, crear archivo

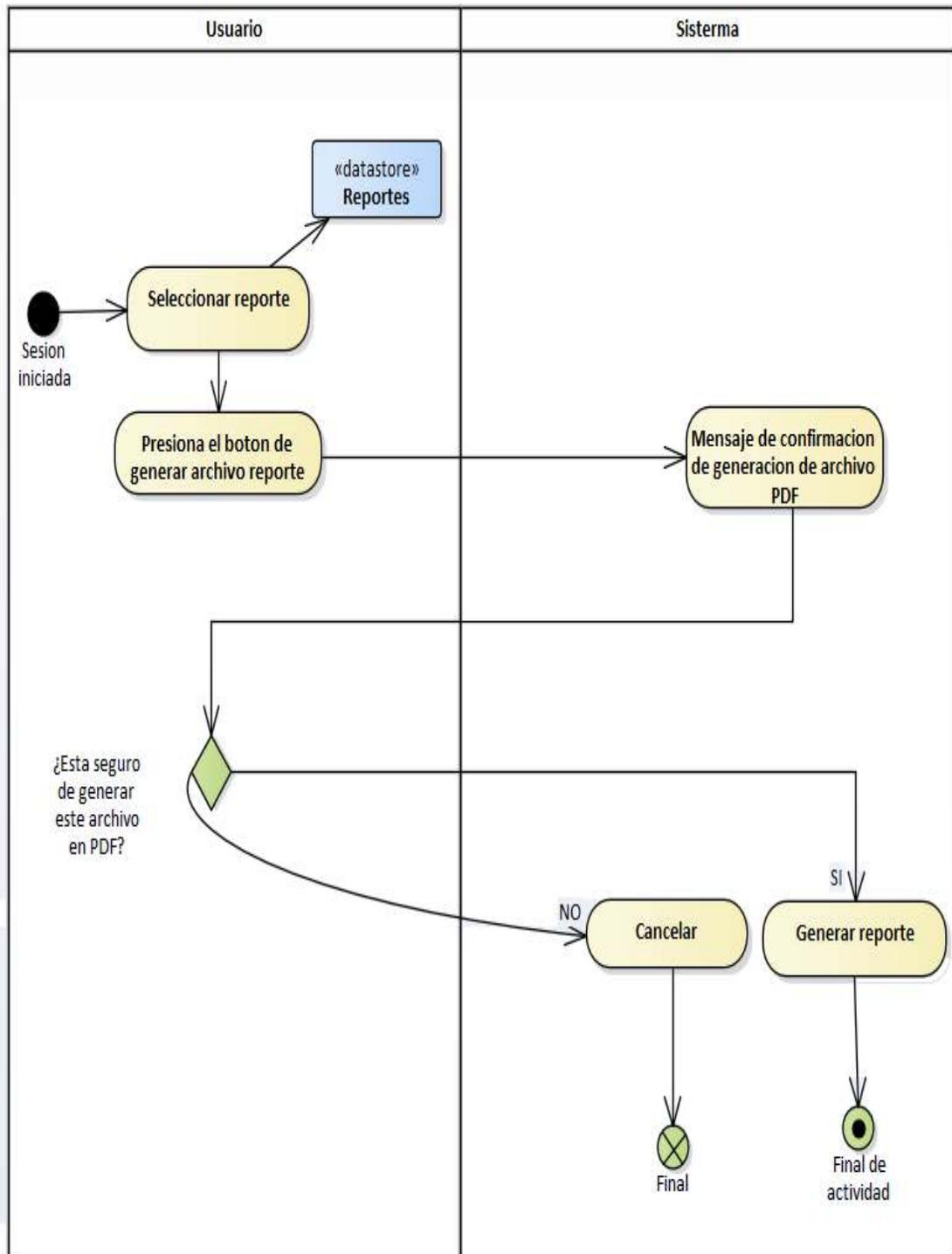


Ilustración 32: Diagrama de actividad, crear archivo **Fuente:** Elaboración propia.

Diagrama de actividad, imprimir reporte

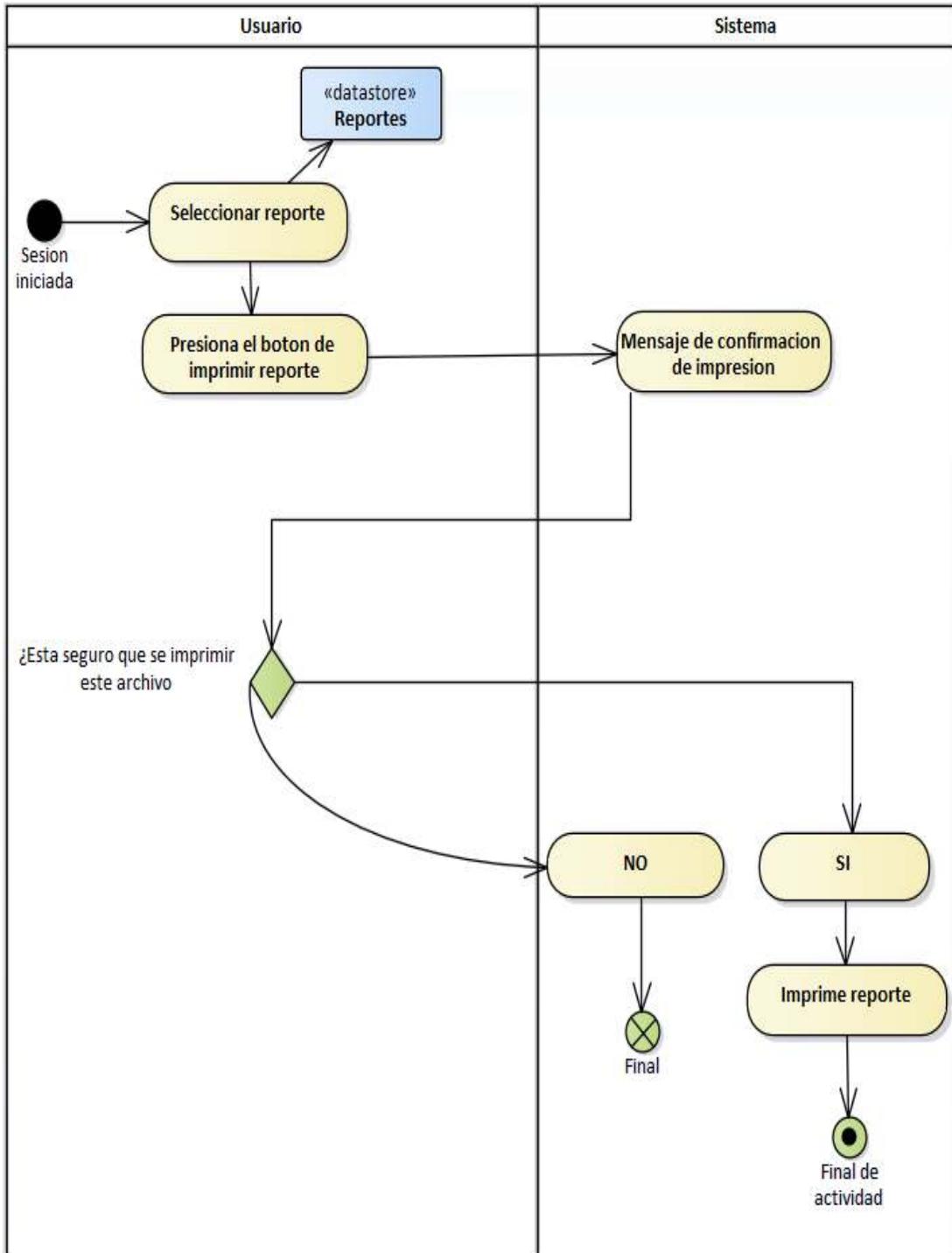


Ilustración 33: Diagrama de actividad, imprimir reporte **Fuente:** Elaboración propia.

Diagrama de actividad, notificación de fertilización

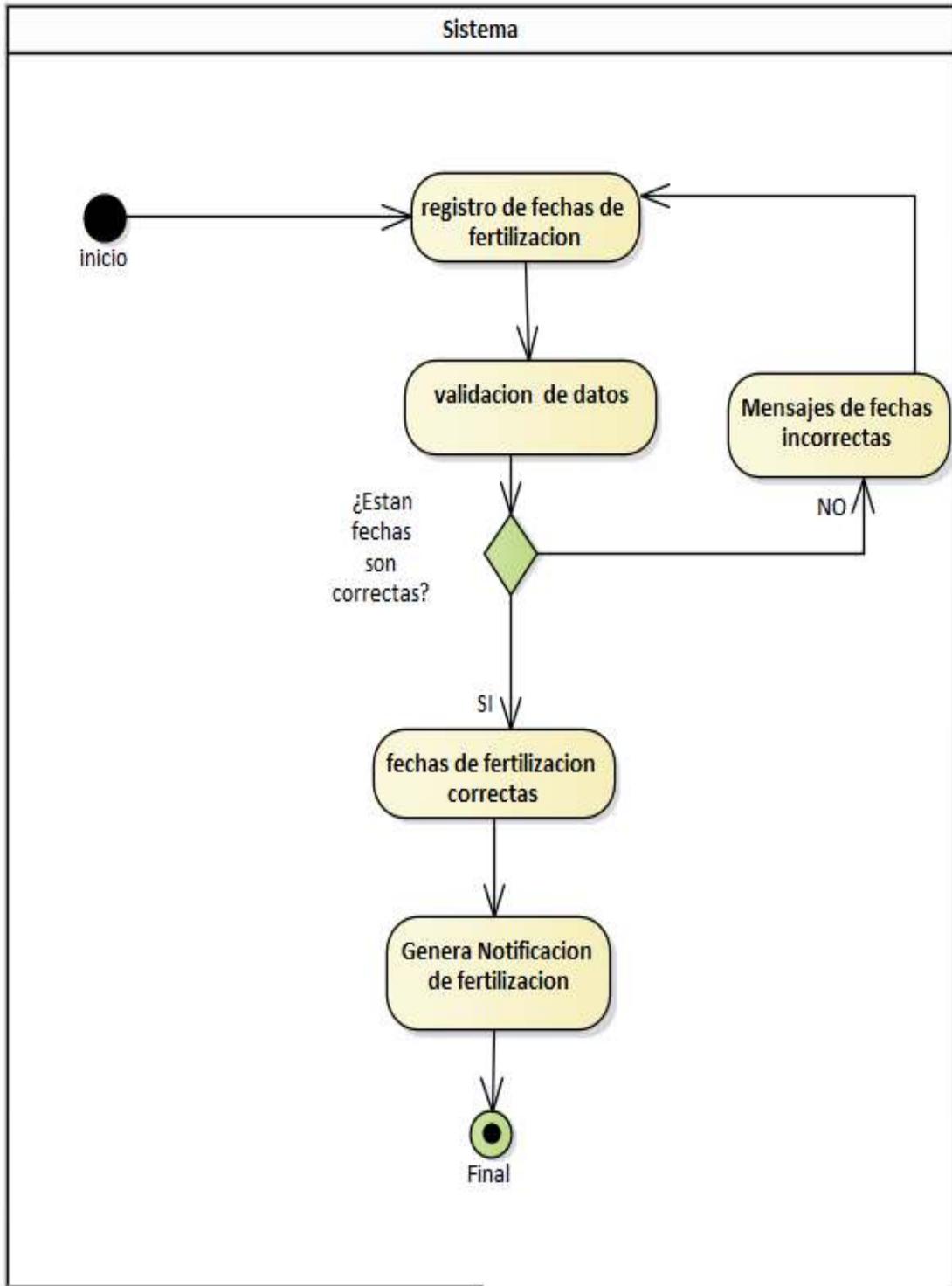


Diagrama 1: Notificación de fertilización **Fuente:** Elaboración propia.

Diagrama de actividad, registrar eventos

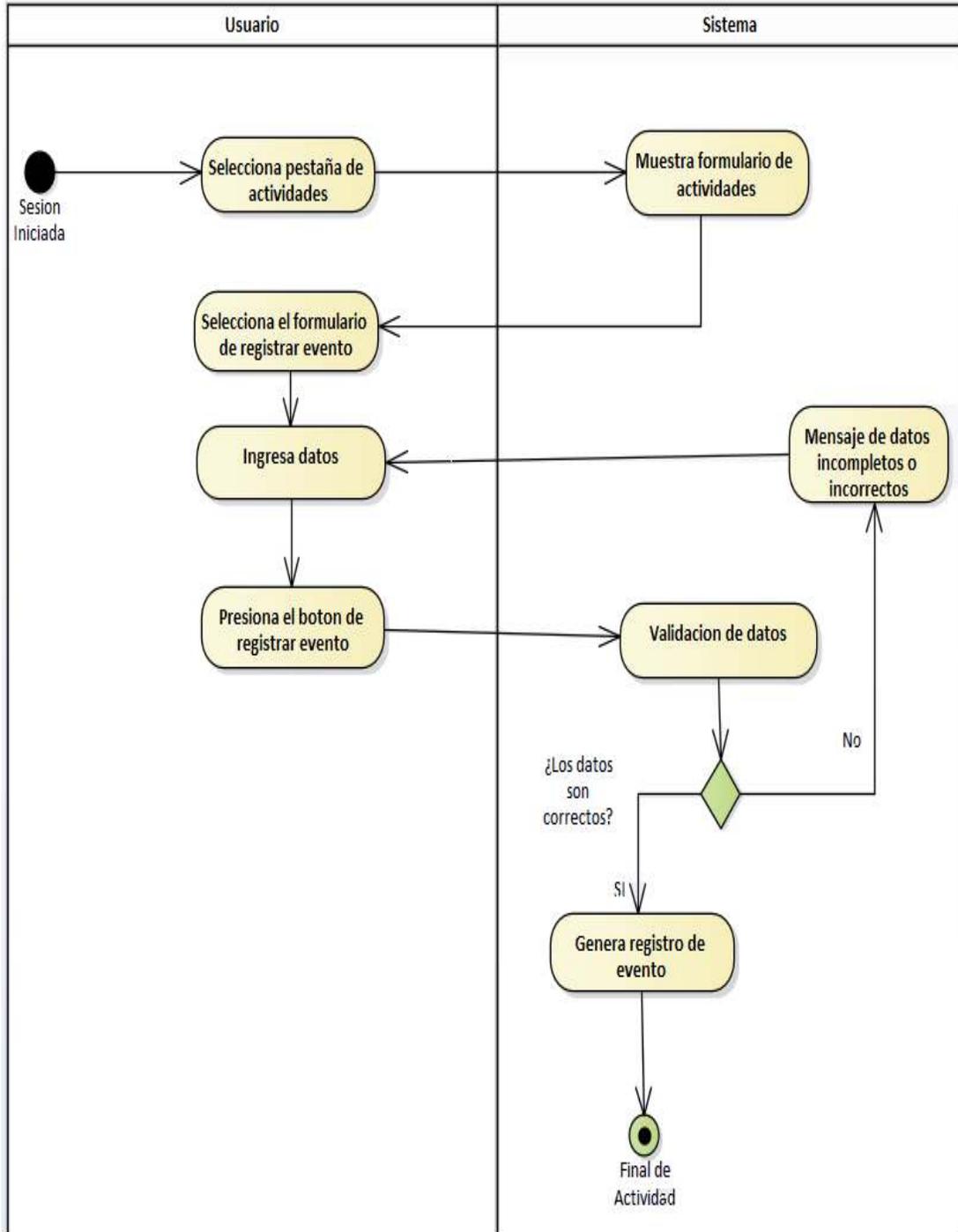


Ilustración 34: Diagrama de actividad, registrar eventos **Fuente:** Elaboración propia.

Registrar fechas de calendario

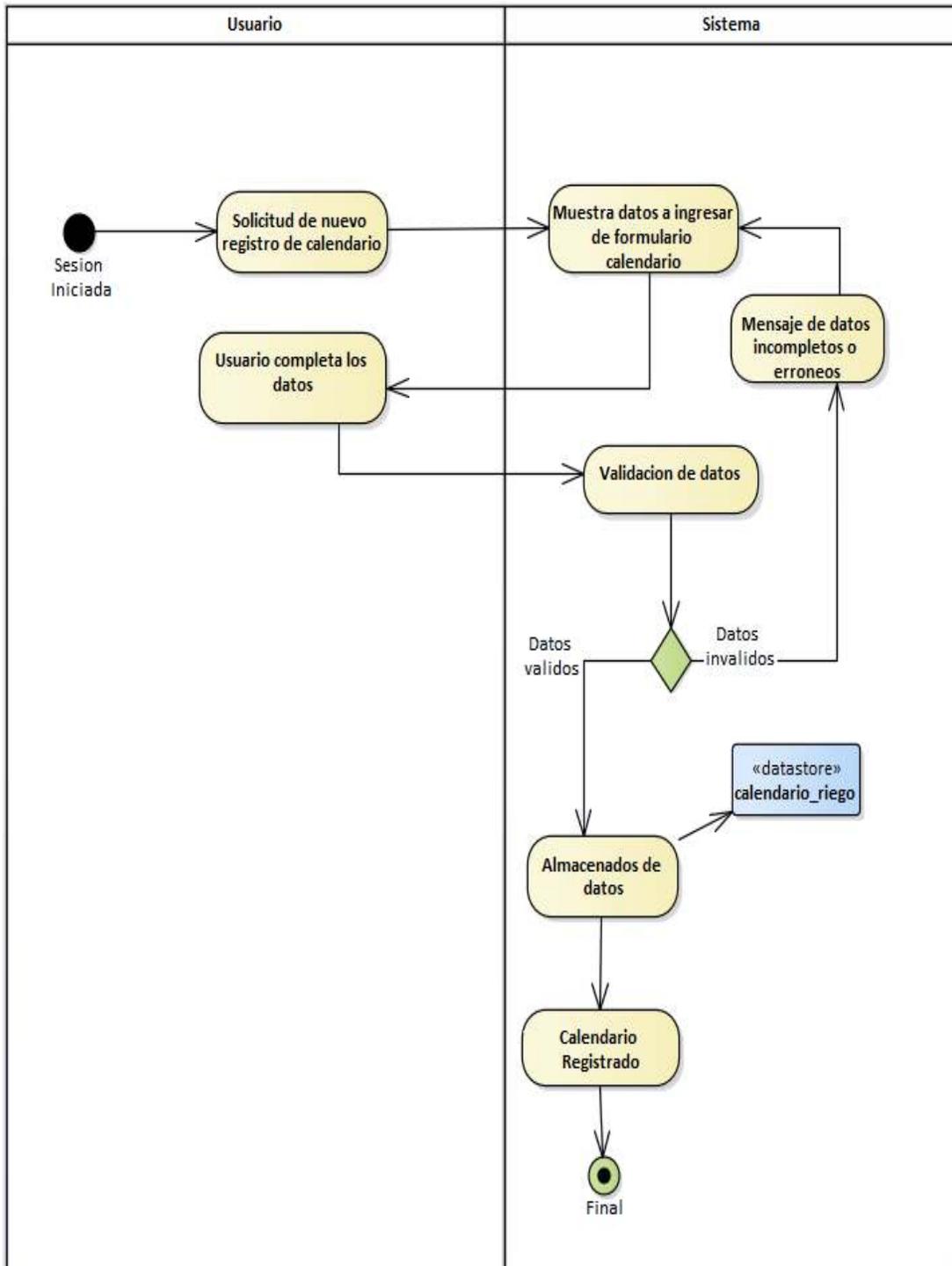


Ilustración 35: Diagrama de actividad, registrar fechas de calendario **Fuente:** Elaboración propia.

9.5. Diagrama de clases

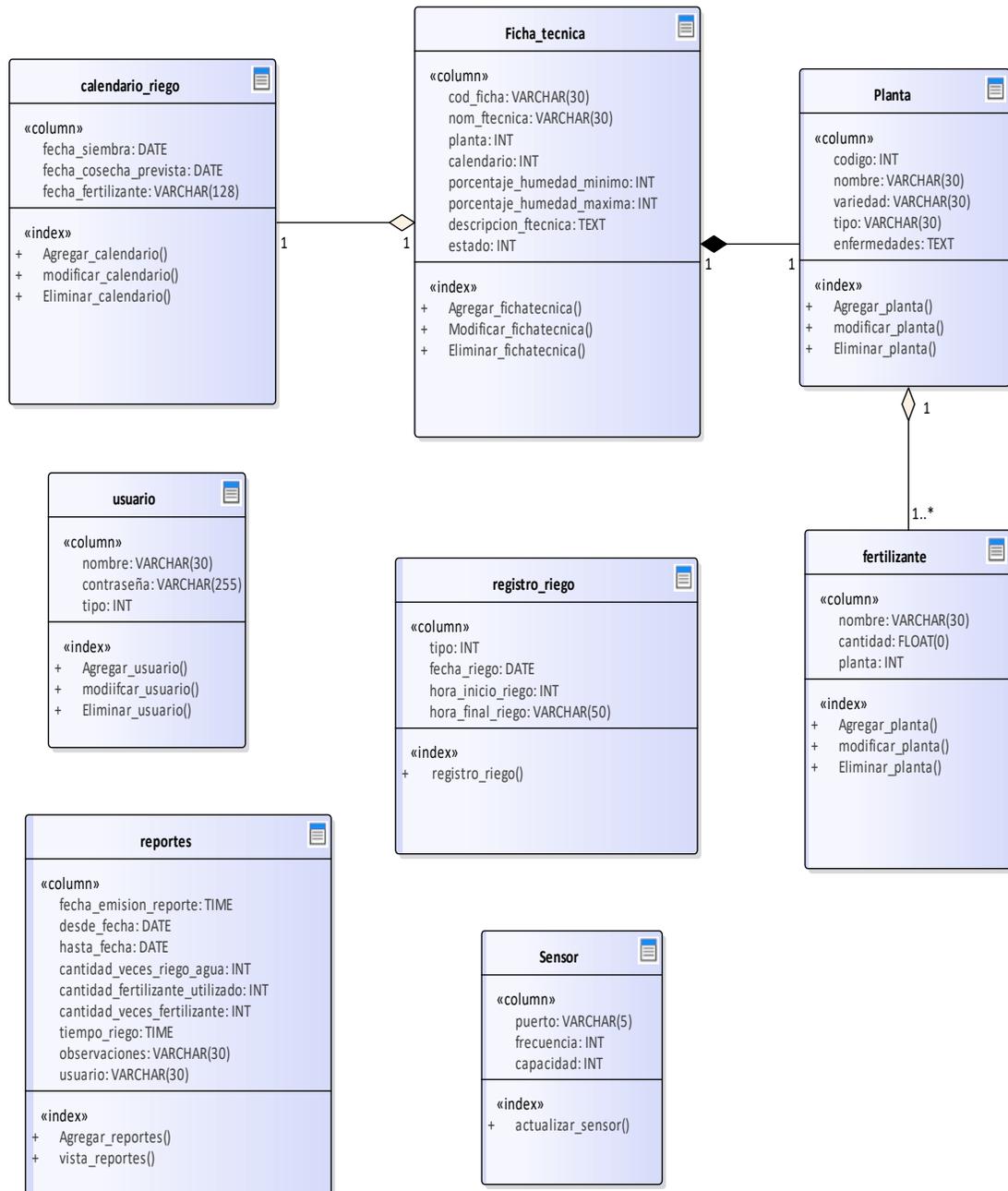


Ilustración 36: Diagrama de clases **Fuente:** Elaboración propia.

Debido a que el modelado de la base de datos fue realizada con tecnología NoSQL, no son necesarias más relaciones (véase ilustración 36).

9.6. Diagramas de secuencia

Diagrama de secuencia, escenario de agregar usuario

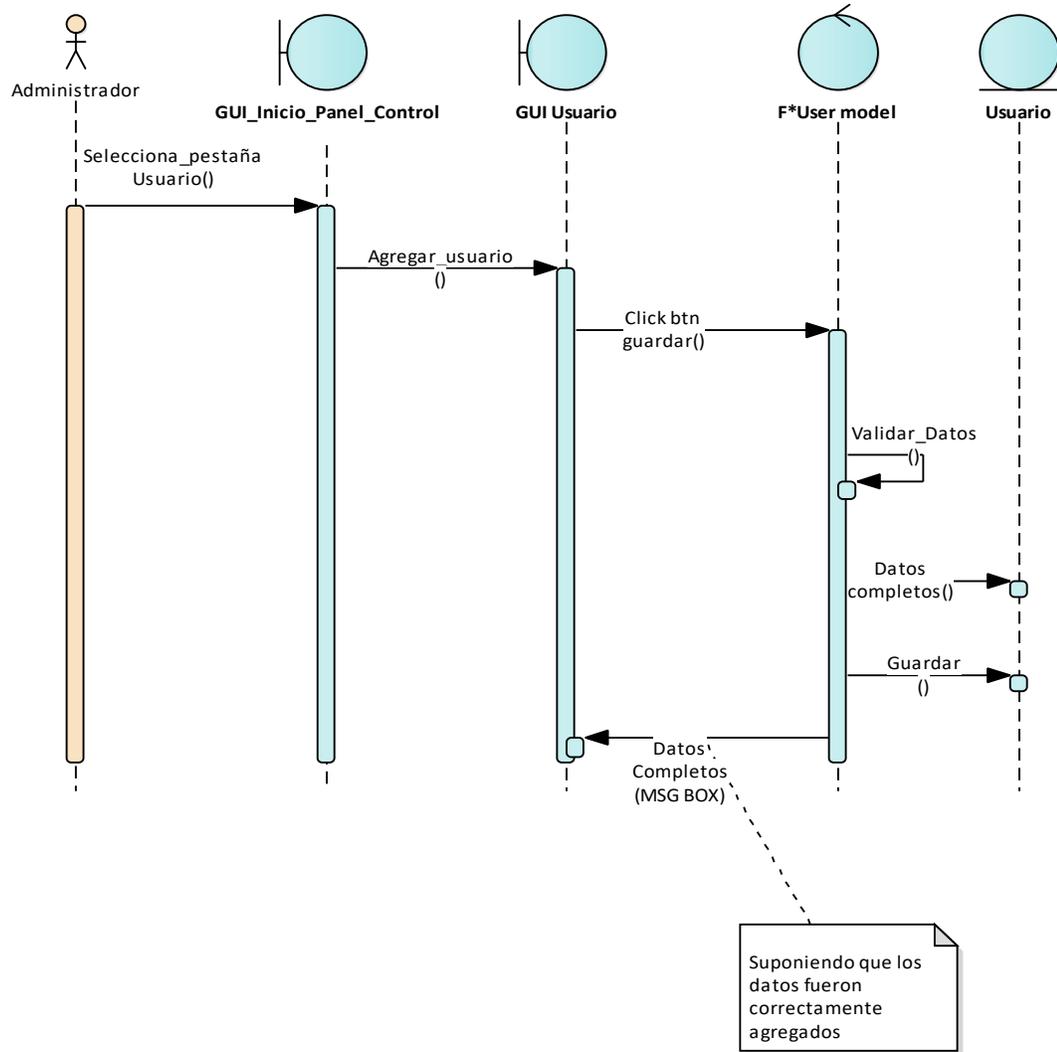


Ilustración 37: Diagrama de secuencia, escenario de agregar usuario **Fuente:** Elaboración propia.

Diagrama de secuencia, escenario modificar de usuario

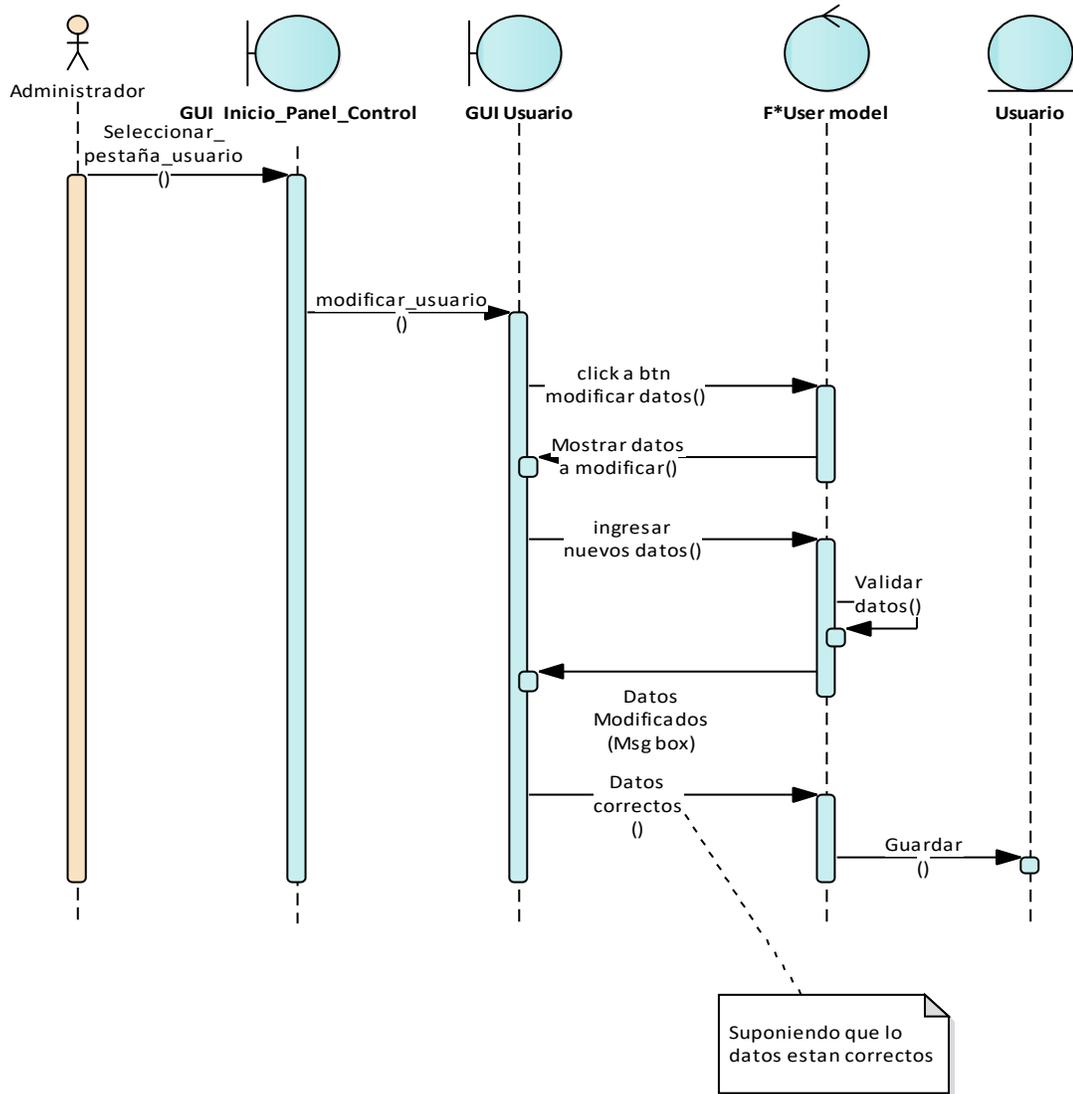


Ilustración 38: Diagrama de secuencia, escenario de modificar usuario **Fuente:** Elaboración propia.

Diagrama de secuencia, escenario de eliminar usuario

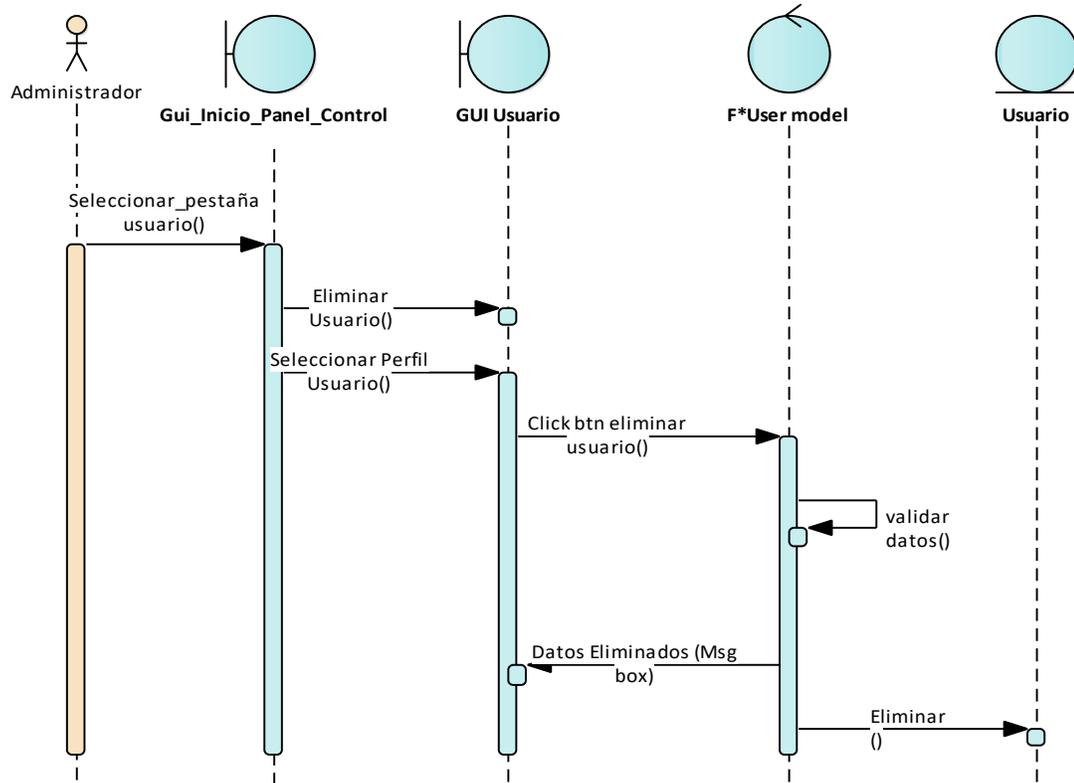


Ilustración 39: Diagrama de actividad, escenario de eliminar usuario **Fuente:** Elaboración propia.

Diagrama de secuencia, escenario de registrar fechas de calendario

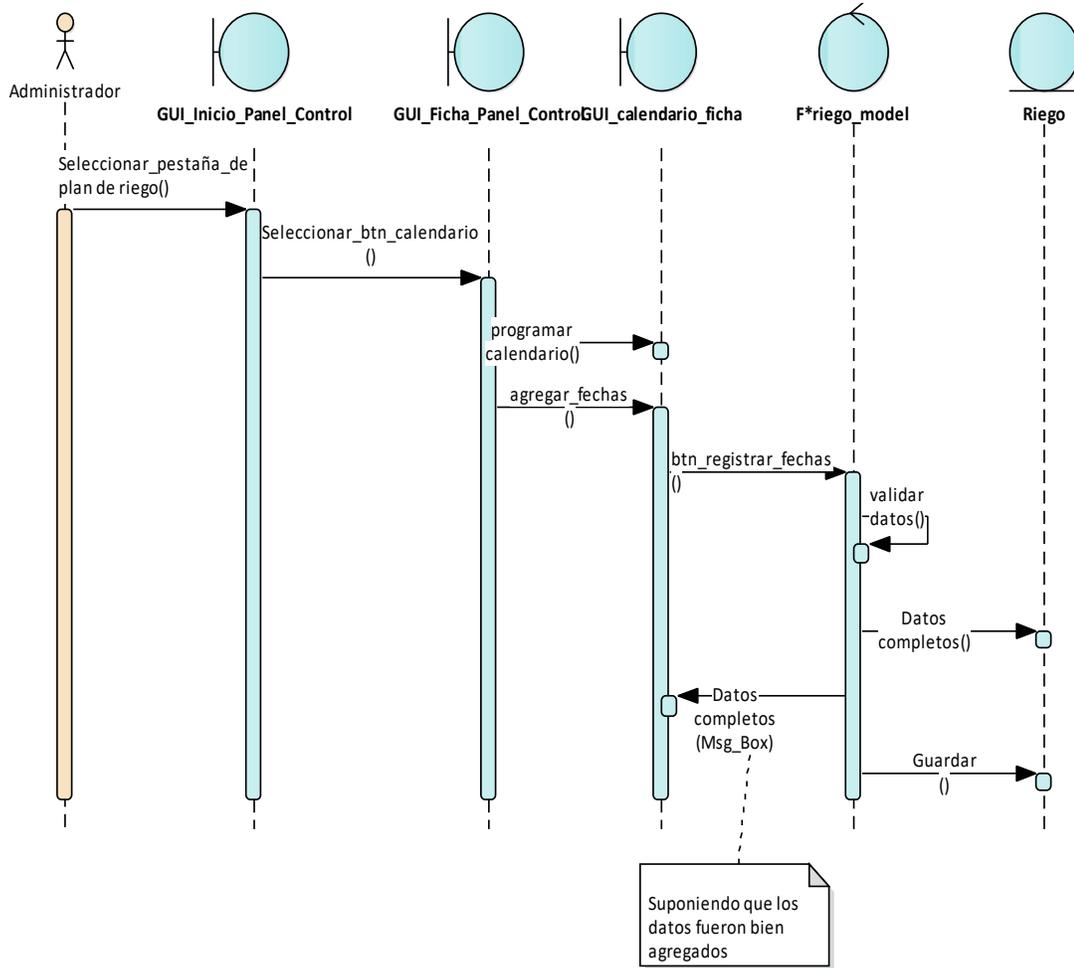


Ilustración 40: Diagrama de secuencia, escenario de registrar fechas de calendario
Fuente: Elaboración propia.

Diagrama de secuencia, escenario de registrar eventos

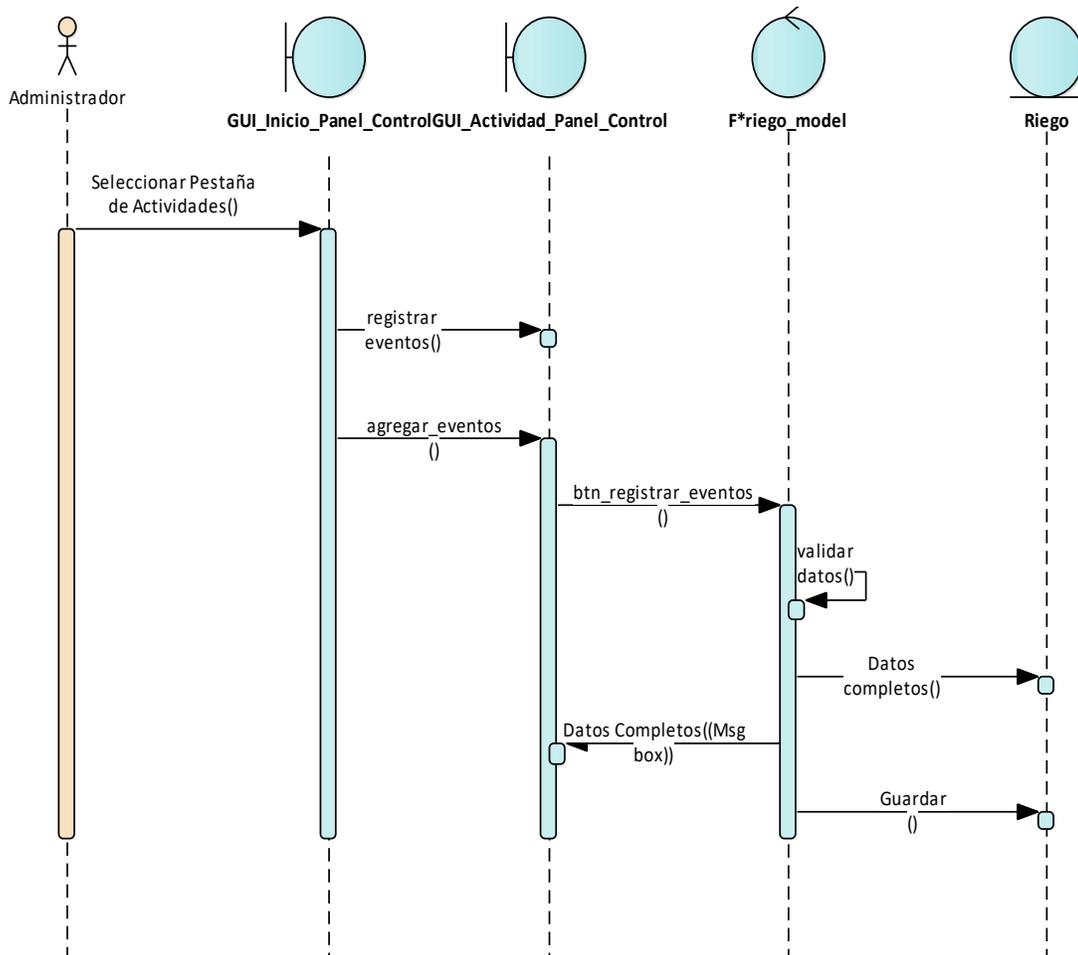


Ilustración 41: Diagrama de secuencia, escenario de registrar eventos **Fuente:** Elaboración propia.

Diagrama de secuencia, escenario de agregar planta

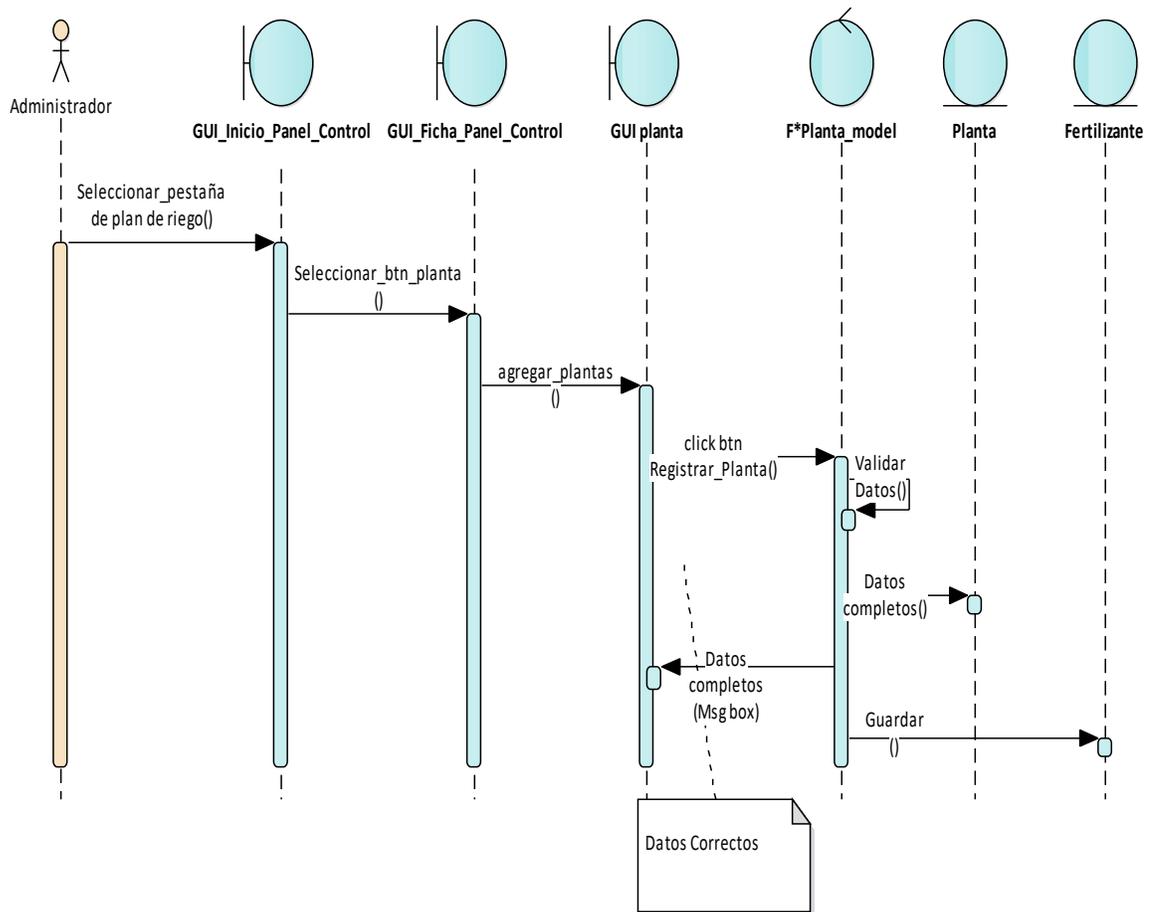


Ilustración 42: Diagrama de secuencia, escenario de agregar planta **Fuente:** Elaboración propia.

Diagrama de secuencia, escenario de modificar planta

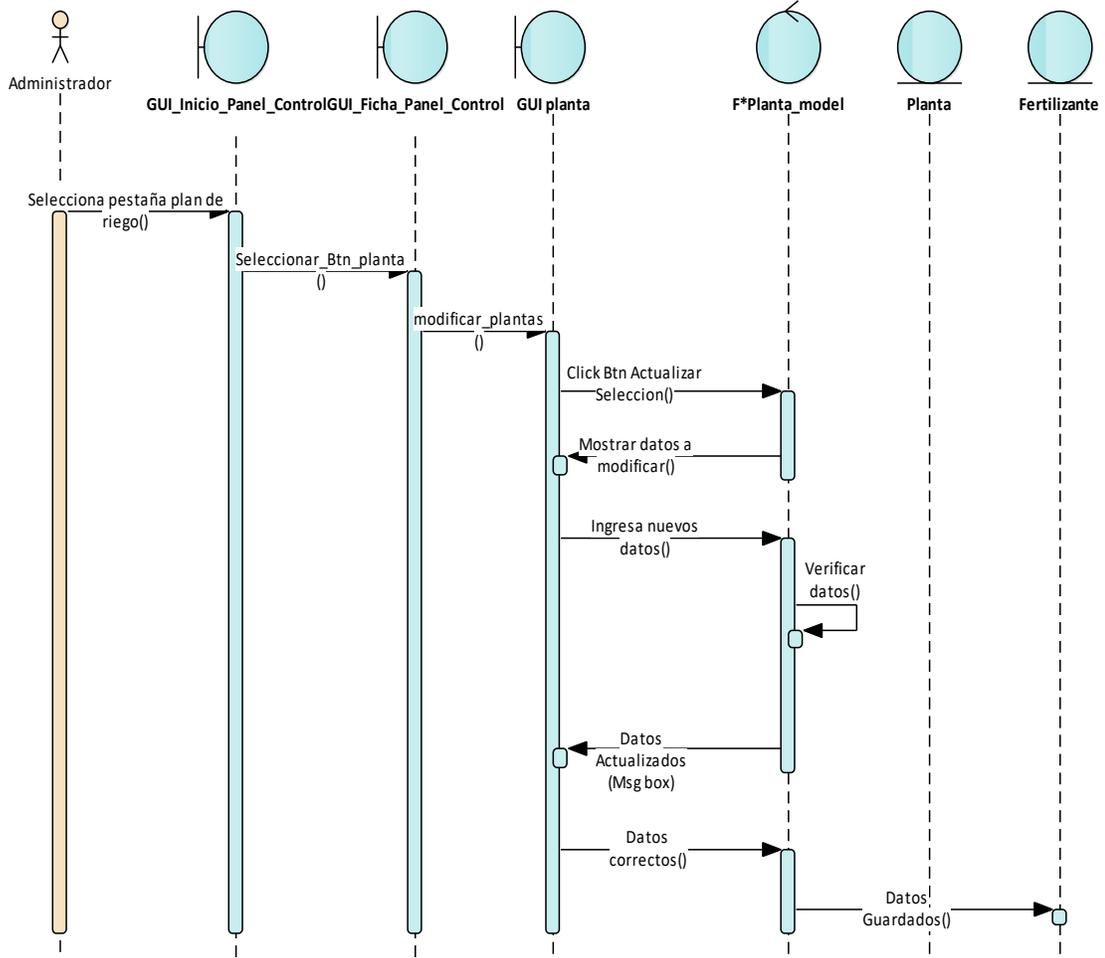


Ilustración 43: Diagrama de secuencia, escenario de modificar planta **Fuente:** Elaboración propia.

Diagrama de secuencia, escenario de manejar fichas técnicas

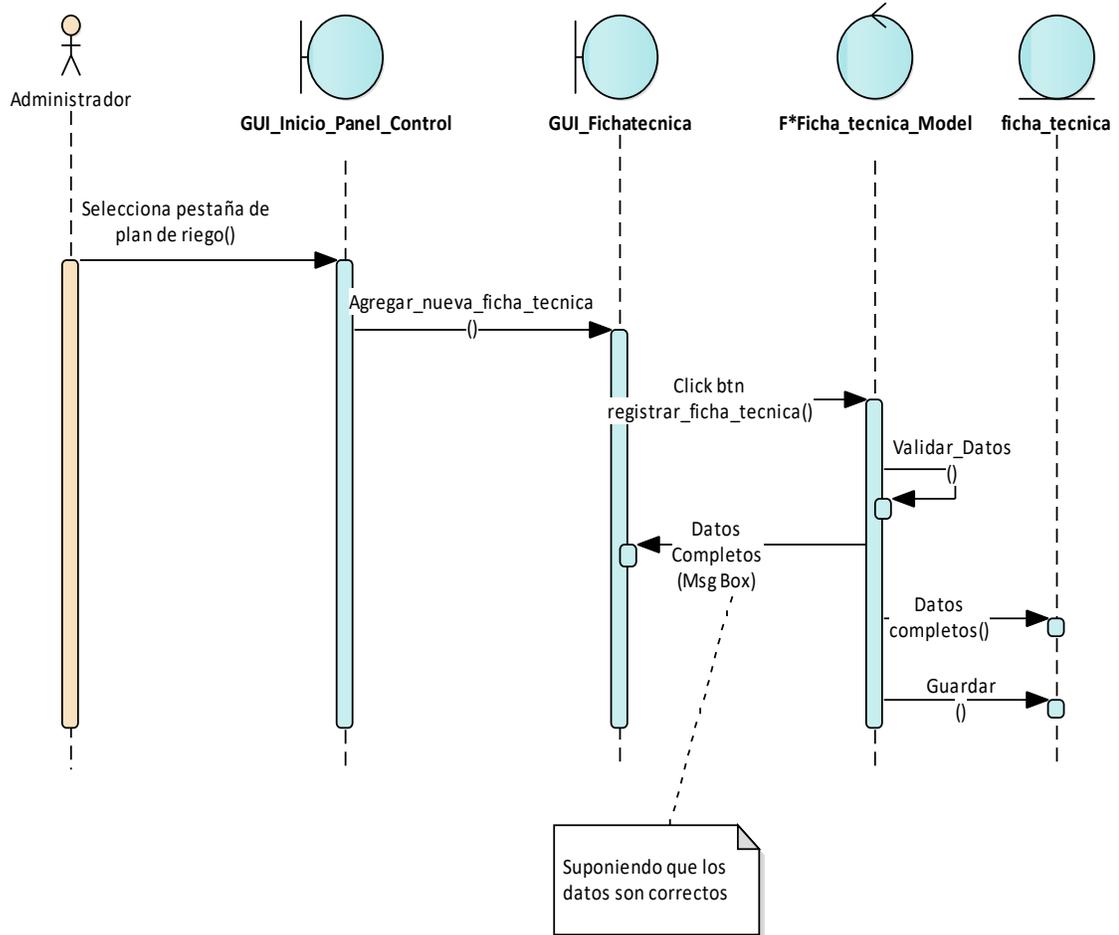


Ilustración 44: Diagrama de secuencia, escenario de manejar fichas técnicas **Fuente:** Elaboración propia.

Diagrama de secuencia, escenario de modificar ficha técnica

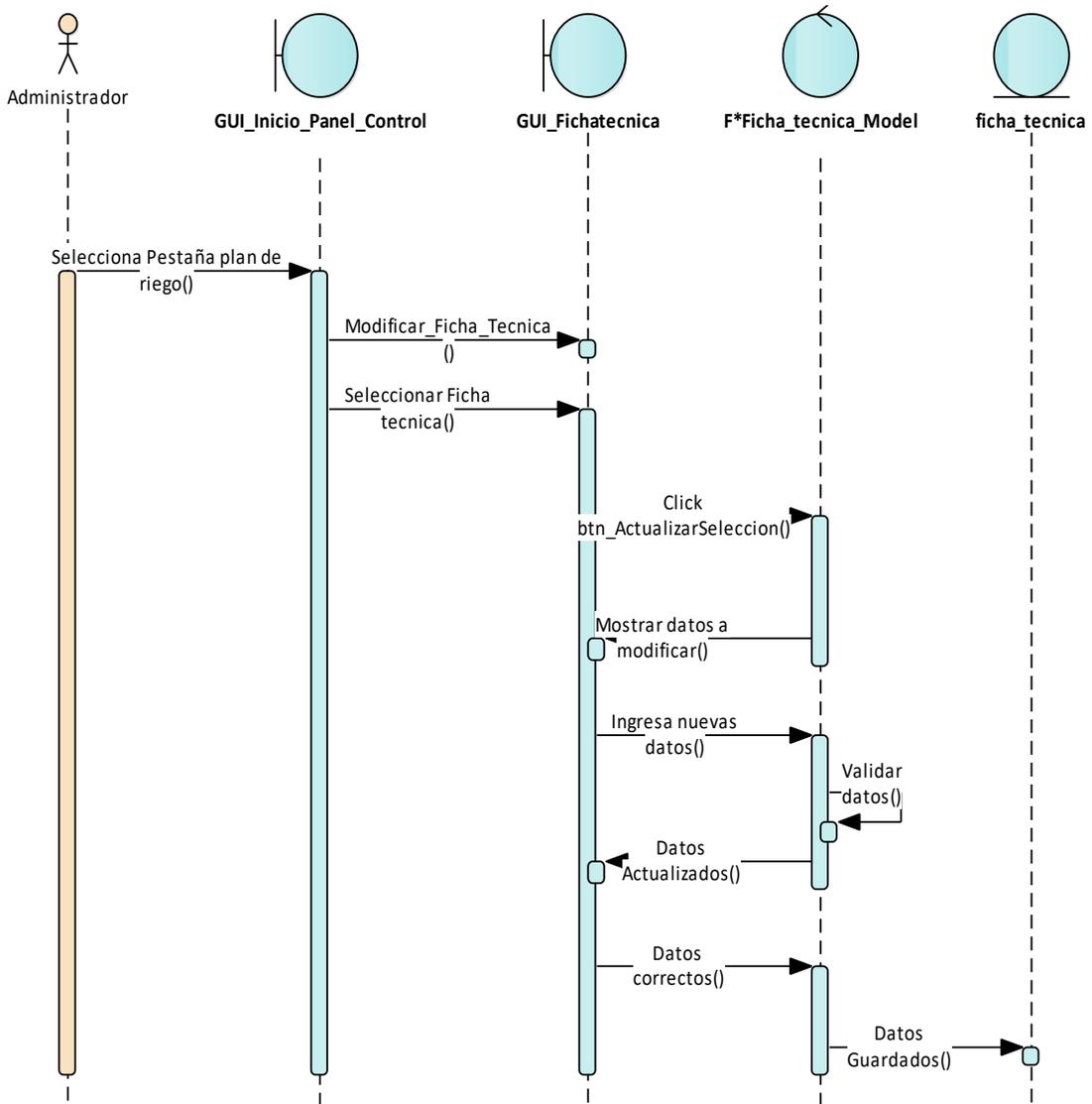


Ilustración 45: Diagrama de secuencia, escenario de modificar ficha técnica **Fuente:** Elaboración propia.

Diagrama de secuencia, escenario de eliminar ficha técnica

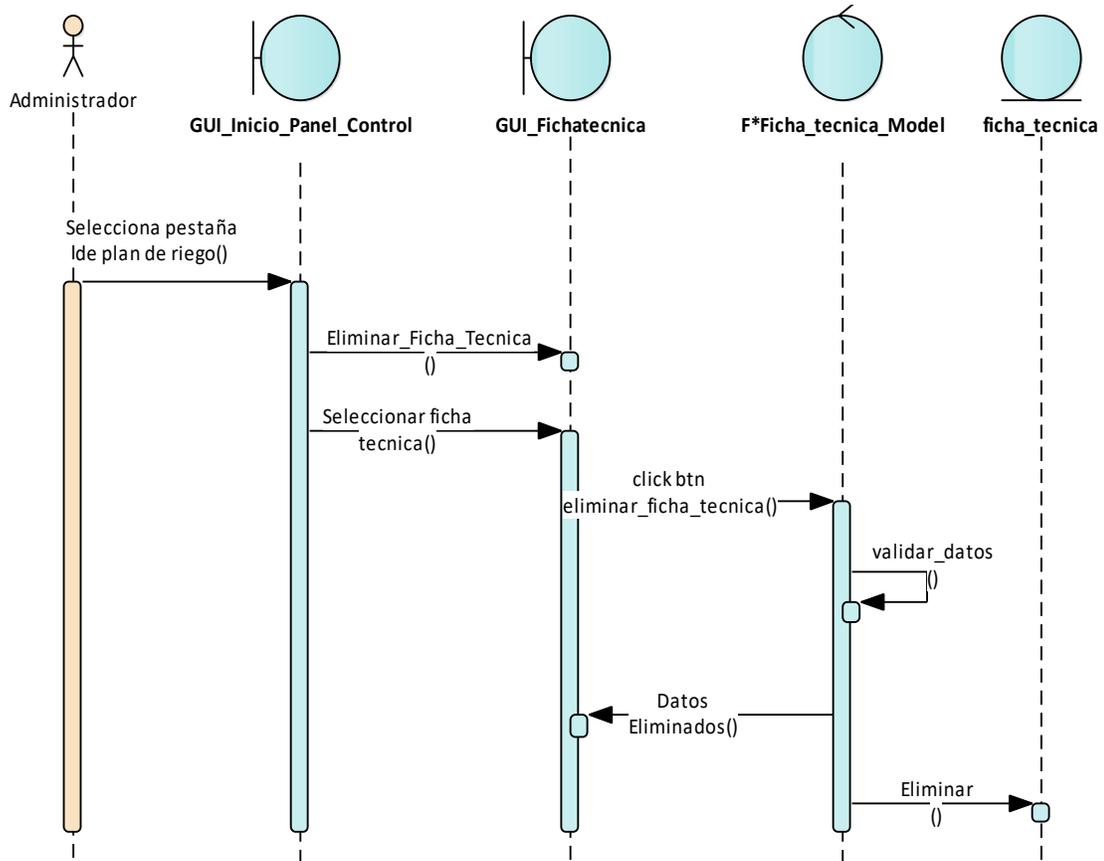


Ilustración 46: Diagrama de secuencia, escenario de eliminar ficha técnica **Fuente:** Elaboración propia.

9.7. Modelado de la base de datos

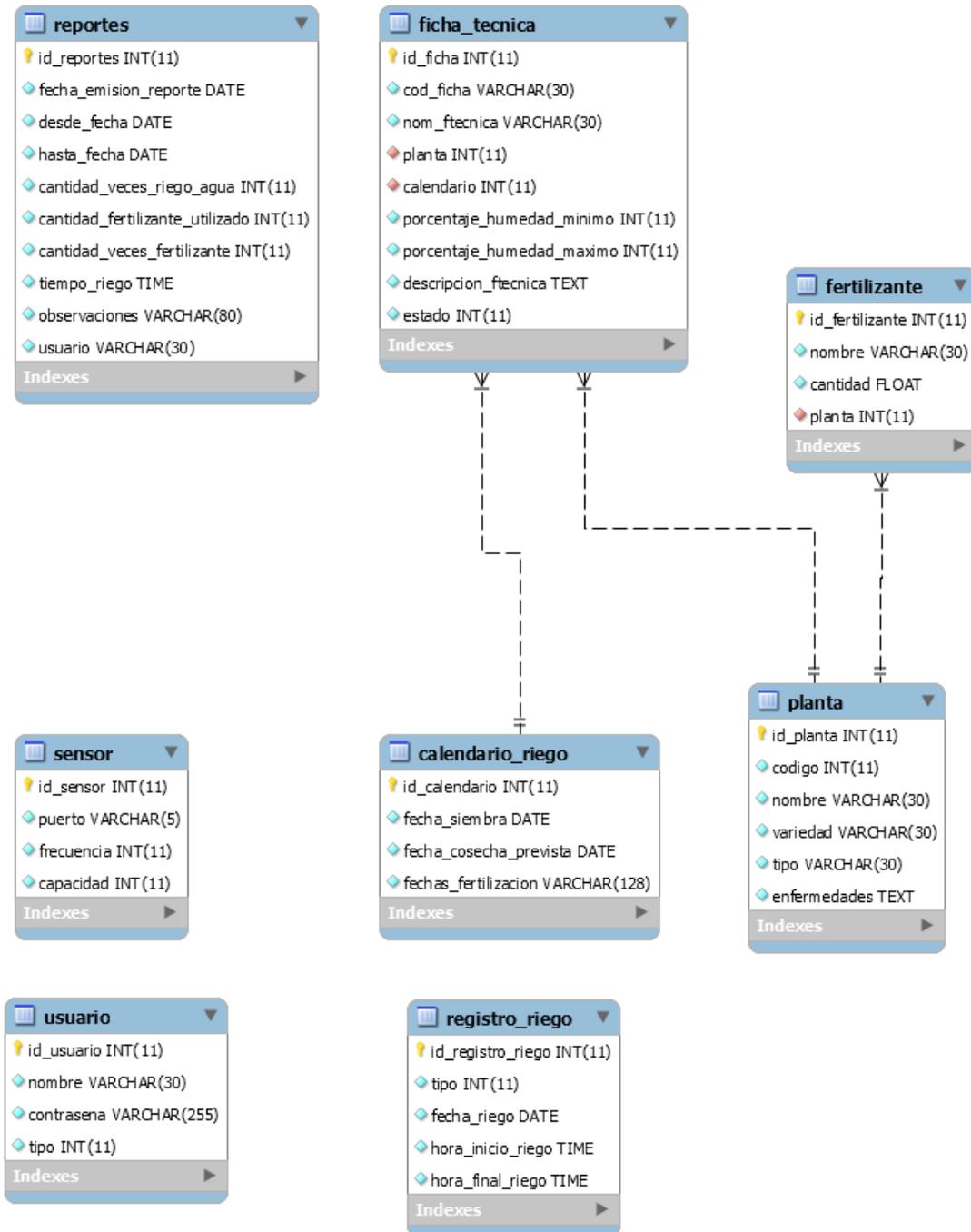


Ilustración 47: Modelado de la base de datos *Fuente:* Elaboración propia.

9.8. Diagrama de componentes

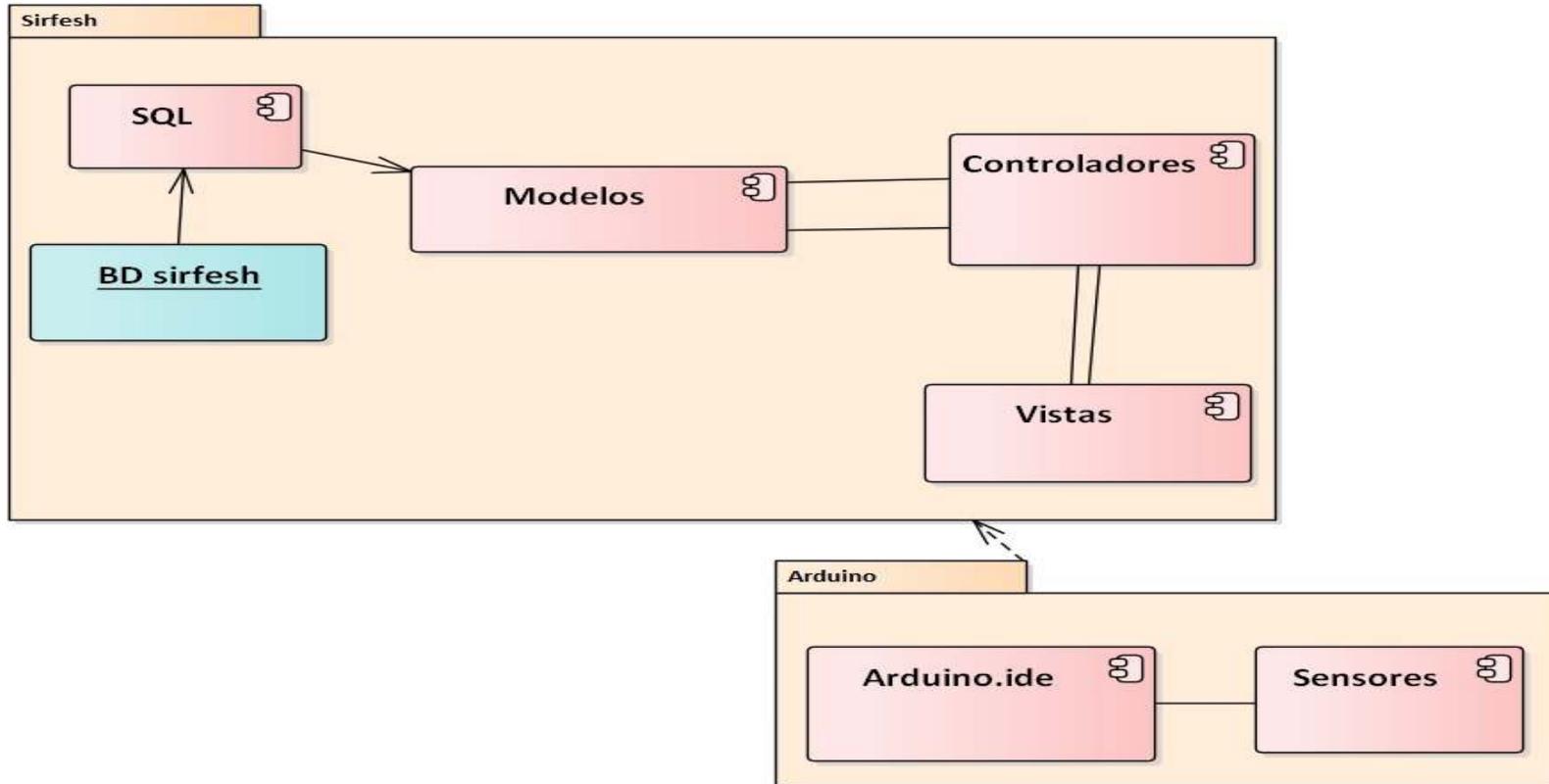


Ilustración 48: Diagrama de componentes **Fuente:** Elaboración propia.

9.9. Diagramas de Distribución

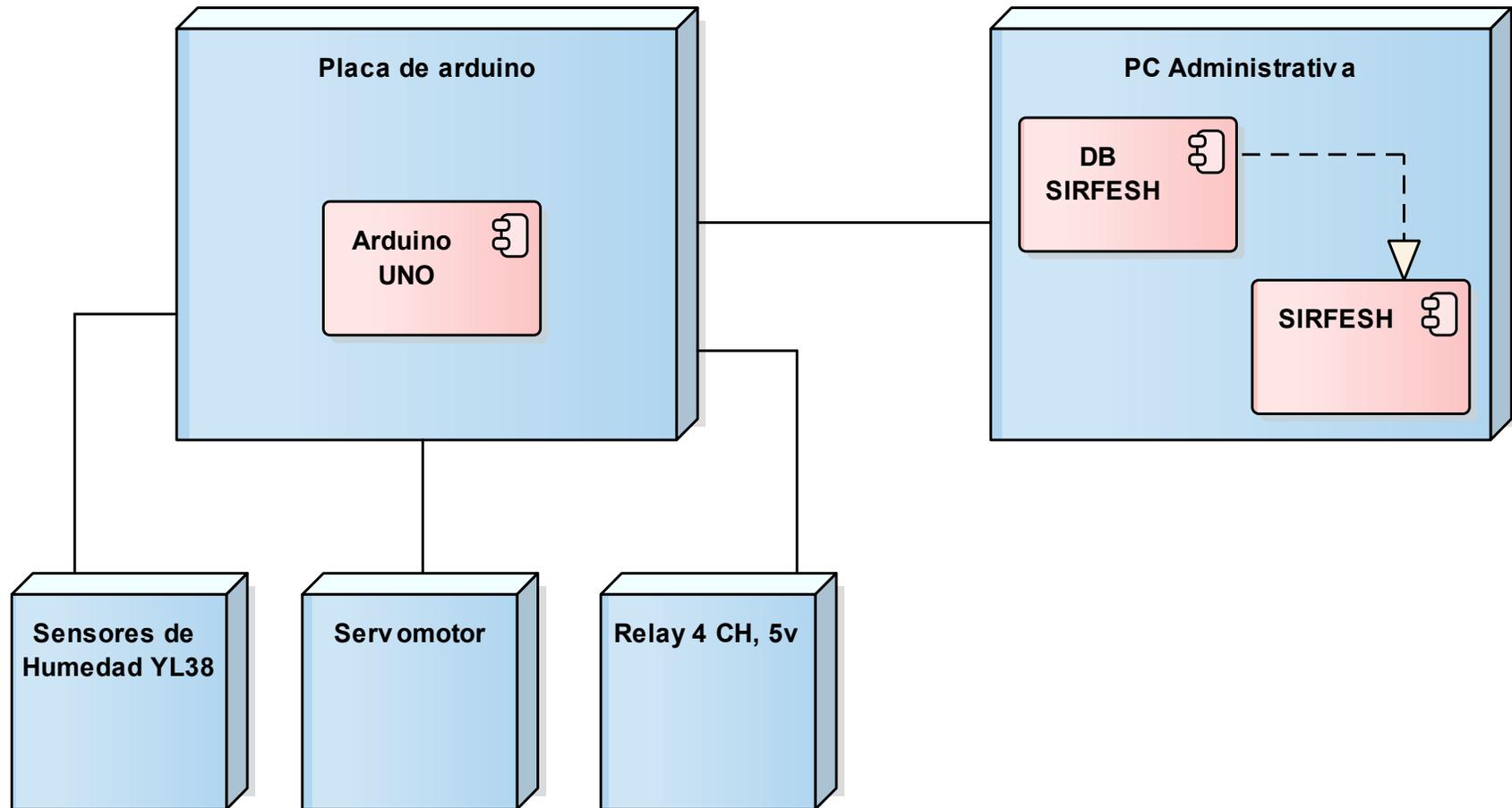


Ilustración 49: Diagrama de distribución **Fuente:** Elaboración propia

9.10. Diagrama de Circuitos

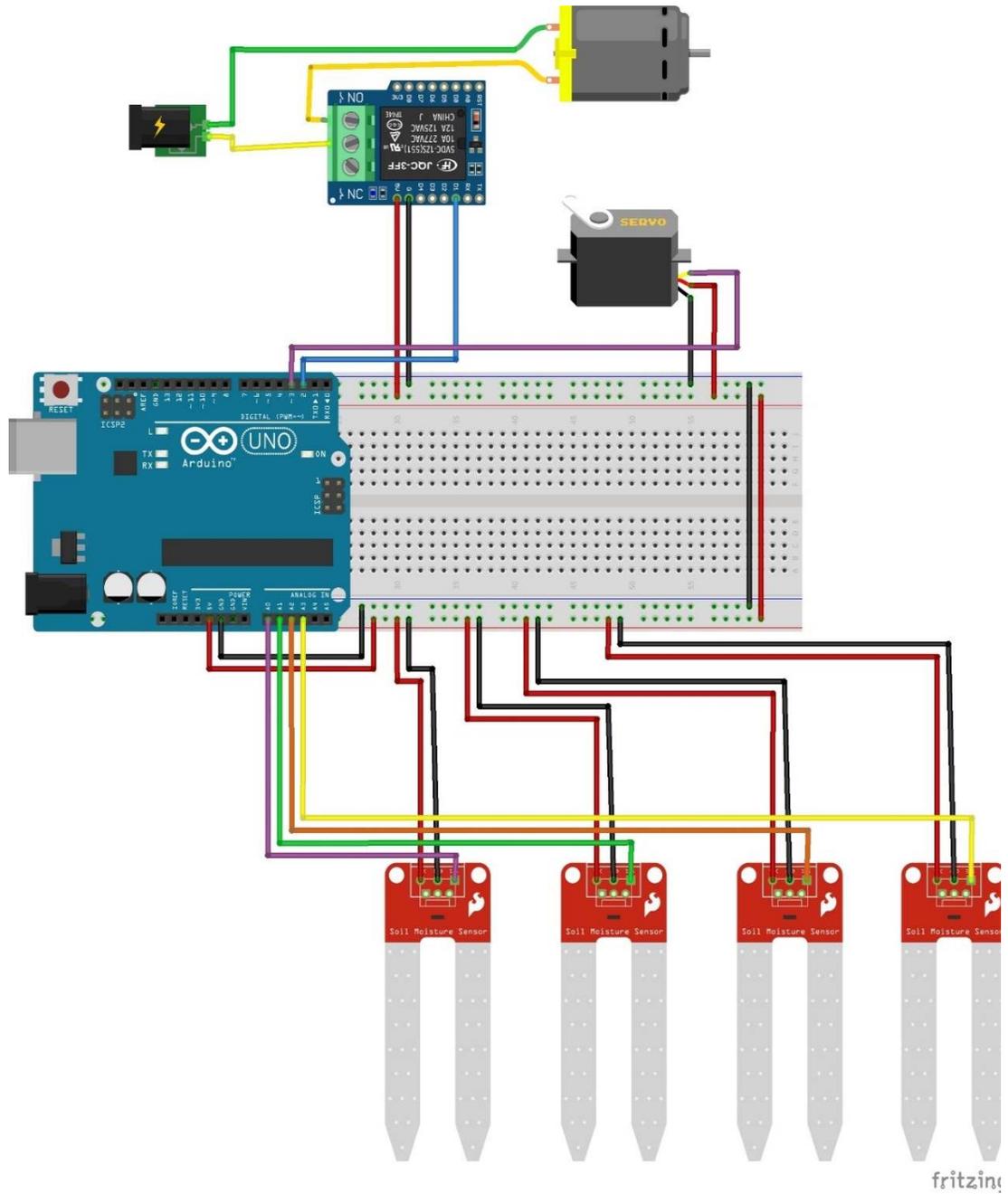


Ilustración 50: Diagrama de circuitos Fuente: Elaboración propia.

9.11. Prototipado a escala del túnel y conexiones electrónicas de Arduino

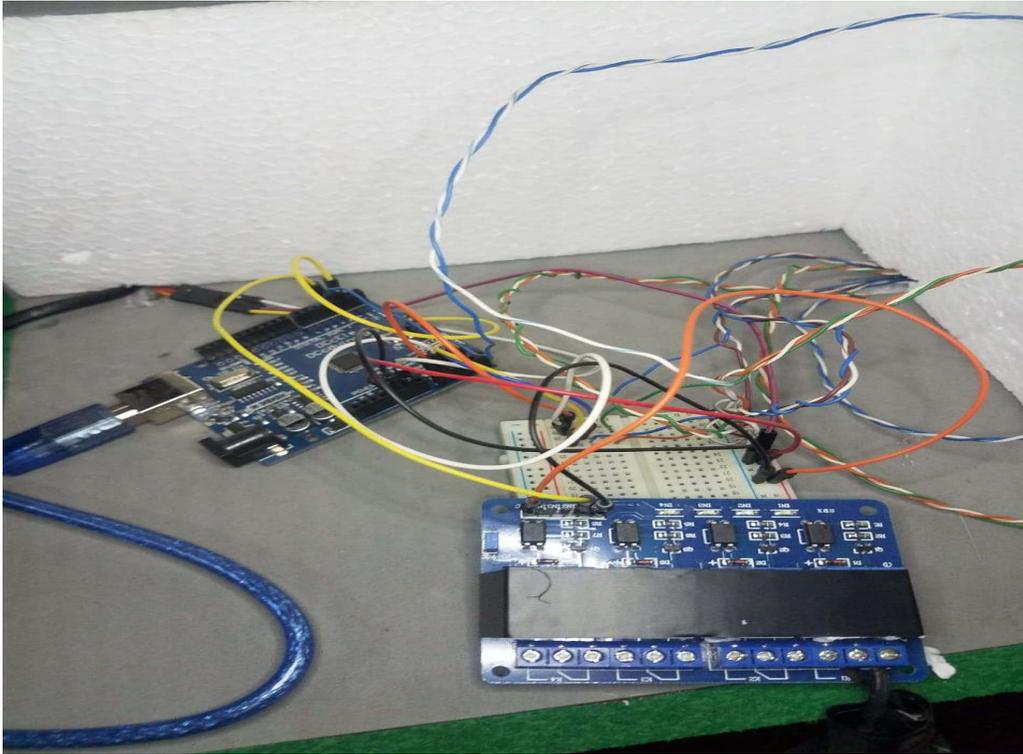


Ilustración 51: Conexiones de circuitos con Arduino #1 **Fuente:** Elaboración propia.

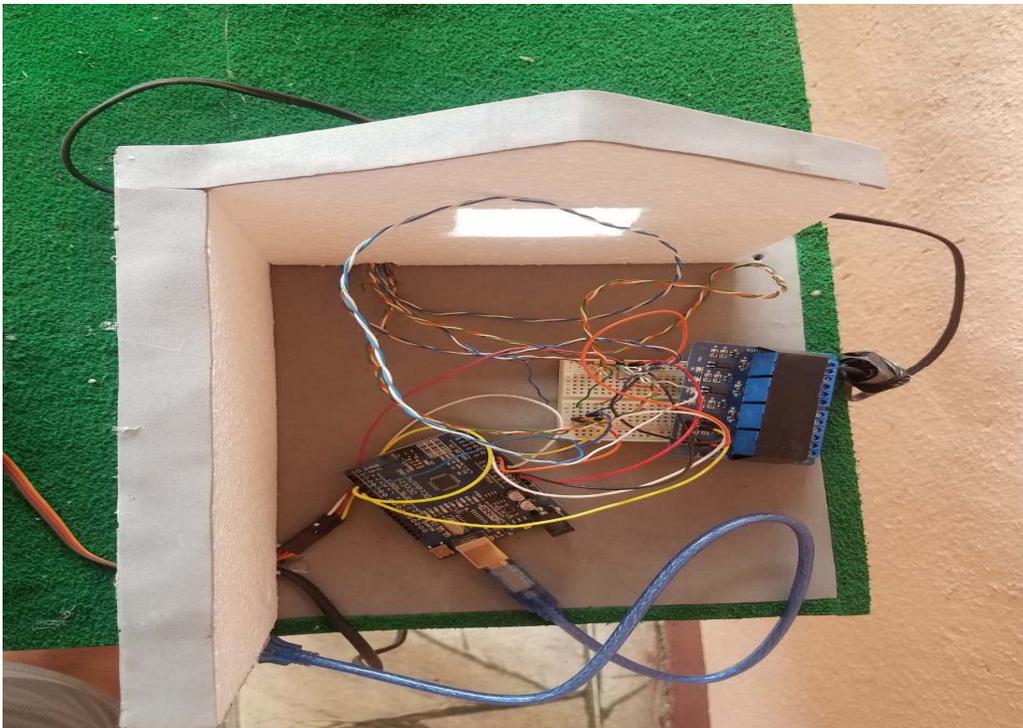


Ilustración 52: Conexiones de circuitos con Arduino #2 **Fuente:** Elaboración propia.



Ilustración 53: Prototipo a escala del sistema de riego y fertilización mediante sensores de humedad #1 **Fuente:** Elaboración propia.



Ilustración 54: Prototipo a escala del sistema de riego y fertilización mediante sensores de humedad #2 **Fuente:** Elaboración propia.



Ilustración 55: Prototipo a escala del sistema de riego y fertilización mediante sensores de humedad #3 **Fuente:** Elaboración propia.



Ilustración 56: Prototipo a escala del sistema de riego y fertilización mediante sensores de humedad #4 **Fuente:** Elaboración propia.



Ilustración 57: Prototipo a escala del sistema de riego y fertilización mediante sensores de humedad #5 **Fuente:** Elaboración propia.



Ilustración 58: Prototipo a escala del sistema de riego y fertilización mediante sensores de humedad #6 **Fuente:** Elaboración propia.

9.12. Diseño de interfaz grafica

Diseño de interfaz, pantalla de inicio

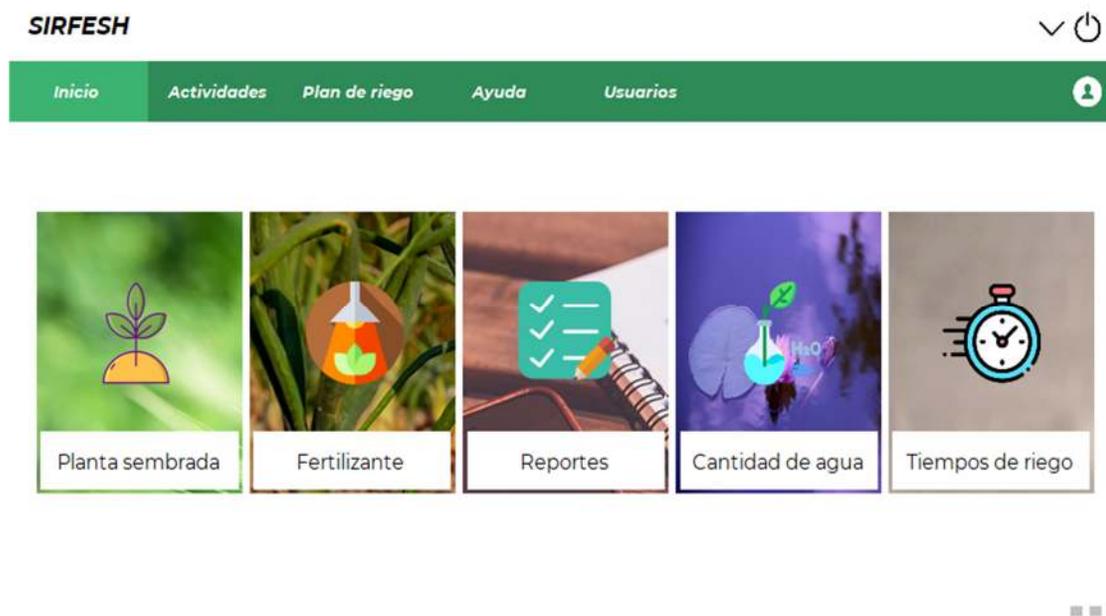


Ilustración 59: Diseño de interfaz, pantalla de inicio **Fuente:** Elaboración propia

Diseño de interfaz, pestaña de usuarios



Ilustración 60: Diseño de interfaz, pestaña de usuarios **Fuente:** Elaboración propia.

Diseño de interfaz, ventana de actualización de usuario

Actualizar usuario

Ingresar nuevo

Nombre:
sirfesh

Contraseña

Repetir Contraseña

Tipo:
 Administrador
 Operador

Actualizar

Ilustración 61: Diseño de interfaz, ventana de actualizar usuario **Fuente:** Elaboración propia.

Diseño de interfaz, ventana de plan de riego

SIRFESH

Inicio Actividades **Plan de riego** Ayuda Usuarios

Acciones del plan de riego

Nuevo plan de riego

Modificar plan seleccionado

Eliminar plan seleccionado

Activar Refrescar

Exportar

Extras

Plantas Calendario

Planes de riego

ID	Codigo	Nombre	ID Planta	ID Calendario	Humedad minimo	Hun max
1	01	Riego Tomate	1	1	40	70

Ilustración 62: Diseño de interfaz, ventana de plan de riego **Fuente:** Elaboración propia.

Diseño de interfaz, actualizar plan de riego

Actualizar plan de riego

Código:

Nombre:

Planta:

Calendario:

Porcentaje mínimo de humedad: 40%

Porcentaje máximo de humedad: 70%

Descripción:

Ilustración 63: Diseño de interfaz, actualizar plan de riego **Fuente:** Elaboración propia.

Diseño de interfaz, gestión de plantas

Gestion de plantas

Acciones

Plantas registradas

	ID	Codigo	Nombre	Variedad
▶	1	1	Tomate	cherry
*				

Registrar nueva planta

Código:

Nombre:

Variedad:

Tipo:

Fertilizantes:

Enfermedades:

* Sepase las enfermedades usando una coma ,

Ilustración 64: Diseño de interfaz, gestión de plantas **Fuente:** Elaboración propia.

Diseño de interfaz, actualizar planta

Actualizar planta 

Datos

Código:

Nombre:

Variedad:

Tipo:

Fertilizantes:

Enfermedades:

* Separe las enfermedades usando una coma ,

Ilustración 65: Diseño de interfaz, actualizar planta **Fuente:** Elaboración propia.

Diseño de interfaz, nuevo fertilizante

Nuevo fertilizante 

Datos del fertilizante

Nombre:

Cantidad:

*La cantidad se debe especificar en libras
Ejemplo: 175

Ilustración 66: Diseño de interfaz, nuevo fertilizante **Fuente:** Elaboración propia.

Diseño de interfaz, gestión de fertilizante

Gestión de fertilizante

Fertilizantes para la planta

	ID	Nombre	Cantidad_lbrs
▶	1	Fósforo	10
	2	Potasio	10
*			

Visualizar

Planta:

1 => Tomate

Ver fertilizantes

Acciones

Actualizar Eliminar

Ilustración 67: Diseño de interfaz, gestión de fertilizante **Fuente:** Elaboración propia.

Diseño de interfaz, actualizar fertilizante

Actualizar fertilizante

datos fertilizante

Nombre:

Fósforo

Cantidad:

10

Actualizar

Ilustración 68: Interfaz 10: Diseño de interfaz, actualizar fertilizante **Fuente:** Elaboración propia.

Diseño de interfaz, calendario de riego

Calendario de riego 

Acciones

Actualizar selección Eliminar selección Refrescar

Calendarios almacenados

	ID	Siembra	Cosecha prevista	Fertilización
▶	1	18/9/2019 00:...	21/9/2019 00:...	18/9/2019,
*				

Nuevo calendario

Fecha de siembra: miércoles, 18 de septiembr ▾

Fecha de cosecha prevista: miércoles, 18 de septiembr ▾

Fechas de fertilización: miércoles, 18 de septiembr ▾

* Fechas separadas por comas

Registrar

Ilustración 69: Diseño de interfaz, calendario de riego **Fuente:** Elaboración propia.

Diseño de interfaz, actualizar calendario

Actualizar calendario 

Calendario

Fecha de siembra: miércoles, 18 de septiembre c ▾

Fecha de cosecha prevista: sábado , 21 de septiembre c ▾

Fechas de fertilización: miércoles, 18 de septiembre c ▾

* Fechas separadas por comas

Actualizar

Ilustración 70: Diseño de interfaz, actualizar calendario **Fuente:** Elaboración propia.

Diseño de interfaz, pestaña de actividades

SIRFESH ✓ ⏻

Inicio **Actividades** Plan de riego Ayuda Usuarios 👤

Notificaciones y alertas

Fertilizar hoy

septiembre de 2019

dom.	lun.	mar.	mié.	jue.	vie.	s.
25	26	27	28	29	30	
1	2	3	4	5	6	
8	9	10	11	12	13	
15	16	17	18	19	20	
22	23	24	25	26	27	
29	30	1	2	3	4	

Hoy: 18/9/2019

Fósforo: 10 Libras
Potasio: 10 Libras

Fertilizar mañana

septiembre de 2019

dom.	lun.	mar.	mié.	jue.	vie.	s.
25	26	27	28	29	30	
1	2	3	4	5	6	
8	9	10	11	12	13	
15	16	17	18	19	20	
22	23	24	25	26	27	
29	30	1	2	3	4	

Hoy: 18/9/2019

Fósforo: 10 Libras
Potasio: 10 Libras

Fertilización

Fecha de fertilización: miércoles, 18 de septien

Hora de inicio: .:

Hora de finalización: .:

Registrar

Sensores

Puerto: COM3

Frecuencia: 9600_

Capacidad de bombeo: 5_ Libras por minuto

Aplicar

Reportes

Gestionar reportes

Ilustración 71: Diseño de interfaz, pestaña de actividades **Fuente:** Elaboración propia.

Diseño de interfaz, panel de ayuda

SIRFESH ✓ ⏻

Inicio **Actividades** **Plan de riego** **Ayuda** Usuarios 👤

Información y tutoriales

Puerto USB y conexiones	Gestión de usuarios	Riegos
Gestión de fertilizantes	Gestión de plantas	Gestión de calendarios
Gestión de ficha técnica	Notificaciones	Reportes

Acerca de..

Versión del software: 1.0.0

Preguntas y sugerencias: contacto@sirfesh.com



Ilustración 72: Diseño de interfaz, panel de ayuda **Fuente:** Elaboración propia.

Diseño de interfaz, acceso directo a la planta sembrada



Ilustración 73: Diseño de interfaz, acceso directo a la planta sembrada **Fuente:** Elaboración propia.

Diseño de interfaz, acceso directo a reportes

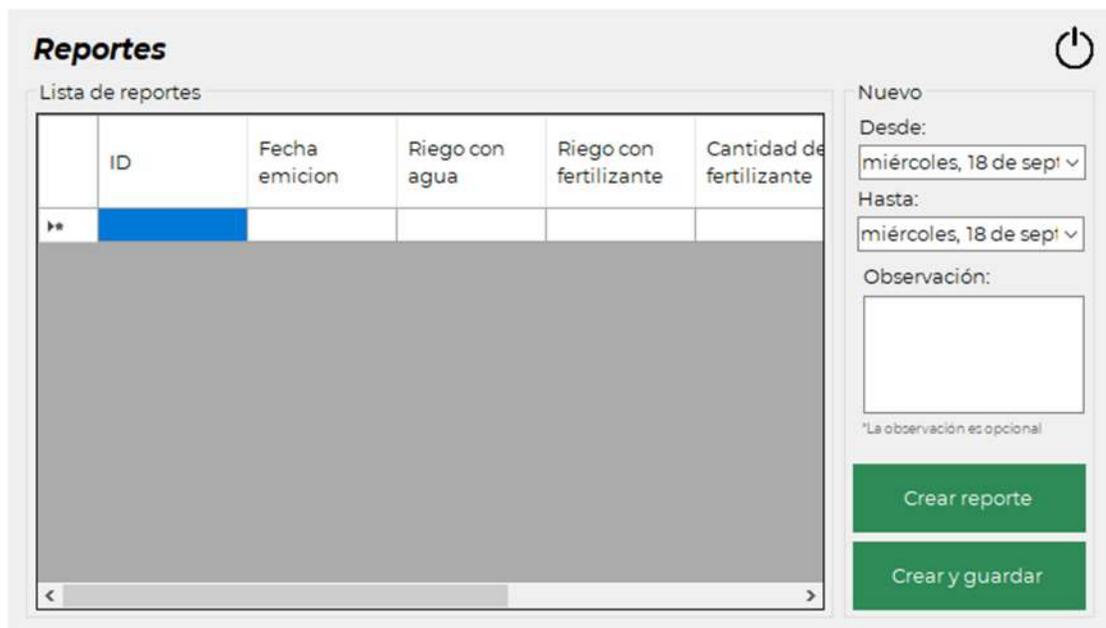


Ilustración 74: Diseño de interfaz, acceso directo a reportes **Fuente:** Elaboración propia.

Diseño de interfaz, acceso directo a tiempos de riegos



Ilustración 75: Diseño de interfaz, acceso directo a tiempos de riego **Fuente:** Elaboración propia.

Diseño de interfaz, acceso directo a cantidad de agua

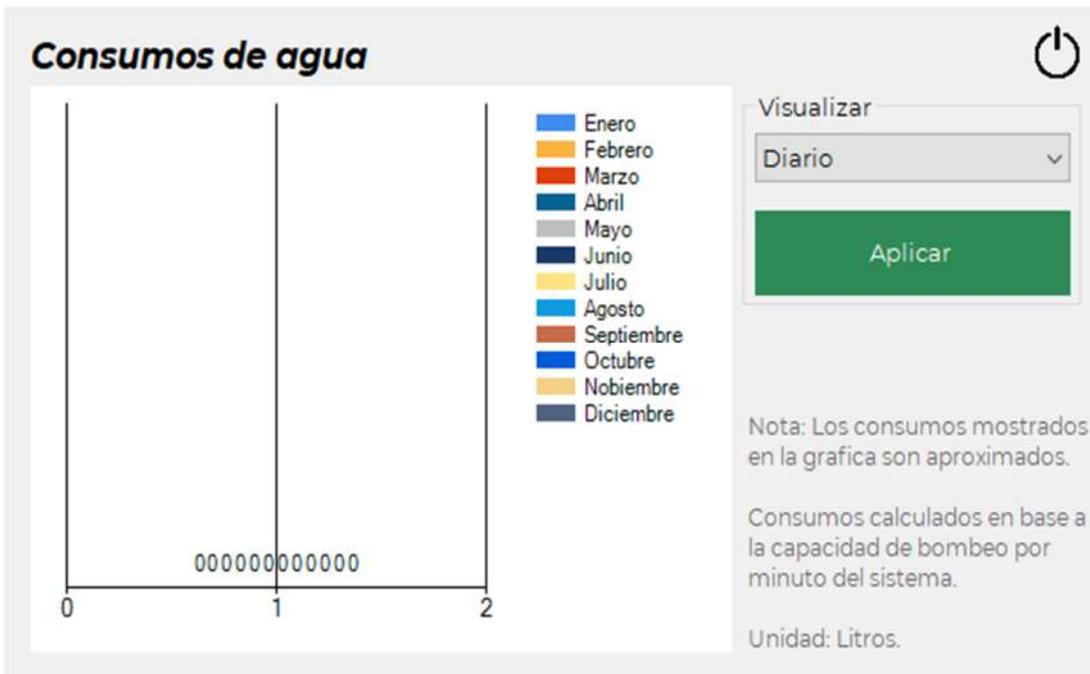


Ilustración 76: Diseño de interfaz, acceso directo a cantidad de agua **Fuente:** Elaboración propia.

10. Plan de contingencia

Este plan es basado y desarrollado para presentar las actividades propias de gestión de contingencia que debe considerar la finca “la gaviota” en caso de corte de energía, esto para no corromper la integridad de la información del SIRFESH con una serie de procedimientos que faciliten una alternativa para restituir rápidamente los servicios del sistema.

Sub - plan	Contramedida			Recursos	Responsable	Rol	Procedimiento
	Técnica	Organizativa	Humana				
Respaldo	El suministro de energía eléctrica es proporcionado por un panel solar, en caso de no funcionar se tendrá una batería de respaldo para guardar la última sesión del sistema.	Coordinar el esfuerzo de respuesta y de rehabilitación mediante un plan de recuperación, analizando los riesgos potenciales para la empresa en caso de interrupción temporal del sistema.	La gerencia de ASODECO M es el organismo responsable de programar, dirigir, ejecutar y evaluar el desarrollo del plan.	Recurso Monetario para la adquisición del equipo de batería UPS (TRIPP.LITE).	Administrador de la finca.	Cotizará con proveedores el precio del UPS. Facilitará la implantación y configuración del equipo de batería UPS. Dar revisiones semanales del nivel de energía de las baterías.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hacer estudio de Viabilidad. 2. Informar a la gerencia. 3. Solicitar a la gerencia de ASODECOM la adquisición de las baterías UPS. 4. Hacer la compra de los equipos UPS. 5. Implantación

<p>Emergencia</p>	<p>En caso de apagón se mantendrá la autonomía de corriente que la Batería nos brinda (corriente de emergencia), hasta que los usuarios completen sus operaciones, para que no se corte bruscamente el proceso que tienen en el momento.</p>	<p>Garantizar la continuidad de las operaciones de los principales elementos que componen el Sistema ejecutando de inmediato las tareas asignadas para proteger la información, mediante una Copia de seguridad de la Base de Datos.</p>	<p>Evalúa la ejecución de acciones correctivas a fin de minimizar los riesgos, iniciando con la restauración del servicio utilizando los recursos de la institución.</p>	<p>Baterías UPS.</p>	<p>Administrador de la Finca.</p>	<p>Analizar las posibles causas del corte de energía eléctrica.</p> <p>Identificar las causas del corte eléctrico.</p> <p>Verificar la habilitación de los medios de respaldo y recuperación.</p> <p>Informar a la gerencia de ASODECOM sobre el problema.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementar el plan de emergencia. 2. Verificar el estado actual de los equipos y sistema. 3. Se hace un backup a lo inmediato y se graba en medios extraíbles para evitar pérdida de información. 4. Se notifica a la gerencia de ASODECOM sobre cualquier situación anómala.
--------------------------	--	--	--	----------------------	-----------------------------------	--	--

<p>Recuperación</p>	<p>Se procederá a reiniciar los equipos de cómputos y verificar cada uno de los componentes de la computadora y las conexiones eléctricas del sistema de riego.</p>	<p>Se debe documentar toda la gestión del acontecimiento, este será un resumen de las decisiones que se han tomado. El documento registra todo lo que se ha realizado y se va a realizar en el futuro inmediato para que la seguridad de la información de la organización.</p>	<p>Cada uno de los miembros que fue partícipe del plan deberá realizar acciones correctivas definidas previamente e a fin de detallar cada uno de los sucesos durante la falla eléctrica.</p>	<p>Reportes del plan (Impresora - Papel).</p>	<p>Técnico informático.</p>	<p>Realizar configuraciones de la aplicación con el sistema de riego.</p> <p>Redactar informe en caso de que haya posibles afectaciones o daños al sistema.</p> <p>Restaurar los últimos backup.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Calificar y Cuantificar los daños. 2. Restaurar backup. 3. Restaurar todas las operaciones lo más normal posible. 4. Reunión con la gerencia de ASODECOM para informar lo que ha sucedido.
----------------------------	---	---	---	---	-----------------------------	--	--

Tabla 62: Plan de contingencia **Fuente:** Elaboración propia.

11. Conclusiones

Esta propuesta de proyecto ha cumplido con sus objetivos, habiendo sido creada con el fin de desarrollar un sistema de riego automático, que satisfaga las necesidades de la finca, demostrando por medio de un prototipo a escala poder conseguir un óptimo manejo de los recursos hídricos y así llegar a conseguir una producción de excelente calidad.

Se definieron los requerimientos de usuario y de sistema, los cuales fueron recopilados a través de métodos interactivos a las fuentes de información primarias y luego fueron documentados utilizando la norma IEEE 830 que permitió un manejo óptimo de la información.

A través de los resultados obtenidos en la viabilidad técnica que se implementó en la empresa ASODECOM se determinó que se tendrá que adquirir un equipo de cómputo el cual aloje el sistema además de la adquisición de una placa de Arduino y otros materiales para la instalación del sistema SIRFESH. Se propuso una opción óptima de acuerdo a los requisitos del sistema y la placa de Arduino la cual podrá brindar un rendimiento adecuado durante las jornadas de trabajo dentro de la finca.

En el apartado de la distribución física se detalla el terreno de la finca “la gaviota” en su totalidad además de la zona donde estará alojado el sistema de riego por sensores y la conexión con el pozo artesiano, además de la estructura que tendrá el sistema de riego en su totalidad.

La empresa ASODECOM se encuentra dispuesta a apoyar en todo momento el desarrollo e implementación del sistema. Se concluye que el sistema es factible de forma operativa ya que se cuenta con todos los recursos requeridos para su implementación.

En la viabilidad económica luego de realizar todos los aspectos correspondientes para medir cada factor implicado en el proyecto, el cálculo final nos indica que el Costo total del proyecto es de **4.554,32U\$**.

De acuerdo a los datos arrojados por los indicadores financieros se puede llegar a la conclusión de que el proyecto es rentable ya que al final del horizonte de análisis del proyecto se obtiene un valor actual neto positivo, lo cual indica la recuperación de la inversión más una ganancia de **\$13,310.73** dólares americanos, la **TIR** muestra una tasa de interés máxima del **55%** que el proyecto puede soportar en comparación a la tasa comparativa del 24% y finalmente la **Relación Beneficio Costo** indica una utilidad de 2.12 dólares, lo que significa que por cada dólar invertido se obtendrá una ganancia de 1.12 dólares y un periodo de recuperación de la inversión de **1 años, 10 meses y 4 días**.

El sistema se diseñó utilizando la metodología de Proceso Racional Unificado RUP y el manejo de los conceptos de la programación orientadas a objetos, propiciaron que el desarrollo del sistema sea entendible y sostenible el cual permitió un análisis completo con resultados satisfactorios, lo que facilitó el desarrollo del sistema.

12. Recomendaciones

Antes de implementar el sistema SIRFESH, se harán diferentes estudios que evalúen el terreno donde se construirá el invernadero y los plantíos de cultivo esto determinara el estado del suelo y si es apto para siembra.

Se le sugiere a la empresa ASODECOM que adquiera los equipos técnicos necesarios planteados en la viabilidad técnica en donde se especifica una propuesta de adquisición de un equipo de cómputo más una placa de Arduino, sensores de humedad entre otros materiales para la instalación del sistema SIRFESH los cuales proporcionen un funcionamiento óptimo y eficiente durante el periodo de trabajo en la finca.

Es necesario utilizar el presupuesto de invernadero y los costos de equipos de riego planteados en el estudio financiero para poder empezar la construcción del invernadero y la formación de los bancos donde estarán ubicados los cultivos, en estos se especifican precios exactos de cada uno de los materiales y las dimensiones del terreno a utilizar

El panel del sistema de control tiene que estar ubicado en un área bajo techo, debido a muchos riegos que puedan provocar diversos factores, así como la humedad, o exposición a agentes externos que interfieran con su buen funcionamiento.

Realizar un plan de mantenimiento cada 6 meses o cuando se estime conveniente para actualizar, corregir errores, además de incorporar nuevas funcionalidades que se requieran en base a las nuevas necesidades que surjan dentro de los operativos que utilizan el sistema.

Incluir al personal involucrado a un proceso de capacitación para brindar toda la información necesaria que los ayude a conocer toda la interfaz y beneficios del nuevo sistema y el impacto que tendrá al momento de ser implementado.

13. Bibliografía

acens. (02 de 2014). *acens*. Obtenido de acens: <https://www.acens.com/wp-content/images/2014/02/bbdd-nosql-wp-acens.pdf>

Andres Montoyo, M. M. (- de - de 2011). *rua.ua.es*. Obtenido de rua.ua.es: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/19047/1/Tema_4_-_Proceso_de_produccion.pdf

Bernal, M. (9 de Marzo de 2012). *La Planificación: Conceptos Básicos, Principios, Componentes, Características y Desarrollo del Proceso*. Obtenido de Sitio Web de NikolayAguirre Wordpress: <https://nikolayaguirre.files.wordpress.com/2013/04/1-introduccion-a-la-planificacion.pdf>

Casafe. (- de 09 de 2009). *agrolluvia*. Obtenido de agrolluvia: <http://agrolluvia.com/wp-content/uploads/2009/09/fertilizantes.pdf>

D.Bentley, J. L. (2008). *Analisis de sistemas : Diseños y Metodos*. Mexico D.F: The McGraw-Hill Companies, Inc.

Empresarial, F. d. (sf de sf de sf). *decoop.cl*. Obtenido de decoop.cl: [file:///E:/Nueva%20carpeta%20\(2\)/FACTIBILIDAD%20DEL%20PROYECTO%20EMPRESARIAL.html](file:///E:/Nueva%20carpeta%20(2)/FACTIBILIDAD%20DEL%20PROYECTO%20EMPRESARIAL.html)

Ferguson, J., Patterson, B., & Beres, J. (2003). *La Biblia de C#*. Madrid: Anaya Multimedia.

Fowler, M. K. (1999). *UML gota a gota*. Mexico: Addison .

García, P. (2018). *revistaselectronicas.ujaen.es*. Recuperado el 28 de septiembre de 2018, de [revistaselectronicas.ujaen.es](https://www.google.com.ni/search?ei=TGOuW83tBdLXzwKxtKCACw&q=viabilidad+pdf&oq=viabilidad+pdf&gs_l=psy-ab.3..0j0i22i30k1I9.726711.736572.0.737026.14.9.0.5.5.0.136.1090.0j9.9.0....0...1c.1.64.psy-ab..0.14.1122...0i131k1.0.qKCsLOtKyTg): https://www.google.com.ni/search?ei=TGOuW83tBdLXzwKxtKCACw&q=viabilidad+pdf&oq=viabilidad+pdf&gs_l=psy-ab.3..0j0i22i30k1I9.726711.736572.0.737026.14.9.0.5.5.0.136.1090.0j9.9.0....0...1c.1.64.psy-ab..0.14.1122...0i131k1.0.qKCsLOtKyTg

Gilfillan, I. (2003). *La biblia del mysql*. Anaya multimedia: Madrid.

Guillermo. (5 de Septiembre de 2017). *Medidas y conceptos básicos sobre riego y drenaje*. Obtenido de Irrinews: <http://irrinews.com/2017/09/05/medidas-y-conceptos-basicos-sobre-riego-y-drenaje/>

Hidalgo, W. Á. (30 de Mayo de 2014). *La Prensa*. Obtenido de La Prensa: <https://www.laprensa.com.ni/2014/05/30/economia/196397-solo-4-de-las-fincas-tiene-sistema-de-riego>

IEEE. (2008). *Especificacion de requisitos segun el estandar de IEEE 380*. -: -.

inzunza, J. (sf de sf de 2006). *nimbus*. Obtenido de nimbus: http://nimbus.com.uy/weather/Cursos/Curso_2006/Textos%20complementarios/Meteorologia%20descriptiva_Inzunza/cap5_Inzunza_Humedad.pdf

James Rumbaugh, i. j. (2000). *El lenguaje unificado de modelado*. Madrid: Pearson education.

Lacayo, L. N. (10 de Junio de 2013). *El Nuevo Diario*. Obtenido de El nuevo Diario: <https://www.elnuevodiario.com.ni/economia/288526-ofrecen-nuevas-tecnologias-agricultores/>

Mertens, E. y. (1993). *Sensores para la técnica de procesos y manipulación*. Esslingen , Stuttgart: Festo Didactic.

pañeda, J. b. (sf de sf de 2004). <http://genesis.uag.mx/edmedia/material/adm/unidad6.pdf>. Obtenido de <http://genesis.uag.mx/edmedia/material/adm/unidad6.pdf>: <http://genesis.uag.mx/edmedia/material/adm/unidad6.pdf>

pressman, R. (2010). *Ingenieria de software enfoque practico*. México, D. F.: The McGraw-Hill.

Rojas, M. J. (2015). *Instituto tecnologico de Morelia*. Obtenido de dsc.itmorelia.edu.mx/~jcolivares/courses/pm10a/pm_u1.doc

softeng.es. (- de - de -). *softeng.es*. Obtenido de softeng.es: <https://www.softeng.es/es-es/empresa/metodologias-de-trabajo/metodologia-scrum.html>

Sommerville, I. (2005). *Ingenieria del software 7a edicion*. Madrid: Pearson Educacion.

UML, D. d. (sf de sf de sf). *teatrobadia*. Obtenido de teatrobadia: http://www.teatrobadia.com/es/uploads/documentos/iagramas_del_uml.pdf

Villagrana, A. L. (23 de febrero de 2014). *proceso-unificado-racional.blogspot*. Obtenido de proceso-unificado-racional.blogspot: <http://proceso-unificado-racional.blogspot.com/>

Anexos

Anexo N°1: Glosario a desarrollar para la normativa IEEE 830

1. Introducción

- a. Propósito
- b. Ámbito del Sistema
- c. Visión General del Documento

2. Descripción General

- a. Perspectiva del Producto
- b. Funciones del Producto
- c. Características de los Usuarios
- d. Restricciones
- e. Suposiciones y Dependencias
- f. Requisitos Futuros

3. Requisitos Específicos

- a. Interfaces Externas
- b. Funciones
- c. Requisitos de Rendimiento
- d. Restricciones de Diseño
- e. Atributos del Sistema
- f. Otros Requisitos

Anexo N°2: Entrevista para la gerencia de ASODECOM

Objetivo: Identificar los requerimientos del sistema de riego y fertilización mediante sensores de humedad propuesto a la Asociación de Desarrollo Comunitario (ASODECOM) en la finca “La Gaviota” y determinar la viabilidad de su implementación.

1- ¿Actualmente la finca cuenta con algún tipo de sistema de riego?

Sí No

2- ¿Existe actualmente alguna problemática que concierna con el sistema de riego que posee?

Sí No

3- ¿Cuál es la problemática que se busca a solucionar en el sistema de riego actual?

4- Describa el procedimiento actual con el que se lleva a cabo el riego y/o fertilización.

5- ¿Quiénes son las personas responsables o involucradas en la ejecución de las actividades proceso de irrigación actual?

6- Diga del 1 al 5, siendo 5 el más alto y 1 el más bajo. ¿Cuánta independencia de criterio tienen los trabajadores a la hora de tomar decisiones?

1- Muy poca

2- Poca

3- Regular

4- Buena

5- Muy Buena

7- ¿Poseen un sistema de información para el control del sistema de riego en la actualidad? En caso de ser NO, avance hasta la pregunta número 10.

Sí No

8- ¿Qué funciones del sistema actual satisfacen las necesidades de la asociación?

9- ¿Qué funciones del sistema actual NO satisfacen las necesidades de la asociación?

10- ¿Cree usted que sería importante implementar nuevas tecnologías en los cultivos?

Sí No

¿Por qué?

11- ¿Tiene conocimiento sobre los sistemas de riego mediante sensores de humedad?

Sí No

12- ¿Cree necesaria la implementación de un nuevo sistema de riego mediante sensores de humedad para resolver la problemática del sistema actual?

Sí No

13- ¿Estaría dispuesto a apoyar en el desarrollo e implementación de un sistema de información que resuelva la problemática actual en la finca “La Gaviota”?

Sí No

¿Por qué?

14- ¿Estaría dispuesto a invertir en equipo para la implementación del nuevo sistema dentro de la finca “la gaviota”?

Sí No

¿Por qué?

15- ¿Cuáles son los objetivos que pretende incorporar al nuevo sistema de riego mediante sensores de humedad?

16- ¿Qué funciones considera serían imprescindibles para el nuevo sistema de riego?

17- ¿Qué funciones considera que NO serían imprescindibles para el nuevo sistema de riego?

18- El sistema de información pretende ser de uso:

Interno en la empresa

Externo de la empresa

Interno y Externo

19- ¿En qué ambientes desea que funcione dicho sistema de información?

Aplicación de Escritorio para Windows

Aplicación de Escritorio para Linux

Aplicación de Escritorio para Mac

Aplicación Móvil (para teléfonos y/o tabletas)

Aplicación Web

Otro: _____

20- ¿Pretende utilizar el sistema de información en múltiples equipos de cómputo? De ser sí, establezca una cantidad aproximada de equipos.

Sí Número de Equipos: _____

No

21- ¿Estaría dispuesta la Asociación de Desarrollo Comunitario (ASODECOM) a brindar información adicional para el desarrollo e implementación del Sistema en caso de ser necesario?

Sí No

22- ¿Qué obstáculos se podrían presentar al momento de la implementación del Sistema?

23- ¿Qué personas harán uso del sistema de información a implementar?

24- ¿Quiénes tendrán acceso total y/o parcial a la información del sistema?
¿Qué tipo de restricciones se le establecerá a las mismas?

¿Quiénes NO tendrán acceso a la información al sistema?

25- ¿El sistema de información deberá generar reportes de salida? De ser afirmativa la respuesta ¿Qué tipo de reportes deberá mostrar el mismo?

26- Con que frecuencia se riegan y/o fertilizan las plantaciones?

- Nunca
- Casi nunca
- Ocasionalmente
- Regularmente
- Siempre

27- ¿Considera importante mantener respaldo de la información del sistema?

Sí No

28- ¿Qué tipo de información le gustaría que se guardase?

29- ¿Qué información del nuevo sistema de riego NO se podrá alterar una vez que haya registrado información? Explique.

30- ¿Qué persona estará a cargo de proporcionar información que colabore con el desarrollo del sistema? Proporcionar nombre completo, cargo, email y número de teléfono.

Nombres y apellidos	
Cargo en la empresa	
Correo electrónico	
Números de Teléfono	

Nombres y apellidos	
Cargo en la empresa	
Correo electrónico	
Números de Teléfono	

31- ¿El sistema deberá almacenar el plan de riego de todos los cultivos realizados anualmente?

Sí No

32- ¿Considera usted que este sistema es un proyecto escalable y que puede llegar a tener funciones adicionales en un futuro? De ser así, mencione posibles funciones que puedan ser implementadas al sistema de información.

33- ¿Cree que ASODECOM posee en la actualidad los recursos físicos y lógicos necesarios para la implementación del sistema? Si su respuesta es NO, avance a la pregunta número 36.

Sí No

34- ¿Qué equipos utiliza para el riego actual?

35- ¿El desarrollo del nuevo sistema de riego pretende ser trabajado en conjunto con otras personas ajenas al equipo? De ser así, por favor proporcione información de contacto.

Nombres y Apellidos	
Cargo en la empresa	
Correo electrónico	
Números de Teléfono	

Nombres y Apellidos	
Cargo en la empresa	
Correo electrónico	
Números de Teléfono	

36- ¿Qué tan vitales serán los siguientes factores en el Sistema de Información a desarrollar? Tome en cuenta los siguientes valores y marque con una X según corresponda:

1: Innecesario

3: Importante

5: Vital

2: Opcional

4: Obligatorio

Característica	Valor				
	1	2	3	4	5
Respuesta del sistema de información					
Disponibilidad del sistema en el entorno de trabajo					
Diseño de interfaces atractivas y fáciles de usar en el sistema					
Seguridad de la información dentro del sistema					
Escalabilidad de la capacidad y funciones del sistema					
Métodos de recuperación anti fallos del sistema de información					
Portabilidad del sistema de información en múltiples sistemas operativos					
Exactitud y autenticidad de la información almacenada por el sistema					
Interoperabilidad del sistema de información					

Anexo N°3: Entrevista al administrador de la Finca La Gaviota

Objetivo: Identificar los requerimientos del sistema de riego y fertilización mediante sensores de humedad propuesto a la Asociación de Desarrollo Comunitario (ASODECOM) en la finca “La Gaviota” y determinar la viabilidad de su implementación.

1- ¿Con que tipo de sistema de riego cuenta la finca actualmente?

Goteo

Aspersión

Hidropónico

Nebulización

Automatizado

2- ¿Cuánto tiempo llevan trabajando con el sistema actual?

3- ¿Cuáles son las cosas que encuentran más difíciles en el proceso de riego actual?

4- ¿Qué tipos de hortalizas se cultivan en la finca “La Gaviota”?

5- ¿Cuánto tiempo dura el regado de las hortalizas?

6- ¿Poseen alguna ficha técnica para hacer los riegos y/o fertilizaciones en los cultivos?

7- ¿Qué equipos utiliza para el riego actual?

8- ¿Mantienen algún control sobre los materiales que se utilizan para el cuidado de las hortalizas?

9- ¿Cuáles son las principales actividades que se realizan en la finca “La Gaviota” en cuanto a los cultivos?

10- En una escala del 1 al 5, siendo el 1 Ninguna y 5 Excelente, ¿Cuál es la experiencia con el sistema de riego actual?

- 1- Ninguna
- 2- Poca
- 3- Regular
- 4- Muy buena
- 5- Excelente

11- ¿Qué otros sistemas de riego además del de goteo se han implementado en la finca “La Gaviota”?

12- ¿Cree usted que sería importante implementar nuevas tecnologías en los cultivos?

Sí No

¿Por qué?

13- ¿Tiene conocimiento sobre los sistemas de riego por sensores de humedad?

Sí No

14- Conforme a la pregunta anterior, si su respuesta fue **SI**, responda: ¿Ha tenido experiencia con sistemas controlados a través de sensores de humedad?

Sí No

15- ¿Estaría dispuesto a apoyar en el desarrollo e implementación de un sistema de información que resuelva alguna problemática existente en la finca?

Sí No

¿Por qué?

16- ¿Qué funciones considera serían imprescindibles para el nuevo sistema de riego?

17- ¿Qué funciones considera que NO serían imprescindibles para el nuevo sistema de riego?

18- Seleccione su grado académico:

- Educación Primaria
- Educación Secundaria
- Educación Superior (Universitario) Título: _____
- Ninguno

19- ¿Posee habilidades relacionadas al uso y manejo de una computadora? De ser así, explique sus habilidades:

Sí No

Explique:

20- Mencione el cargo que tiene en la Asociación de Desarrollo Comunitario (ASODECOM):

21- Explique brevemente las actividades que realiza en su puesto de trabajo:

22- ¿Existen programas de capacitación dentro de la empresa? Si su respuesta es SI, avance a la pregunta 20.

Sí No

23- ¿Le gustaría que hubiese programas de capacitación?

Sí No

24- En una escala del 1 al 5, siendo 1 Muy bajo y 5 Muy alto, ¿Cuáles son sus expectativas sobre la capacidad de rendimiento en cuanto a la aplicación del sistema de riego mediante sensores?

1- Muy bajo

2- Bajo

3- Medio

4- Alto

5- Muy alto

25- ¿Tiene usted experiencia con este tipo de sistema de información?

Sí No

26- ¿Cuáles son sus expectativas en cuanto a fiabilidad del sistema?

27- ¿Cuáles son sus expectativas con respecto a la facilidad de uso de esta aplicación?

28- ¿Qué tan vitales serán los siguientes factores en el Sistema de Información a desarrollar? Tome en cuenta los siguientes valores y marque con una X según corresponda:

1: Innecesario

3: Importante

5: Vital

2: Opcional

4: Obligatorio

Característica	Valor				
	1	2	3	4	5
Respuesta del sistema de información					
Disponibilidad del sistema en el entorno de trabajo					
Diseño de interfaces atractivas y fáciles de usar en el sistema					
Seguridad de la información dentro del sistema					
Escalabilidad de la capacidad y funciones del sistema					
Métodos de recuperación anti fallos del sistema de información					
Portabilidad del sistema de información en múltiples sistemas operativos					
Exactitud y autenticidad de la información almacenada por el sistema					
Interoperabilidad del sistema de información					

Anexo N°4: Finca “La Gaviota”, ASODECOM, Somoto, Madriz 2019.



Ilustración 77: Tanque de almacenamiento de agua #1 Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 78: Manguera de riego por goteo #1 Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 79: Llaves de pase de agua **Fuente:** Elaboración propia.



Ilustración 80: Manguera de riego por goteo #2 **Fuente:** Elaboración propia.



Ilustración 81: Tanque de almacenamiento de agua #2 **Fuente:** Elaboración propia.



Ilustración 82: Equipo de trabajo de la finca "La Gaviota" **Fuente:** Elaboración propia.



Ilustración 83: Entrada principal de la Finca “La Gaviota” **Fuente:** Elaboración propia.



Ilustración 84: Lugar de construcción del túnel e instalación del sistema #1 **Fuente:** Elaboración propia.



Ilustración 85: Lugar de construcción del túnel e instalación del sistema #2 **Fuente:** Elaboración propia.



Ilustración 86: Tuberías actuales de la Finca “La Gaviota” **Fuente:** Elaboración propia.