



**FACULTAD DE POSTGRADO**

**TESIS DE POSTGRADO**

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE RIEGO AUTOMATIZADO  
PARA LA SOSTENIBILIDAD AGRÍCOLA EN LA COMPAÑÍA  
AZUCARERA TRES VALLES**

**SUSTENTADO POR:**

**RICARDO ANTONIO MONCADA ESPINAL**

**KAROLAY SOFIA ZÚNIGA RIVAS**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE MÁSTER EN  
ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

**TEGUCIGALPA, F.M., HONDURAS, C.A.**

**MAYO, 2024**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA  
UNITEC**

**FACULTAD DE POSTGRADO**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTORA**

**ROSALPINA RODRÍGUEZ**

**SECRETARIO GENERAL/PRORRECTOR**

**ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**VICERRECTOR ACADÉMICO NACIONAL**

**JAVIER ABRAHAM SALGADO LEZAMA**

**DECANA NACIONAL DE POSTGRADO**

**ANA DEL CARMEN RETALLY VARGAS**

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE RIEGO AUTOMATIZADO  
PARA LA SOSTENIBILIDAD AGRÍCOLA EN LA COMPAÑÍA  
AZUCARERA TRES VALLES**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS  
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
MÁSTER EN  
ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

**ASESOR METODOLÓGICO**

**RIGOBERTO RODRIGUÉZ ÁVILA**

**ASESOR TEMÁTICO**

**ENMA CAROLINA DÁVILA GIRÓN**

**MIEMBROS DE LA TERNA**

**PATRICK DAVID PEÑATE FERNANDEZ**

**MARIO ROBERTO CENTENO LÓPEZ**

# **DERECHOS DE AUTOR**

© Copyright 2024

Ricardo Antonio Moncada Espinal

Karolay Sofia Zúniga Rivas

Todos los derechos son reservados.



**FACULTAD DE POSTGRADO**

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE RIEGO AUTOMATIZADO  
PARA LA SOSTENIBILIDAD AGRÍCOLA EN LA COMPAÑÍA  
AZUCARERA TRES VALLES**

**KAROLAY SOFÍA ZÚNIGA RIVAS**

**RICARDO ANTONIO MONCADA ESPINAL**

**RESUMEN**

El propósito de este trabajo final de graduación consistió en evaluar el impacto y la viabilidad del sistema automatizado de riego implementado en la Compañía Azucarera Tres Valles. La finalidad de la investigación fue analizar en profundidad el diseño, la implementación y los efectos de dicho sistema en la eficiencia y sostenibilidad de las operaciones agrícolas. Se adoptó un enfoque metodológico mixto que integró técnicas cuantitativas y cualitativas. A través de análisis descriptivos y exploratorios, junto con encuestas y observaciones directas, se recopilaron datos relevantes. Los resultados revelaron una reducción promedio del 23% en el consumo de agua y un aumento del 53% en la eficiencia operativa con la implementación del sistema automatizado. En conclusión, se recomienda la implementación efectiva del sistema, con un enfoque en la capacitación del personal y la supervisión continua para asegurar su éxito a largo plazo.

Palabras Claves: (automatización, eficiencia, riego, sostenibilidad, tecnología)



**GRADUATE SCHOOL**

**DESIGN AND PLANIFICATION OF AUTOMATED  
IRRIGATION FOR AGRICULTURAL SUSTAINABILITY IN  
THE COMPAÑÍA AZUCARERA TRES VALLES**

**KAROLAY SOFÍA ZÚNIGA RIVAS**

**RICARDO ANTONIO MONCADA ESPINAL**

**ABSTRACT**

The purpose of this final graduation project was to evaluate the impact and feasibility of the automated irrigation system implemented at the Tres Valles Sugar Company. The aim of the research was to analyze in-depth the design, implementation, and effects of this system on the efficiency and sustainability of agricultural operations. A mixed methodological approach was adopted, integrating both quantitative and qualitative techniques. Through descriptive and exploratory analysis, along with surveys and direct observations, relevant data were collected. The results revealed an average reduction of 23% in water consumption and a 53% increase in operational efficiency with the implementation of the automated system. In conclusion, effective implementation of the system is recommended, with a focus on staff training and continuous monitoring to ensure its long-term success.

Key Words: (automation, efficiency, irrigation, sustainability, technology)

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, el desarrollo del trabajo de investigación no podría ser posible gracias a Dios todo poderoso, por ser quien nos acompaña y nos orienta en cada circunstancia de nuestras vidas incluyendo la culminación de este proyecto.

A nuestros padres, hermanos(as), por su apoyo y amor incondicional, y a nuestros catedráticos, por su inspiración y orientación invaluable, solo se pudo alcanzar con el acompañamiento de estas personas que hicieron posible el logro exitoso de esta meta culminada.

## **AGRADECIMIENTO**

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a la Compañía Azucarera Tres Valles por brindarnos la oportunidad de llevar a cabo este proyecto. Agradecemos especialmente al ingeniero Rodolfo Flores, Gerente de Proyectos, por su invaluable orientación, apoyo y confianza a lo largo de esta investigación. Su liderazgo y compromiso fueron fundamentales para el éxito de este trabajo.

Al licenciado Rigoberto Rodríguez Ávila por la asesoría y apoyo brindado en el desarrollo de nuestro trabajo final de graduación.

A todos los (as) catedráticos (as) de UNITEC, por facilitarnos de manera atenta sus conocimientos y consejos en el transcurso de la maestría, gracias a ellos nos llevamos estas experiencias para implementar en nuestra vida profesional y personal.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA .....	2
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	4
1.3.1 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	4
1.4 OBJETIVOS .....	5
1.4.1 OBJETIVO GENERAL .....	5
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	6
1.5 JUSTIFICACIÓN .....	6
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>8</b>
2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	8
2.1.1 ANÁLISIS DEL MACROENTORNO .....	8
2.1.2 ANÁLISIS DEL MICROENTORNO .....	9
2.1.3 IMPACTO FINANCIERO Y OPERATIVO DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS DE RIEGO .....	11
2.1.4 FACTORES CONTEXTUALES Y LIMITACIONES EN EL ENTORNO ...	12
2.1.5 BRECHAS Y OPORTUNIDADES .....	13
2.1.6 RESISTENCIA AL CAMBIO .....	14
2.2 CONCEPTUALIZACIÓN .....	15
2.3 TEORÍAS DE SUSTENTO .....	17
2.3.1 BASES TEÓRICAS .....	17
2.3.2 METODOLOGÍAS DESARROLLADAS POR OTROS INVESTIGADORES O EXPERTOS .....	24
2.3.3 INSTRUMENTOS UTILIZADOS .....	27

2.4	MARCO LEGAL.....	29
<b>CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO .....</b>		<b>32</b>
3.1	CONGRUENCIA METODOLÓGICA .....	32
3.1.1	MATRÍZ METODOLÓGICA.....	32
3.1.2	ESQUEMA DE VARIABLES DE ESTUDIO.....	33
3.1.3	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....	34
3.2	ENFOQUE Y MÉTODOS.....	36
3.3	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	37
3.3.1	POBLACIÓN .....	38
3.3.2	MUESTRA.....	38
3.3.3	TÉCNICAS DE MUESTREO.....	39
3.3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA PARA ENCUESTAS .....	40
3.4	TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS APLICADOS .....	40
3.4.1	TÉCNICAS.....	40
3.4.2	INSTRUMENTOS .....	41
3.4.3	PROCEDIMIENTOS APLICADOS.....	42
3.5	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	43
3.5.1	FUENTES PRIMARIAS .....	43
3.5.2	FUENTES SECUNDARIAS.....	44
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....</b>		<b>46</b>
4.1	INFORME DE PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	46
4.2	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS TÉCNICAS APLICADAS.....	46
4.2.1	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA ENCUESTA .....	46
4.2.2	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS FICHAS DE OBSERVACIÓN .....	59
4.2.3	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS DATOS ESTADÍSTICOS.....	68

<b>CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>70</b>
5.1 CONCLUSIONES .....	70
5.2 RECOMENDACIONES.....	71
<b>CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD .....</b>	<b>74</b>
6.1 NOMBRE DE LA PROPUESTA.....	74
6.2 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA.....	74
6.3 ALCANCE DE LA PROPUESTA .....	75
6.4 DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO A DETALLE DE LA PROPUESTA.....	76
6.4.1 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA .....	76
6.4.2 DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....	77
6.5 MEDIDAS DE CONTROL .....	132
6.6 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN Y PRESUPUESTO.....	133
6.6.1 CRONOGRAMA DEL PROYECTO .....	133
6.6.2 PRESUPUESTO GENERAL.....	136
6.7 CONCORDANCIA DE LOS SEGMENTOS DE LA TESIS CON LA PROPUESTA	139
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>144</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>149</b>
ANEXO 1: FORMATO DE FICHA DE OBSERVACION .....	149
ANEXO 2: FORMATO DE ENCUESTA .....	150

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz Metodológica de Caso de Estudio .....	26
Tabla 2. Instrumentos Utilizados.....	27
Tabla 3. Continuación de la Tabla 2.....	28
Tabla 4. Continuación de la Tabla 2.....	29
Tabla 5. Marco Legal de Riego Automatizado .....	30
Tabla 6. Continuación de la Tabla 5.....	31
Tabla 7. Congruencia Metodológica .....	32
Tabla 8. Continuación de la Tabla 7.....	33
Tabla 9. Operacionalización de Variables.....	34
Tabla 10. Continuación de la Tabla 9.....	35
Tabla 11. Continuación de la Tabla 9.....	36
Tabla 12. Riesgos Asociados a las Fincas Muestreadas.....	66
Tabla 13. Datos Estadísticos Generales de las Fincas Muestreadas.....	68
Tabla 14. Continuación de la Tabla 13.....	69
Tabla 15. Acta de Constitución del Proyecto .....	77
Tabla 16. Continuación de la Tabla 15.....	78
Tabla 17. Continuación de la Tabla 15.....	79
Tabla 18. Continuación de la Tabla 15.....	80
Tabla 19. Diccionario de la EDT.....	82
Tabla 20. Continuación de la Tabla 19.....	82
Tabla 21. Continuación de la Tabla 19.....	84
Tabla 22. Plan para la Dirección del Proyecto .....	85
Tabla 23. Continuación de la Tabla 22.....	86
Tabla 24. Continuación de la Tabla 23.....	87
Tabla 25. Alcance del Proyecto.....	88
Tabla 26. Continuación de la Tabla 25.....	89
Tabla 27. Ahorro y Beneficios Estimados.....	93
Tabla 28. Financiamiento del Proyecto .....	94
Tabla 29. Análisis Financiero del Proyecto.....	95
Tabla 30. Continuación de la Tabla 29.....	96

Tabla 31. Plan de Gestión de la Calidad del Proyecto .....	97
Tabla 32. Continuación de la Tabla 31 .....	98
Tabla 33. Métricas del Control de la Calidad.....	99
Tabla 34. Plan de Gestión de Cambios del Proyecto.....	100
Tabla 35. Formato de Solicitud de Cambios .....	101
Tabla 36. Continuación de la Tabla 35.....	102
Tabla 37. Lista de Actividades y Atributos .....	102
Tabla 38. Continuación de la Tabla 37.....	103
Tabla 39. Continuación de la Tabla 37.....	104
Tabla 40. Matriz de Asignación de Responsabilidades.....	106
Tabla 41. Continuación de la Tabla 40.....	107
Tabla 42. Continuación de la Tabla 40.....	108
Tabla 43. Plan de Administración de las Comunicaciones .....	111
Tabla 44. Continuación de la Tabla 43.....	112
Tabla 45. Continuación de la Tabla 43.....	113
Tabla 46. Continuación de la Tabla 43.....	114
Tabla 47. Plan de Gestión de Riesgos .....	114
Tabla 48. Continuación de la Tabla 47.....	115
Tabla 49. Evaluación de Riesgos del Proyecto .....	116
Tabla 50. Análisis de Probabilidad e Impacto de Riesgos .....	117
Tabla 51. Continuación de la Tabla 50.....	118
Tabla 52. Valor Monetario Esperado de Riesgos.....	119
Tabla 53. Calificación del Impacto Ambiental.....	120
Tabla 54. Matriz de Leopold .....	121
Tabla 55. Continuación de la Tabla 54.....	122
Tabla 56. Continuación de la Tabla 54.....	123
Tabla 57. Matriz de Interesados del Proyecto .....	125
Tabla 58. Continuación de la Tabla 57.....	126
Tabla 59. Influencia y Autoridad de los Interesados.....	126
Tabla 60. Interés y Autoridad de los Interesados .....	127
Tabla 61. Influencia e Impacto de los Interesados .....	128

Tabla 62. Matriz de Expectativas y Clasificación de los Interesados .....	129
Tabla 63. Continuación de la Tabla 62.....	130
Tabla 64. Continuación de la Tabla 62.....	131
Tabla 65. Presupuesto General del Proyecto.....	136
Tabla 66. Continuación de la Tabla 65.....	137
Tabla 67. Concordancia de la investigación.....	139
Tabla 68. Continuación de la Tabla 67.....	140
Tabla 69. Continuación de la Tabla 67.....	141
Tabla 70. Continuación de la Tabla 67.....	142
Tabla 71. Continuación de la Tabla 67.....	143

## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Compañía Azucarera Tres Valles .....	2
Ilustración 2. Sistema de Riego en la Compañía Azucarera Tres Valles .....	10
Ilustración 3. Pirámide de la Automatización de Procesos .....	18
Ilustración 4. Industria 4.0.....	20
Ilustración 5. Modelo de Cambio de Lewin .....	22
Ilustración 6. Curva de Adopción Tecnológica.....	23
Ilustración 7. Esquema de Variables de Estudio .....	34
Ilustración 8. Esquema de Metodología de Investigación.....	36
Ilustración 9. Cálculo de Muestra del Estrato .....	39
Ilustración 10. Muestra por Tipo de Cargo en la Compañía .....	46
Ilustración 11. Desafíos por Considerar ante el Diseño y Planificación de la Automatización de Riego.....	47
Ilustración 12. Oportunidades por Considerar ante el Diseño y Planificación de la Automatización de Riego .....	48
Ilustración 13. Nivel de Familiaridad con Sistemas de Riego Automatizado .....	49
Ilustración 14. Nivel de Innovación de la Compañía .....	50
Ilustración 15. Percepción de Ajuste en los Roles y Responsabilidades.....	50
Ilustración 16. Necesidad de Capacitación para el Personal .....	51
Ilustración 17. Percepción de Mejora en la Eficiencia Hídrica .....	52
Ilustración 18. Percepción de Mejora en la Eficiencia Operativa .....	53
Ilustración 19. Percepción de la Calidad o Rendimiento .....	54
Ilustración 20. Reconocimiento del Impacto en la Estructura Organizativa .....	54
Ilustración 21. Reconocimiento de la Efectividad e Impacto.....	55
Ilustración 22. Percepción de Resistencia al Cambio a Nivel Gerencial .....	56
Ilustración 23. Percepción de Resistencia al Cambio a Nivel Operativo .....	56
Ilustración 24. Gestión de Resistencia al Cambio .....	57
Ilustración 25. Estrategias de Aceptación para Innovaciones .....	58
Ilustración 26. Fincas por Distrito.....	59
Ilustración 27. Fincas por Tercio.....	60
Ilustración 28. Ubicación por Departamento y Municipio.....	61

Ilustración 29. Fincas Propias o Arrendadas de la Muestra .....	62
Ilustración 30. Fincas por Recurso Hídrico .....	63
Ilustración 31. Área total y Metros Cúbicos Aplicados .....	64
Ilustración 32. Riesgos Asociados en las Fincas Muestreadas.....	65
Ilustración 33. Se cuenta con el Personal Capacitado para Operar y Mantener Sistemas de Automatización.....	67
Ilustración 34. Producción Anual en TCH .....	67
Ilustración 35. Estructura de Desglose de Trabajo del Proyecto.....	81
Ilustración 36. Finca Granadilla .....	89
Ilustración 37. Diseño Hidráulico de la Finca Granadilla .....	90
Ilustración 38. Diagrama P&ID de Finca Granadilla .....	91
Ilustración 39. Estructura Organizacional de la Compañía Ligada al Proyecto.....	105
Ilustración 40. Valores de Probabilidad e Impacto .....	115
Ilustración 41. Cronograma del Proyecto .....	133
Ilustración 42. Continuación del Cronograma del Proyecto .....	134
Ilustración 43. Continuación del Cronograma del Proyecto .....	134
Ilustración 44. Continuación del Cronograma del Proyecto .....	135
Ilustración 45. Continuación del Cronograma del Proyecto .....	135

# **CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## **1.1 INTRODUCCIÓN**

En un contexto global donde la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental se han vuelto primordiales, la gestión eficiente de los recursos hídricos se convierte en un aspecto esencial. El enfoque de este informe de tesis recae en la Compañía Azucarera Tres Valles S.A. de C.V y su compromiso con la implementación de prácticas sostenibles para asegurar un manejo responsable de los recursos hídricos, especialmente en el ámbito del riego. El propósito fundamental de este proyecto se centra en el diseño y planificación de un sistema de control automatizado que regule de forma eficaz el suministro de agua a las áreas de cultivo de caña de azúcar, con el objetivo claro de maximizar la productividad, reducir el consumo de recursos hídricos y disminuir los costos operativos.

Los fundamentos asociados con este desafío se basan en investigaciones que evalúan la eficiencia del uso del agua en la agricultura, así como en el desarrollo de sistemas de automatización de riego. Este enfoque no solo busca mejorar la eficiencia en el consumo de energía, agua y operaciones en el sistema de riego, sino también optimizar los recursos y aumentar la productividad agrícola. Se busca reducir el consumo de agua en un 10%, así como el de energía eléctrica en un 10%, y obtener una reducción en los costos operativos del 15%.

La planificación del sistema de automatización de riego en los cultivos de caña de azúcar de la compañía se lleva a cabo siguiendo un plan detallado que respeta plazos, fechas programadas y gestiona de manera eficiente los recursos. El proyecto busca implementar un procedimiento de automatización de riego avanzado que abarque 100 hectáreas del cultivo de caña de azúcar, centrándose exclusivamente en la automatización del sistema de riego, sin intervenir en otros aspectos del proceso de cultivo. No implica cambios en la estructura de las instalaciones existentes y se limita al uso y mantenimiento del nuevo sistema de riego automatizado por parte del personal.

Como entregables, se ofrece el diseño y planificación del proyecto y sistema de automatización, la documentación para la capacitación del personal, manuales relevantes y un informe detallado. Este proyecto aspira a servir como un ejemplo, de que la tecnología y la sostenibilidad pueden fusionarse para fomentar el uso responsable de los recursos hídricos en la agricultura.

## 1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

La gestión de los recursos hídricos en el ámbito agrícola ha sido un desafío constante, específicamente en sistemas de riego para cultivos como la caña de azúcar, se ha desarrollado a lo largo del tiempo en un contexto global de creciente conciencia sobre la sostenibilidad y la necesidad de preservar los recursos naturales. Becerra (2022) menciona que el desarrollo de sistemas de riego en la agricultura ha sido un proceso que se remonta a siglos atrás, donde la humanidad ha indagado constantemente en formas más eficientes de aprovechar el agua para incrementar la productividad de los cultivos. En el caso de la Compañía Azucarera Tres Valles S.A. de C.V., la problemática se origina en la dependencia de sistemas de riego convencionales que, aunque funcionales, presentan deficiencias y altos consumos de agua. Según datos internos de la empresa, estos sistemas convencionales de riego han demostrado consumos de agua promedio de aproximadamente 12,500 metros cúbicos por hectárea en cada ciclo de cultivo de caña de azúcar. A pesar de lograr su cometido, estos métodos presentan ineficiencias notables, lo que resulta en un uso excesivo de recursos hídricos. Además, según registros históricos de la empresa, se estima que estos sistemas convencionales operan con una eficiencia promedio de alrededor del 79%, lo que evidencia un margen significativo de mejora en la gestión y optimización del suministro de agua para los cultivos (Compañía Azucarera Tres Valles, 2023).



**Ilustración 1. Compañía Azucarera Tres Valles**

Fuente: (Compañía Azucarera Tres Valles, 2023)

A lo largo del tiempo, se han implementado diversos métodos y tecnologías para mejorar la eficiencia en el uso del agua en la agricultura. Según Escobar (2022), la automatización de sistemas de riego ha surgido como una solución innovadora para abordar estos desafíos, permitiendo un control más preciso y eficiente del suministro de agua en los campos de cultivo. A pesar de los avances, la implementación de estos sistemas en la Compañía Azucarera Tres Valles S.A. de C.V. aún no se ha llevado a cabo de manera efectiva, dejando una brecha en la optimización de recursos y la reducción de costos operativos. A la fecha, se han realizado intentos para mejorar la gestión del agua en la zona con ayuda de sensores de humedad en suelo, reduciendo en un 23% la cantidad de agua aplicada, pero queda pendiente la implementación exitosa de sistemas de automatización de riego en la compañía para abordar estas limitaciones específicas.

Escobar, Pedraza, & Cárdenas (2022) afirma:

El agricultor, por preferencia, costumbre y conocimientos ancestrales, prefiere continuar realizando las actividades en campo de la manera convencional, como lo aprendió de los antecesores. La resistencia al cambio, por un lado, está relacionada con el desconocimiento de la tecnología, el uso y el manejo intrínseco del entorno de trabajo y, por otro, se puede afirmar que el agricultor está convencido de que la forma adecuada de ejecutar las tareas es como se ha realizado hasta la actualidad, lo que difícilmente cambia la perspectiva para apropiarse de nuevas tecnologías, entendidas no solamente, como procesos o modelos de producción, sino también como dispositivos dados por la modernización de materiales, equipos y las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. (pág. 5)

La Compañía Azucarera Tres Valles, inmersa en la modernización, ha experimentado desafíos similares durante los últimos dos años al implementar estrategias de automatización. La principal área afectada por este avance ha sido el personal encargado del monitoreo en las fincas de caña de azúcar. El temor al reemplazo laboral y las preocupaciones sobre posibles reducciones en las producciones estimadas han generado resistencia y aprensión entre los trabajadores. Esta situación destaca la necesidad de abordar no solo los aspectos tecnológicos de la automatización, sino también las implicaciones en la gestión del personal y la comunicación efectiva para superar las barreras hacia la adopción exitosa de nuevas prácticas.

Pérez & Marceles (2019) afirma: “Aproximadamente 20-30 millones de hectáreas se encuentran seriamente afectadas por la salinidad debido a la sequía extrema y se estima que 250-500 mil hectáreas se pierden anualmente para la producción agrícola” (pág. 123).

De igual forma, otro aspecto a tomar en cuenta que ha surgido en la zona centroamericana es la falta de mano de obra calificada por la alta tasa de migración por lo que Contreras (2023) afirma: “Si bien la migración es un problema histórico de la humanidad, en los últimos años, las condiciones particulares desde las cuales se dan estas grandes movilizaciones de personas derivan en una gran crisis humanitaria, social y económica” (pág. 32). Impactando de este modo la cantidad de personas disponibles en la zona que puedan ocupar puestos técnicos y de operación continua dentro de la compañía, generando de este modo, un apuro en crear estrategias que obliguen a las empresas a ser sostenibles en el tiempo y no se vean alteradas por este tipo de efecto social.

En este contexto, la empresa se sitúa en la encrucijada de equilibrar la modernización de sus prácticas agrícolas con la gestión efectiva de los recursos. Esta secuencia histórica obliga a evolucionar desde métodos convencionales de riego hacia la consideración y la necesidad creciente de implementar soluciones más eficientes, como la automatización de sistemas de riego, para optimizar el uso del agua en la agricultura y abordar los desafíos planteados en la Compañía Azucarera Tres Valles S.A. de C.V.

### **1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

El sistema de riego convencional de la Compañía Azucarera Tres Valles, presenta ineficiencias que resultan en un alto consumo de agua y baja eficiencia operativa, afectando la sostenibilidad y productividad del cultivo de caña de azúcar.

#### **1.3.1 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

A continuación, se presenta la pregunta general de investigación, la cual es esencial para establecer las bases y dirección para nuestro estudio, proporcionando una guía sobre lo que se busca lograr, está estrechamente relacionada con el objetivo general de investigación:

1. ¿Cuáles son los principales desafíos y oportunidades asociados con el diseño y planificación de un sistema de control automatizado en la Compañía Azucarera Tres Valles, con el objetivo de regular eficientemente el suministro de agua a las áreas de

cultivo, maximizar la productividad, minimizar el costo de los recursos hídricos y reducir los costos operativos del sistema de riego, durante el año 2024?

Como preguntas específicas de investigación se lograron definir las siguientes cinco que ayudan a delimitar y definir claramente el tema de investigación, facilitando la recolección de datos y la toma de decisiones:

1. ¿Cómo impacta la implementación de un sistema de control automatizado en el riego de caña de azúcar en la Compañía Azucarera Tres Valles S.A. de C.V. en términos de eficiencia operativa, consumo de recursos hídricos y costos asociados?
2. ¿Qué tecnología o metodología es la más adecuada para automatizar el sistema de riego en la producción de caña de azúcar, considerando la sostenibilidad, productividad y rentabilidad del proyecto?
3. ¿Cuál es el diseño y planificación más eficaz para la implementación exitosa de un sistema automatizado de riego en la producción de caña de azúcar, asegurando la gestión eficiente de recursos, cumplimiento de plazos y optimización de costos en un contexto de gestión de proyectos?
4. ¿Qué estrategias específicas podrían implementarse para reducir el consumo de agua en el cultivo y maximizar la sostenibilidad del sistema de riego?
5. ¿Cuáles son los desafíos clave y las barreras potenciales que podrían obstaculizar la efectiva implementación de un sistema de control automatizado en el riego de caña de azúcar en la Compañía Azucarera Tres Valles S.A. de C.V., y cómo podrían superarse para garantizar el éxito del proyecto?

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar y desarrollar la planificación de un sistema de control automatizado en la Compañía Azucarera Tres Valles, con el propósito de regular de manera eficiente el suministro de agua a las áreas de cultivo, maximizar la productividad, minimizar el costo de recurso hídricos y reducir los costos operativos del sistema de riego, durante el año 2024.

#### 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar cómo la implementación del sistema automatizado de riego impacta la eficiencia operativa actual de la producción de caña de azúcar, evaluando indicadores clave de desempeño.
2. Comparar distintas tecnologías y metodologías disponibles para automatizar el riego de caña de azúcar, considerando su sostenibilidad, productividad y rentabilidad en el contexto específico de la Compañía Azucarera Tres Valles.
3. Evaluar la proyección del impacto financiero directo de la implementación del sistema automatizado en la reducción del consumo de agua y costos operativos variables y fijos en riego por goteo, cuantificando el cambio en relación con los estándares previos de consumo.
4. Definir métricas y criterios de eficiencia y rentabilidad para medir el éxito del sistema automatizado de riego, permitiendo una evaluación cuantitativa y cualitativa de los beneficios obtenidos.
5. Diseñar y planificar un sistema automatizado de riego en la Compañía Azucarera Tres Valles S.A. de C.V., enfocado en mejorar la eficiencia operativa, reducir el consumo de recursos hídricos, optimizar costos y promover la sostenibilidad, a través de la integración de estrategias de gestión del cambio, un plan integral de implementación y una propuesta fundamentada que incorpore las mejores prácticas identificadas en la investigación.

#### 1.5 JUSTIFICACIÓN

La implementación de un sistema de control automatizado en el riego de caña de azúcar en la Compañía Azucarera Tres Valles S.A. de C.V. representa una oportunidad para alcanzar mejoras significativas a nivel cuantitativo, ya que estudios previos indican una proyección de aumento del 5% en la producción debido a la mejor distribución del agua y sus nutrientes, un ahorro del 23% en costos relacionados con horas de riego utilizando sensores de humedad, un 3% de ahorro en eficiencia energética con la reducción del factor de potencia, la reducción de costos operativos relacionados a jornales por hectárea y la disminución de tiempos muertos de riego, datos que se traducen directamente en ahorros tangibles para la empresa, lo que puede ser demostrado a través de mediciones precisas de consumo de recursos y costos operativos antes y después de la implementación. Estos indicadores cuantitativos subrayan la importancia de optimizar el sistema

de riego en la compañía, demostrando mejoras tangibles en la productividad y en la eficiencia de los recursos, que, a su vez, influyen directamente en la rentabilidad de la empresa.

La factibilidad de este estudio en la Compañía Azucarera Tres Valles S.A. de C.V. dentro del marco de seis meses programados está respaldada por la disposición y los recursos disponibles para la investigación y el desarrollo de proyectos innovadores. Tanto la infraestructura preexistente como el respaldo de la alta dirección y el soporte operativo garantizan la factibilidad técnica del proyecto. La meticulosa planificación y el compromiso con los objetivos del estudio aseguran su cumplimiento en el tiempo estipulado, permitiendo la recolección precisa de datos y la implementación efectiva de soluciones. Además, la viabilidad financiera se sustenta en la proyección de ahorros y mejoras en la productividad, validando la relevancia de la investigación en términos de retorno de la inversión y rentabilidad para la empresa.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

#### 2.1.1 ANÁLISIS DEL MACROENTORNO

Honduras, confrontando retos notables en el ámbito agrícola, busca soluciones innovadoras para mejorar la gestión del agua, un recurso crucial para la productividad de los cultivos. En este contexto, la introducción de sistemas automatizados de riego surge como una estrategia clave para optimizar el uso del agua y promover la sostenibilidad en la agricultura hondureña. Al analizar la eficiencia de estos sistemas en un macroentorno mundial, en este apartado se explora su impacto en la eficiencia hídrica, la productividad agrícola y la gestión sostenible de los recursos.

Como país, Honduras con una variabilidad geográfica y climática significativa, alberga una amplia gama de cultivos que contribuyen de manera considerable a su economía. No obstante, la dependencia histórica de métodos tradicionales de riego ha resultado en una gestión ineficiente del agua, con pérdidas notables debido a la evaporación y la escorrentía. Según datos del Banco Mundial, hasta el 40% del agua utilizada en la agricultura se pierde en sistemas convencionales de riego en países en desarrollo, subrayando la urgencia de adoptar prácticas más eficientes.

En la región centroamericana, la disponibilidad de recursos hídricos es un desafío ineludible. En Honduras, aproximadamente el 70% de las áreas agrícolas dependen de las precipitaciones, lo que genera vulnerabilidades considerables durante períodos de sequía. Este desafío se acentúa con el cambio climático, evidenciado por un aumento del 60% en eventos climáticos extremos en las últimas dos décadas, según datos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2019). Experiencias globales, como la de Israel, ofrecen lecciones valiosas. En este país, la implementación de sistemas automatizados ha resultado en una reducción del 50% en el consumo de agua para la agricultura. La Agencia Israelí de Innovación reporta en su informe anual de tendencia un incremento del 33% en la productividad agrícola en áreas equipadas con estas tecnologías. Estos resultados sugieren un potencial transformador para regiones enfrentando desafíos similares.

Centroamérica, consciente de sus desafíos, ha comenzado a explorar soluciones concretas. En Costa Rica, la adopción de sistemas automatizados ha demostrado reducciones sustanciales en

el consumo de agua, con datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería indicando una disminución del 40% en áreas piloto. Estos resultados refuerzan la oportunidad de integrar tecnologías avanzadas para garantizar la sostenibilidad de la agricultura (Castro & Águila, 2019).

A nivel mundial, la brecha en el acceso a tecnologías persiste. Datos del Banco Mundial señalan que solo el 4% de las tierras cultivadas en África subsahariana utilizan sistemas de riego modernos. Organizaciones internacionales, como el Banco Mundial y la FAO, desempeñan un papel crucial al proporcionar apoyo financiero y técnico. Más de \$1.5 mil millones asignados para proyectos de riego eficiente respaldan iniciativas en países en desarrollo, asegurando que la implementación de tecnologías vaya de la mano con prácticas sostenibles.

### 2.1.2 ANÁLISIS DEL MICROENTORNO

La compañía se encuentra en Aldea El Porvenir, Cantarranas, Francisco Morazán. Su principal actividad es la producción de azúcar, con una meta anual de 2,200,000 quintales de azúcar, y la cogeneración de energía a partir del bagazo residual, alcanzando los 20,000 MW anuales. Cuenta con una capacidad instalada para procesar 5,500 toneladas de caña por día, proveniente de más de 7,000 hectáreas de cultivo. Este extenso terreno es regado en su totalidad mediante un sistema de riego por goteo con bomba eléctrica. La Compañía Azucarera Tres Valles S.A. de C.V. cuenta con sistemas automatizados de riego en su finca denominada "Laberinto", la cual abarca una extensión de 157 hectáreas dedicadas al cultivo de caña de azúcar. Este sistema está diseñado para manejar flujos de operación de hasta 500 metros cúbicos por hora y presiones de 120 libras por pulgada cuadrada (psi). El método de riego empleado en esta finca se basa en el riego por goteo, con una disposición de mangueras a una distancia de 2 metros entre surcos y una separación de 0.40 metros entre goteros, permitiendo una distribución eficiente y precisa del agua. El sistema de riego cuenta con una bomba centrífuga de eje vertical marca US MOTOR con una potencia de 200 caballos de fuerza (hp), garantizando el suministro adecuado de agua a lo largo de las áreas de cultivo. Además, el sistema de riego implementado incluye un método de fertilización convencional a través de la inyección de fertilizantes al sistema de riego, asegurando la nutrición adecuada de los cultivos. Asimismo, se ha adoptado un enfoque tecnológico avanzado en fertirriego en la Finca Laberinto, lo que permite la aplicación precisa y controlada de fertilizantes a través del agua de riego, optimizando la nutrición de los cultivos de caña de azúcar (Compañía Azucarera Tres Valles, 2023).



## **Ilustración 2. Sistema de Riego en la Compañía Azucarera Tres Valles**

Fuente: (Compañía Azucarera Tres Valles, 2023)

### **2.1.2.1 EXPERIENCIAS PREVIAS DE LA COMPAÑÍA EN AUTOMATIZACIÓN**

Las experiencias anteriores de la compañía en la automatización del riego se concentraron en la implementación de sistemas avanzados en la finca Laberinto. Este enfoque implicó la gestión remota y en tiempo real de múltiples variables cruciales para el riego efectivo de los cultivos. A través de equipos como Netafim y Bermad, se logró la captura y monitoreo continuo de flujos, presiones y humedad del suelo, permitiendo una visualización y control precisos desde una plataforma centralizada.

Los logros fueron significativos, la compañía alcanzó la capacidad de gestionar el riego de manera remota, lo que resultó en una mayor eficiencia operativa y una optimización en el uso del agua obteniendo un ahorro anual de operaciones de L 483,397.00. Este enfoque permitió el control efectivo de la apertura y cierre de válvulas, junto con el encendido y apagado del motor de riego. Además, la incorporación del FertiKit, un sistema de fertirriego con cuatro canales independientes facilitó una aplicación precisa de fertilizantes a través del sistema de riego (Compañía Azucarera Tres Valles, 2023).

A pesar de estos éxitos, surgieron desafíos significativos. Uno de los obstáculos más prominentes fue la adaptación del personal al nuevo sistema automatizado. El cambio en las prácticas de trabajo y logística, así como la introducción de tecnología sofisticada requerían una capacitación profunda y continua para maximizar la eficiencia y la productividad. Se reconoció la importancia de una gestión continua de la capacitación y del soporte técnico para mantener actualizadas las habilidades del personal en el manejo de esta tecnología. Estos aprendizajes proporcionaron una base valiosa para la futura implementación de sistemas automatizados, destacando la necesidad crítica de no solo adoptar tecnología de vanguardia, sino también de invertir en el desarrollo de habilidades del capital humano para maximizar su eficacia y rendimiento.

### 2.1.3 IMPACTO FINANCIERO Y OPERATIVO DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS DE RIEGO

La investigación de Carrasco & Coral (2022) proporciona un marco referencial clave al identificar que la automatización del riego no solo conlleva beneficios en términos de eficiencia hídrica, sino que también puede reducir los costos operativos hasta en un 25% a través de la optimización del uso del agua. Estos datos, respaldados por un estudio más amplio realizado por la Compañía Azucarera Tres Valles (2021), muestran una correlación positiva entre la implementación de sistemas automatizados y un aumento del 15% en la productividad de los cultivos, estableciendo así un contexto valioso para esta investigación.

Además, la investigación de Medrano (2017) recalca la disminución promedio del 18% en los costos operativos asociados con la adopción de sistemas automatizados de riego para evaluar sistemas eléctricos con un alto grado de eficiencia energética al utilizar diseños que contemplen evaluaciones de flujos, presiones y energías del diseño hidráulico de riego. Este estudio complementa los hallazgos anteriores al enfatizar cómo la implementación de tecnologías de control automatizado no solo reduce los gastos relacionados con la operatividad del riego, sino que también conlleva un incremento del 4% en la productividad agrícola, debido al buen manejo y la gestión de buenas prácticas enfocadas en la innovación y cambio sostenible, reflejando un impacto positivo y holístico en la gestión agrícola.

En compañías como Azucarera Tres Valles, se ha experimentado un avance progresivo hacia la adopción de sistemas automatizados para la gestión del riego en cultivos de caña de azúcar.

Estos sistemas han buscado minimizar el uso excesivo de agua y maximizar la productividad agrícola a través de la implementación de tecnologías de control y monitoreo. La automatización en el riego ha permitido el desarrollo de sistemas que regulan el suministro de agua de forma más precisa y eficiente, adaptándose a las necesidades específicas de cada cultivo y las condiciones climáticas. Sensores, sistemas de control y dispositivos de monitoreo han jugado un papel fundamental en esta evolución tecnológica, permitiendo una gestión más inteligente y automatizada de los recursos hídricos.

#### 2.1.4 FACTORES CONTEXTUALES Y LIMITACIONES EN EL ENTORNO

La implementación de sistemas de automatización del riego en empresas agroindustriales, como la Compañía Azucarera Tres Valles S.A. de C.V., se ve influenciada por una variedad de factores contextuales que abarcan lo económico, social, cultural y técnico, que juegan un papel crucial en la viabilidad y el éxito de este tipo de proyectos agrícolas.

##### 2.1.3.1 FACTORES ECONÓMICOS

La adopción de sistemas de riego automatizados puede ser una inversión rentable a largo plazo, pero los costos iniciales pueden ser una barrera para la agricultura. El sector puede superar esta barrera considerando opciones como el financiamiento gubernamental, la adquisición de equipos usados o alquilados o la colaboración con otros agricultores.

Johnson (2018) afirma: “La adopción de nuevas tecnologías, como la automatización del riego, implica inversiones significativas en equipos, infraestructura y capacitación del personal. Estos costos iniciales pueden ser una barrera, afectando la viabilidad económica del proyecto a corto plazo” (pág. 20).

##### 2.1.3.2 FACTORES SOCIALES Y CULTURALES

Pérez & Márceles (2019) afirma: “Factores culturales arraigados en las prácticas tradicionales de la agricultura pueden generar reticencia al cambio y requerir estrategias de capacitación y sensibilización específicas” (pág. 2).

La disposición de los trabajadores agrícolas a abrazar nuevas herramientas y prácticas, junto con la superación de las barreras culturales arraigadas en las formas tradicionales de trabajo, emerge como un desafío crítico para la implementación exitosa de tecnologías innovadoras en el

campo agrícola. Este aspecto resalta la importancia de abordar las percepciones arraigadas y proporcionar programas de capacitación que fomenten la adopción de nuevas metodologías en este ámbito de esta forma se promueve la comprensión y la adopción de nuevas metodologías tecnológicas. Esta adaptación es esencial para maximizar la efectividad de la implementación de tecnologías innovadoras y optimizar el rendimiento agrícola en el futuro.

### 2.1.3.3 FACTORES TÉCNICOS

La consideración clave radica en la alineación y capacidad de los sistemas automatizados con la infraestructura actual, junto con la competencia técnica del equipo para su gestión y mantenimiento. La integración efectiva de estos sistemas depende de su armonización con la infraestructura preexistente y de la habilidad del personal para su uso y cuidado. Este enfoque contempla la necesidad de sistemas que no solo sean compatibles con la infraestructura actual, sino también adaptables y gestionables por el equipo. La capacidad del personal para operar y mantener estos sistemas constituye un aspecto crítico, ya que la efectividad de la automatización no solo radica en su compatibilidad con la infraestructura, sino también en la habilidad y competencia del personal para su correcta gestión y mantenimiento. Estos factores se entrelazan para garantizar la eficiencia y funcionalidad óptima de los sistemas automatizados en el entorno existente, subrayando la importancia de la adecuada sincronización entre la tecnología y las habilidades del personal para el éxito de la implementación.

Johnson (2018) afirma: “Además, la disponibilidad de tecnologías apropiadas y la interoperabilidad entre diferentes dispositivos y plataformas también pueden influir en el éxito de la implementación” (pág. 23).

### 2.1.5 BRECHAS Y OPORTUNIDADES

La implementación de sistemas de automatización del riego en la Compañía Azucarera Tres Valles S.A. de C.V. presenta tanto brechas como oportunidades significativas que impactan directamente en la eficiencia operativa y los costos asociados. Los datos recopilados muestran una serie de beneficios esperados en términos de ahorro de costos operativos y aumento en la producción, especialmente al considerar la introducción del FertiKit y el uso de sensores para mejorar la eficiencia del riego.

Los datos revelan brechas sustanciales en los costos operativos de la compañía. Por ejemplo, se observa un alto costo de horas de riego anual en 2019 con 2,015 horas aplicadas a 100 Ha de las 7,000 Ha totales, lo que representa una oportunidad de optimización y reducción significativa al utilizar sensores de humedad en campo, en donde se puede obtener un ahorro del 23% en horas ejecutadas, disminuyendo el costo operativo de riego para 100 Ha en un valor de L 250,631.00. Asimismo, se identifica una brecha en la eficiencia energética anual, L 82,200.00 por bomba eléctrica al monitorear analizadores de energía y flujos operativos, lo que implica un ahorro adicional que podría obtenerse con la implementación de tecnologías más eficientes (Compañía Azucarera Tres Valles, 2023).

El análisis de estos datos también resalta oportunidades claras para mejorar la eficiencia y reducir costos. Se espera un ahorro anual de costos operativos significativo, especialmente a través de la reducción de personal y la minimización de tiempos muertos en los procesos de riego, en línea con la implementación de sistemas automatizados. Además, la expectativa de aumento de producción mediante el FertiKit abre una oportunidad para optimizar la productividad, aumentando los rendimientos agrícolas con una inversión adicional mínima.

Estos datos brindan una visión detallada de las áreas donde la implementación de tecnologías de automatización del riego podría cerrar brechas y capitalizar oportunidades para mejorar la eficiencia operativa y la productividad en la Compañía Azucarera Tres Valles S.A. de C.V.

#### 2.1.6 RESISTENCIA AL CAMBIO

La resistencia al cambio es un factor relevante para considerar en la implementación de nuevas tecnologías, como la automatización del riego, en la Compañía Azucarera Tres Valles S.A. de C.V. Tal como lo señala el estudio de Escobar, Pedraza, & Cárdenas (2022), existe una arraigada preferencia por los métodos de trabajo convencionales basados en conocimientos y prácticas ancestrales. Esta preferencia puede generar una resistencia significativa hacia la adopción de nuevas tecnologías.

Esta resistencia al cambio puede tener un impacto adverso en la adopción y la efectividad de las nuevas tecnologías de automatización del riego. Los empleados, arraigados en prácticas tradicionales, podrían mostrar reticencia o desconfianza hacia la tecnología, lo que resultaría en una curva de aprendizaje más prolongada o en una subutilización de las capacidades de los

sistemas automatizados. Esta resistencia puede plantear desafíos adicionales durante la fase de implementación. La falta de familiaridad o confianza en las nuevas tecnologías podría generar errores en su uso o una menor disposición para adaptarse a los cambios operativos. Además, el temor al reemplazo laboral, mencionado como uno de los riesgos principales en experiencias anteriores, podría aumentar la resistencia al cambio entre los empleados.

Es fundamental establecer estrategias efectivas para mitigar esta resistencia. La capacitación y la sensibilización sobre los beneficios y la relevancia de las nuevas tecnologías pueden ayudar a disminuir la reticencia. Asimismo, involucrar activamente al personal en el proceso de implementación, proporcionar soporte técnico y mostrar evidencia concreta de los beneficios operativos puede ayudar a fomentar una actitud más receptiva hacia la adopción de estas tecnologías.

## **2.2 CONCEPTUALIZACIÓN**

A continuación, se definen algunos conceptos claves para la comprensión del proyecto:

### **Recursos Hídricos:**

CEPAL (2021) afirma: “Los recursos hídricos consisten en agua dulce y salada, independientemente de su calidad, cuerpos de agua continentales, incluidas las aguas superficiales y subterráneas. Son esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas, la agricultura, la industria y el consumo humano”.

Son todas las fuentes de agua que se encuentran disponibles tanto superficiales como subterráneas ya sea ríos, lagos, glaciares, humedad en el suelo etc. Estos recursos son fundamentales para la actividad humana y la naturaleza y su adecuada gestión garantiza su uso sostenible y la conservación.

### **Sistema de Control Automatizado:**

PAC (2011) afirma: “Tener un buen sistema de calidad y confiabilidad, mejorar la productividad y reducir costos, permitiendo adaptarse con facilidad a los cambios del mercado ”.

El principal objetivo de la automatización es el mejorar y simplificar tareas que hechas por el personal del trabajo de una organización pueden resultar tediosas, trayendo como beneficio el incremento de la seguridad de las operaciones.

### **Prácticas sostenibles:**

Pacheco (2005) afirma: “son sostenibles cuando la capacidad de amortizar y recuperarse ante las externalidades no previstas, sin reducir su base de activos” (pág.5).

Realizar prácticas sostenibles implica hacer un cambio de hábitos que mitiguen el impacto negativo o la afectación al medio ambiente. Estas prácticas tienen en cuenta el equilibrio entre los aspectos ambientales, sociales y económicos asegurando que los recursos naturales se utilicen de manera responsable.

### **Suministro de agua:**

Se refiere al proceso mediante el cual se proporciona agua potable para el uso industrial, agrícola u otros fines. Este proceso implica la captación, tratamiento, distribución y suministro del agua a través de sistemas de tuberías, redes de distribución y suministro de agua.

Oxfam (2017) afirma: “Supone la captación del agua y su conducción hasta el punto en que se consume en condiciones aptas, para que el agua sea apta no solo tiene que cumplir requisitos de tipo sanitario, sino también de calidad” (pág. 3).

### **Productividad Agrícola:**

LATAM (2022) afirma: "Se refiere a una distribución más eficiente de los recursos, aprender a mejorar la producción es un aspecto crucial de la agricultura productiva".

Mide la eficiencia con la que se utilizan los recursos en la producción de alimentos u otros productos agrícolas, pudiéndose medir con la cantidad de productos obtenidos por unidad de tierra, agua y mano de obra. Se busca maximizar la producción utilizando la menor cantidad posible de recursos, lo que se puede lograr con mejores técnicas de cultivo, tecnología agrícola avanzada y la buena gestión de los insumos.

### **Sensores de Humedad en Suelo:**

Cherlinka (2018) afirma:

Este es un dispositivo que mide la humedad actual del suelo, los sensores integrados al sistema de riego ayudan a programar el suministro y la distribución de agua de forma mucho

más eficiente estos medidores ayudan a reducir o mejorar el riego para un crecimiento óptimo de las plantas.

La utilización de estos sensores ayuda a monitorear y controlar las condiciones de humedad para optimizar el riego en la agricultura, ayuda a identificar cuando y cuanto regar, lo que evita el exceso o la falta de agua, optimizando el crecimiento de las plantas y reduciendo el desperdicio de agua.

### **Planeación de instalaciones:**

Lewis (1973) afirma:

La planeación de instalaciones como el proceso de determinar las características y costos de la tierra, las instalaciones físicas que mejor satisfagan los requisitos de operación y funcionalidad del usuario, la planeación de las instalaciones provee un análisis objetivo del equipo, tierra y edificios necesarios para realizar actividades específicas (pág.1).

Este proceso consiste en la distribución óptima de los recursos, el cumplimiento de normativas y regulaciones, la maximización del uso del espacio, la adaptabilidad a los del flujo del trabajo, la seguridad y la adaptabilidad a posibles cambios futuros en la demanda, esto es muy importante en entornos industriales, comerciales y de servicio.

**Riego:** Proceso de aplicar agua artificialmente a la tierra o a cultivos para ayudar en su crecimiento, desarrollo y producción, que se lleva a cabo con el proceso de suplir la humedad que los cultivos necesitan cuando las condiciones naturales, como la lluvia no son suficientes.

Lewis (1973) afirma "Riego en los cultivos es prestar atención al manejo de la humedad y la conservación del agua en el suelo, en la instalación del riego los productores deben tener conocimiento técnico previo conservación del suelo y el agua" (pág.2).

## **2.3 TEORÍAS DE SUSTENTO**

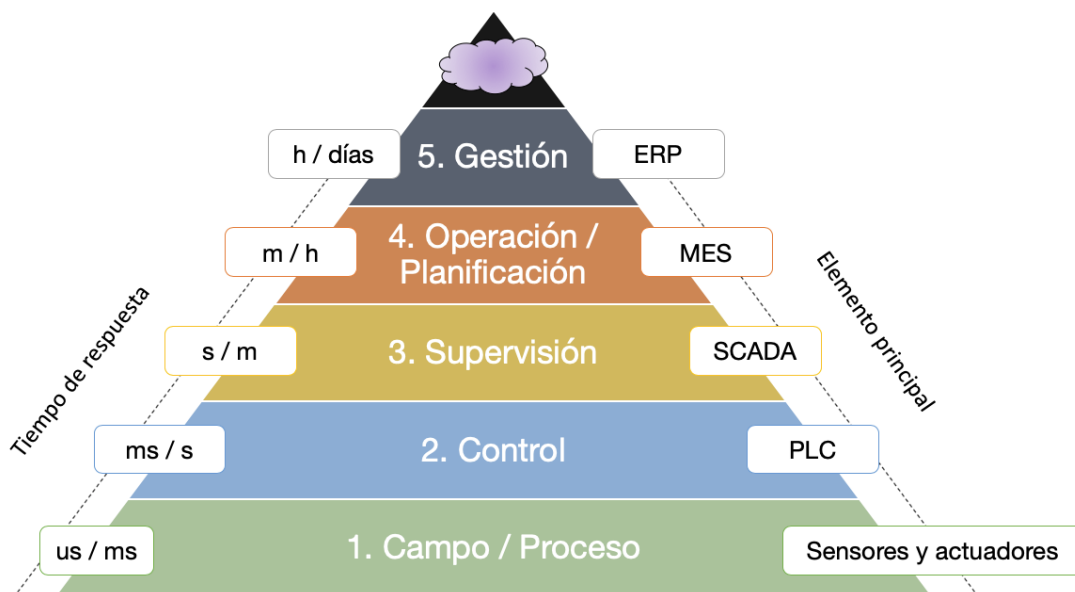
### **2.3.1 BASES TEÓRICAS**

La articulación de diversas teorías y modelos conceptuales ofrecen un sustento sólido que resuelven las problemáticas identificadas en la compañía, asimismo, integrar estas teorías brinda un marco conceptual sólido para abordar la implementación de sistemas automatizados de riego

en la Compañía Azucarera Tres Valles S.A. de C.V., permitiendo un enfoque estratégico y fundamentado en la gestión de proyectos, la sostenibilidad empresarial y la gestión del cambio organizacional.

### 2.3.1.1 TEORÍA DE LA AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS

La teoría de la automatización de procesos representa un conjunto de principios y prácticas destinados a mejorar la eficiencia y la efectividad en la gestión de operaciones. Esta teoría se fundamenta en la implementación de sistemas tecnológicos que automatizan tareas previamente realizadas por seres humanos. Esta teoría ha destacado su importancia en la optimización de procesos industriales y de servicios, resaltando la capacidad de reducir costos, minimizar errores y aumentar la precisión en la ejecución de tareas repetitivas. La automatización no solo implica la sustitución de tareas manuales, sino también la integración de tecnologías avanzadas, como sensores, software de control y sistemas de monitoreo, con el fin de mejorar la toma de decisiones y la eficiencia operativa en diversas áreas. Este enfoque ha sido aplicado en sectores como manufactura, logística, salud y servicios financieros, demostrando mejoras significativas en la productividad y la calidad del trabajo (Daneri, 2008, pág. 13).



**Ilustración 3. Pirámide de la Automatización de Procesos**

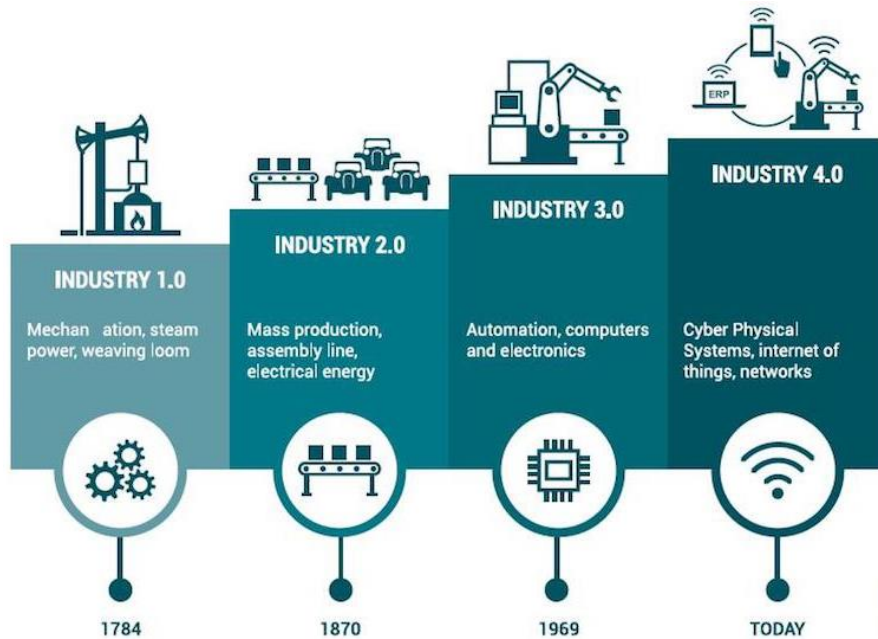
Fuente: (Brunete, 2022)

La pirámide de la automatización es un modelo conceptual que representa la jerarquía de los sistemas y procesos de control en una industria o empresa. Este modelo se compone de diferentes niveles, cada uno encargado de funciones específicas dentro del entorno de automatización como se observa en la ilustración 3. En la base de la pirámide se encuentran los dispositivos y sensores de campo, responsables de recopilar datos del entorno físico, como temperaturas, presiones o flujos. El nivel superior comprende el control y supervisión de procesos, donde se lleva a cabo la gestión de información recopilada por los dispositivos de campo, permitiendo tomar decisiones y realizar ajustes en tiempo real. A medida que se asciende en la pirámide, se llega al nivel de gestión de la información, donde se integran y analizan datos para la toma de decisiones a nivel empresarial, y finalmente, en la cúspide, se sitúa el nivel de planificación estratégica, enfocado en la optimización de recursos y la alineación con los objetivos organizacionales a largo plazo. Este modelo jerárquico es fundamental para comprender la interacción entre los sistemas automatizados y cómo cada nivel contribuye a la eficiencia y el control operativo en una organización (Brunete, 2022).

#### 2.3.1.2 CONVERGENCIA DE LA INDUSTRIA 4.0

La Industria 4.0 representa la convergencia de tecnologías digitales, físicas y biológicas para transformar los procesos industriales. Esta revolución implica la aplicación de sistemas ciber físicos, Internet de las cosas (IoT), computación en la nube, inteligencia artificial (IA) y análisis de datos, entre otros avances, en los entornos de producción. La esencia de la Industria 4.0 radica en la interconexión de dispositivos, máquinas y sistemas, lo que permite la comunicación y colaboración entre ellos de manera autónoma y en tiempo real. Este enfoque revoluciona la forma en que se diseñan, producen y entregan bienes y servicios, optimizando la eficiencia, flexibilidad y personalización en la manufactura y otros sectores. La Industria 4.0 no solo se trata de implementar tecnología, sino también de reconfigurar los modelos de negocio, mejorar la toma de decisiones basada en datos y promover una mayor integración y colaboración en toda la cadena de valor de una organización. Esta teoría representa una evolución hacia la fabricación inteligente y la optimización de los procesos industriales para impulsar la competitividad y la innovación en un entorno cada vez más digitalizado y que ha venido evolucionando desde 1784 con la máquina de vapor, seguidamente la industria 2.0 en 1870 con la energía eléctrica y la producción en masa,

siguiendo en 1969 la industria 3.0 con la automatización, la computadora y la electrónica, como se observa en la ilustración 4. (Rojas, 2021).



#### **Ilustración 4. Industria 4.0**

Fuente: (Velatia, 2023)

#### **2.3.1.3 TEORÍA DE GESTIÓN INTEGRAL DE PROYECTOS**

La Teoría de Gestión Integral de Proyectos, fundamentada en el Project Management Body of Knowledge (PMBOK®) del Project Management Institute (PMI), establece un marco de referencia para la gestión efectiva de proyectos en diversas industrias y sectores. El PMBOK® identifica un conjunto de procesos, áreas de conocimiento y buenas prácticas que guían la ejecución, control y cierre exitoso de un proyecto. Se divide en áreas de conocimiento que abarcan desde la gestión del alcance, tiempo, costos, calidad, recursos humanos, comunicaciones y riesgos hasta la integración de todo el proyecto. Este enfoque integral proporciona herramientas y técnicas específicas para cada fase del ciclo de vida del proyecto, desde la planificación hasta la entrega, con el fin de garantizar el logro de los objetivos establecidos. Fomenta la aplicación de procesos iterativos y adaptativos que permiten ajustar estrategias en función de los cambios y las demandas del entorno. Asimismo, promueve una gestión eficiente de los recursos, una comunicación clara y eficaz entre los miembros del equipo y partes interesadas, y una identificación y mitigación proactiva de los riesgos (PMI, 2017).

La aplicación de la Teoría de Gestión Integral de Proyectos según el PMBOK® no solo se centra en la ejecución técnica de un proyecto, sino que también prioriza la alineación con los objetivos estratégicos de la organización, la maximización del valor para los interesados y la adaptación a las cambiantes condiciones del mercado. Esta teoría se ha convertido en un referente global para el desarrollo y la implementación de proyectos exitosos, brindando un marco estructurado y efectivo para la gestión de proyectos en diversas industrias y entornos empresariales.

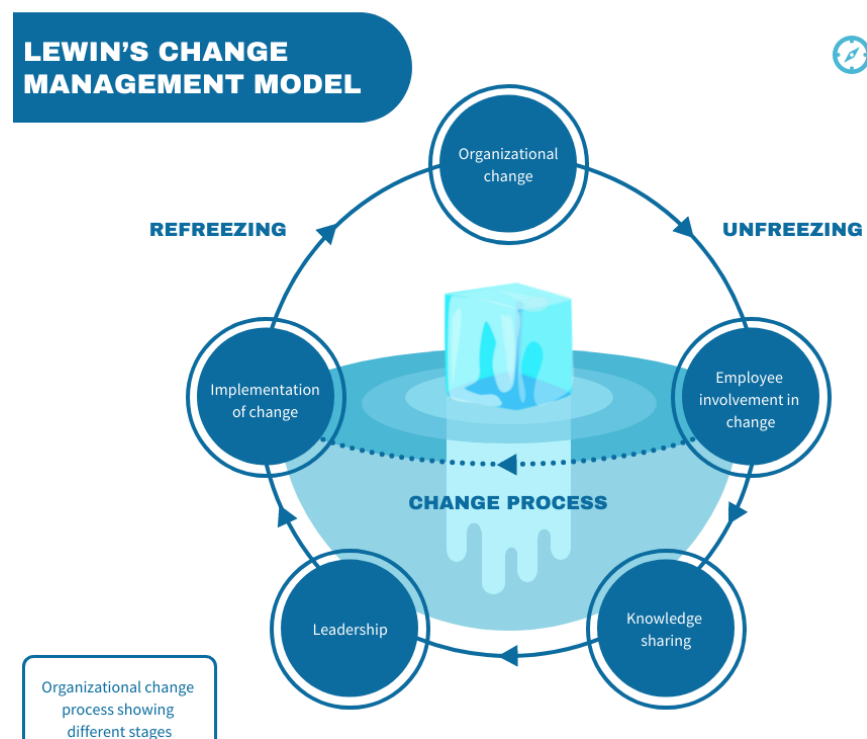
#### 2.3.1.4 GESTIÓN DEL CAMBIO ORGANIZACIONAL

La Gestión del Cambio Organizacional, en concordancia con los principios establecidos por el Project Management Institute (PMI) y sus prácticas, se enfoca en el manejo estratégico de los cambios en una organización. Se basa en comprender, planificar y ejecutar procesos que permitan a los individuos, equipos y estructuras organizativas adaptarse y adoptar transformaciones de manera efectiva y sostenible (PMI, 2017).

PMI (2017) menciona que este enfoque considera que el cambio no solo implica implementar nuevas tecnologías o procesos, sino también gestionar los aspectos humanos y culturales. El PMI, a través de su enfoque en la gestión de proyectos, subraya la importancia de integrar la gestión del cambio como parte esencial para el éxito de cualquier iniciativa. Uno de los recursos utilizados es el PMBOK®, que dedica un área de conocimiento específica a la gestión de los interesados, donde se aborda el cambio como un factor clave en la ejecución exitosa del proyecto. El libro "A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)", publicado por el PMI, proporciona directrices y herramientas para la identificación, evaluación y manejo de los impactos del cambio en un entorno empresarial. Aborda estrategias para la comunicación efectiva, la preparación del personal, la mitigación de la resistencia al cambio y la creación de una cultura organizacional flexible y adaptable. La Gestión del Cambio Organizacional, desde esta perspectiva, se enfoca en promover una transición armoniosa y exitosa hacia nuevos modelos, procesos o tecnologías, reconociendo que la resistencia al cambio y la falta de preparación pueden ser desafíos significativos. Este enfoque considera la importancia de la comunicación abierta, la formación adecuada y la motivación del personal para lograr una adopción efectiva del cambio, garantizando así la viabilidad y el éxito de los proyectos y la evolución positiva de la organización.

- **Modelo de Cambio de Lewin**

El Modelo de Cambio de Lewin, detallado en la ilustración 4, desarrollado por el psicólogo Kurt Lewin, es uno de los enfoques más influyentes en la gestión del cambio organizacional. Este modelo se estructura en tres etapas fundamentales: descongelamiento, cambio y congelamiento, como se observa en la ilustración 5. La primera fase, el descongelamiento, implica la preparación para el cambio, deshaciendo los modelos mentales existentes y generando una disposición hacia nuevas ideas o prácticas. La etapa de cambio es el momento en el que se introduce la nueva forma de operar, se implementan estrategias y se promueven las nuevas conductas. Esta etapa es crucial, ya que implica la transición real hacia el nuevo estado deseado. Aquí es donde se ejecutan los ajustes y se adoptan las nuevas prácticas. Finalmente, la fase de congelamiento busca estabilizar el cambio, asegurándose de que las nuevas prácticas se integren completamente en la cultura organizacional. Es durante esta etapa que se consolidan los nuevos comportamientos y se fortalece el compromiso con el cambio. Este modelo destaca la importancia de mantener y sostener las mejoras logradas (Cuofano, 2022).



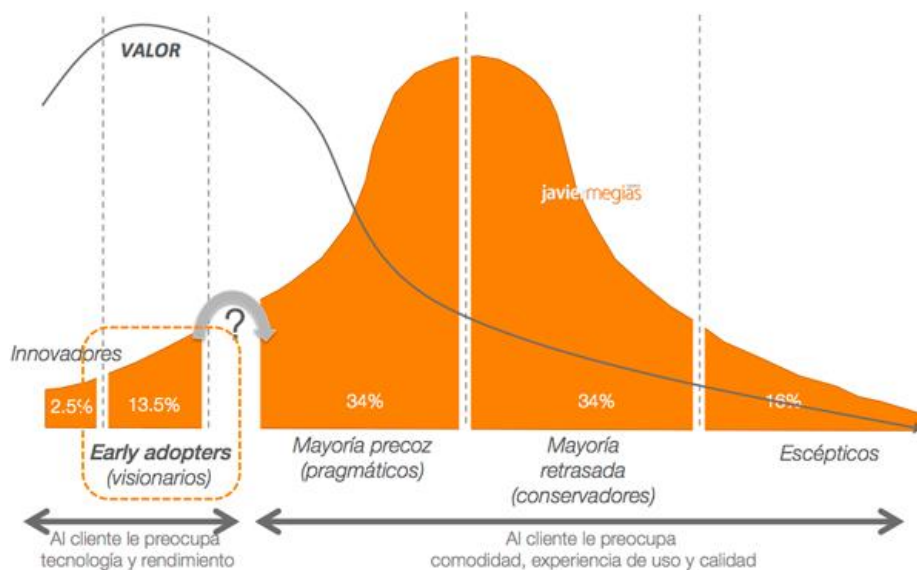
**Ilustración 5. Modelo de Cambio de Lewin**

Fuente: (Cuofano, 2022)

El Modelo de Cambio de Lewin proporciona un marco claro y secuencial para comprender y gestionar el cambio. Reconoce que el cambio exitoso requiere no solo la introducción de nuevas prácticas, sino también la adaptación de las personas y la organización a nuevas formas de pensar y actuar. Este enfoque se utiliza en la gestión del cambio organizacional para facilitar la transición de una situación actual a un estado deseado de manera estructurada y efectiva.

- **Curva de Adopción de Tecnología de Moore**

La Curva de Adopción de Tecnología de Moore, propuesta por Geoffrey Moore, es un modelo que describe la aceptación y adopción de una innovación tecnológica en el mercado. Esta curva se divide en cinco segmentos: innovadores, primeros adoptantes, mayoría temprana, mayoría tardía y rezagados. Los innovadores son aquellos individuos o entidades dispuestos a probar nuevas tecnologías sin importar los riesgos, representando un pequeño porcentaje del mercado. Los primeros adoptantes son visionarios que adoptan tecnologías emergentes, inspirando a otros a seguir sus pasos. La mayoría temprana, un segmento más grande, se une al adoptar la tecnología con la influencia de los primeros adoptantes. La mayoría tardía muestra cierta resistencia inicial, pero finalmente acepta la tecnología a medida que se vuelve más común. Los rezagados muestran una marcada resistencia al cambio y adoptan la tecnología solo cuando es imprescindible (Cardador, 2015).



**Ilustración 6. Curva de Adopción Tecnológica**

Fuente: (Mejías, 2023)

Este modelo es crucial en la comprensión del comportamiento de los consumidores ante la introducción de una nueva tecnología, ya que muestra la diversidad en la aceptación de la innovación. Ayuda a las empresas a identificar sus audiencias objetivo y a adaptar sus estrategias de marketing y adopción en consecuencia, reconociendo que cada segmento requiere un enfoque distinto para la aceptación y el uso de la nueva tecnología.

### 2.3.2 METODOLOGÍAS DESARROLLADAS POR OTROS INVESTIGADORES O EXPERTOS

#### 2.3.2.1 DISEÑO DE SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO MEDIANTE EL USO DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO EN LA COMUNIDAD DE SAN PEDRO DE SILIMANE, INTIBUCÁ

Avilés (2021) menciona que el proyecto de prefactibilidad de riego automatizado se enfoca en diseñar un sistema de riego automatizado utilizando energía solar fotovoltaica para regar árboles frutales en un terreno de 1.2 hectáreas en la comunidad de San Pedro de Silimane, Intibucá. Este esfuerzo busca implementar prácticas agrícolas sostenibles y resilientes ante el cambio climático, beneficiando a 650 mujeres pertenecientes a la Asociación de Mujeres Intibucanas Renovadas (AMIR) y sus familias. El proyecto se fundamenta en estudios de mercado, técnico y financiero para recopilar información cuantitativa y cualitativa que sustente la viabilidad y toma de decisiones para potenciales inversionistas. El enfoque de investigación combina métodos cuantitativos y cualitativos. Se realizaron encuestas y entrevistas para evaluar las necesidades de riego, analizar el acceso a recursos, medir el impacto social y económico proyectado, y examinar la viabilidad financiera del proyecto. Estos datos fueron cruciales para la toma de decisiones y para presentar argumentos sólidos ante potenciales inversores. La metodología aplicada incluyó técnicas de evaluación de mercado y análisis financiero para comprender la demanda, la oferta y la viabilidad económica del proyecto. Se evaluaron los costos de implementación, mantenimiento y beneficios económicos a largo plazo, enfocándose en la sostenibilidad y rentabilidad del sistema propuesto. En términos de aplicación de teorías de sustento, se consideraron las teorías relacionadas con la sostenibilidad agrícola, la adaptación al cambio climático y la resiliencia en comunidades vulnerables. También se utilizaron teorías económicas para evaluar la viabilidad financiera y el impacto social del proyecto.

### 2.3.2.2 EFECTO DE LA ADOPCIÓN TECNOLÓGICA EN RIEGO POR GOTEO Y VARIEDADES EN EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN AZUCARERA TRES VALLES

Solórzano (2015) en su estudio, menciona que la resistencia a la adopción tecnológica en el sector agrícola, especialmente en las empresas azucareras dedicadas al cultivo de la caña de azúcar, ha sido un desafío persistente. Esta tesis investiga el efecto de la introducción de tecnología, específicamente la implementación de nuevas variedades de caña de azúcar y el uso de riego por goteo en comparación con métodos convencionales, en la productividad de la Cañera Tres Valles. El estudio se llevó a cabo en un ingenio azucarero con el propósito de evaluar el impacto en la productividad por área al introducir variedades de caña de azúcar innovadoras y al reemplazar los métodos de riego tradicionales por el riego por goteo. Los resultados revelaron un aumento significativo en la productividad: la introducción de nuevas variedades de caña de azúcar generó un impresionante incremento del 48.5% en la producción de azúcar por hectárea. Del mismo modo, la adopción del riego por goteo resultó en un aumento del 14.8% en la productividad en comparación con el riego por aspersión. Este estudio ofrece evidencia clara del impacto positivo que tiene la tecnología en la mejora de la productividad agrícola en el cultivo de la caña de azúcar. Los resultados destacan la importancia de la actualización tecnológica en un contexto donde el aumento de la producción se vuelve cada vez más desafiante. La implementación de nuevas variedades de caña y el uso de métodos de riego más eficientes han demostrado ser estrategias efectivas para impulsar la productividad y la eficiencia en la producción de azúcar en la Cañera Tres Valles. Este estudio no solo destaca los beneficios cuantitativos de la adopción tecnológica en el sector agrícola, sino que también resalta la necesidad urgente de superar la resistencia al cambio tecnológico en las empresas azucareras para lograr una producción sostenible y rentable en el largo plazo.

### 2.3.2.3 EVALUACIÓN FINANCIERA DE LOS PROYECTOS DE RIEGO EJECUTADOS EN COMPAÑÍA AZUCARERA TRES VALLES

Martínez (2014) menciona en su estudio de graduación de postgrado que la Compañía Azucarera Tres Valles ha experimentado un notable crecimiento y desarrollo, implementando una serie de proyectos de inversión para mejorar sus operaciones. Esta investigación se centra en evaluar la rentabilidad de los proyectos ejecutados en el área de riego de la empresa. El estudio

analizó cuatro proyectos realizados en las fincas Balastera, El Campo y Capulín, con el objetivo de comprender la rentabilidad generada, evaluar las variaciones en el rendimiento agrícola y medir el impacto en los costos operativos. Para alcanzar estos objetivos, se llevó a cabo una evaluación financiera de los proyectos y un análisis estadístico de las variables predefinidas. Los resultados revelaron variaciones significativas en la rentabilidad obtenida en comparación con los planes iniciales. Esta diferencia entre lo planificado y lo ejecutado resalta la necesidad de mejorar el proceso de gestión de proyectos dentro de la Compañía Azucarera Tres Valles. Se recomienda la incorporación de un funcionario en la dirección adjunta de proyectos, cuya función principal sería la verificación y el control de la ejecución de proyectos, así como la evaluación del rendimiento que generan en términos de rentabilidad y eficiencia operativa. Este estudio no solo identifica las variaciones en la rentabilidad de los proyectos de riego, sino que también destaca la importancia de una gestión más precisa y efectiva de los proyectos de inversión. La implementación de un control más riguroso y una evaluación detallada de los proyectos permitirá a la empresa maximizar su rentabilidad y minimizar las discrepancias entre los objetivos planificados y los resultados obtenidos. El autor siguió la planeación metodológica descrita en la imagen

**Tabla 1. Matriz Metodológica de Caso de Estudio**

Título	Problema	Pregunta de Investigación	Objetivo		Variables	
			General	Específico	Independiente	Dependiente
Evaluación financiera de los proyectos de riego ejecutados en Compañía Azucarera Tres Valles	¿Cuál ha sido el rendimiento agrícola, el impacto en los costos de operación y la rentabilidad generada en CATV, producto de la implementación de proyectos de inversión en riego?	¿Cómo se desarrolla el proceso de gestión de proyectos de inversión en riego en CATV?	Conocer el rendimiento agrícola, el impacto en los costos de operación y la rentabilidad generada, producto de la implementación de proyectos de inversión en riego en Compañía Azucarera Tres Valles, mediante una evaluación financiera con el propósito de validar el estudio de pre-factibilidad inicial.	Describir el proceso de gestión de proyectos de inversión en riego en CATV.	Proyectos de Inversión	Rentabilidad Generada
		¿Cuál es la variación en el rendimiento agrícola al implementar un proyecto de riego en CATV.		Determinar la variación en el rendimiento agrícola al implementar un proyecto de riego en CATV.		
		¿Cuál es el impacto en el costo de operación al implementar un proyecto de riego en CATV?		Determinar el impacto en el costo de operación al implementar un proyecto de riego en CATV.	Costo de Operación de Riego	

Fuente: (Martínez, 2014)

### 2.3.3 INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Este apartado se enfoca en presentar ejemplos o evidencias de instrumentos previamente utilizados en investigaciones relacionadas, detallando su aplicación y propósito en el contexto del estudio, así como un detalle de la actividad o tarea a realizar con dicha herramienta, lo cual brinda una mejor perspectiva y resumen. Se busca mostrar cómo esos instrumentos fueron empleados, su efectividad y contribución al logro de los objetivos de investigación. Esto proporciona una perspectiva de las herramientas disponibles y su aplicación práctica en el campo de estudio, sirviendo como referencia para el diseño y selección de los instrumentos específicos a emplear en esta investigación.

**Tabla 2. Instrumentos Utilizados**

Herramienta	Detalle	Propósito
<b>Planificación (Microsoft Project)</b>	Matriz de Asignación de Responsabilidades/RACI (Responsable, Accountable, Consultad, Informed)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permitirá identificar los roles y responsabilidades, quienes son los responsables directos, quienes deben de ser consultados y quienes deben de ser informados en cada etapa del desarrollo del proyecto.</li> <li>• Reducir la posibilidad de confusiones y malentendidos.</li> <li>• Facilita la comunicación garantizando el avance.</li> <li>• Toma de decisiones eficiente en la ejecución del proyecto.</li> </ul>
	Diagrama de Red	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite organizar y visualizar los componentes del sistema como los sensores, válvulas controladoras, dispersos en toda el área de cultivo.</li> <li>• Al visualizarlo mediante una red es más fácil realizar expansiones a futuro del sistema de riego.</li> </ul>
	Diagrama de Gantt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ayuda a secuenciar las etapas desde la adquisición del equipo hasta la implementación y prueba en campos, pidiendo tener control de las actividades que deben completarse.</li> <li>• Facilita estimar el tiempo que podría tomar cada actividad ya que es fundamental en el ciclo del cultivo.</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3. Continuación de la Tabla 2**

<b>Herramienta</b>	<b>Detalle</b>	<b>Propósito</b>
	Curva S	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se busca optimizar el uso del agua, reduciendo los costos asociados al riego ya que evita el desperdicio del agua y minimiza el impacto negativo en los recursos hídricos.</li> </ul>
	Matriz de Asignación de Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ayuda a planificar a detalle cómo será la asignación de los recursos como el personal, equipos y tecnología para la implementación de sistema de automatización de riego, permitiendo coordinar tareas entre los diferentes equipos que están involucrados en el desarrollo e implementación del proyecto.</li> <li>• Podremos identificar todos los recursos que se necesitan para la implementación del proyecto y los costos que se incurrirá, logrando asignar recursos de manera eficiente.</li> </ul>
<b>Riesgo</b>	Matriz de Probabilidad-Impacto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar riesgos o problemas técnicos con el sistema de automatización, riesgos relacionados con el clima, la fuente de agua o riesgo operativo.</li> <li>• Evaluar la probabilidad de que riesgo se materialice y medir el impacto priorizando aquellos que podrían causar mayores daños o interrupción al proyecto.</li> </ul>
<b>Impacto social y ambiental</b>	Matriz Causa – Efecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar múltiples causas potenciales como falla en el equipo, problemas software, errores humanos, condiciones climáticas</li> <li>• Teniendo identificadas las áreas de mejora, se buscarán las soluciones específicas para subsanar la causa del problema.</li> </ul>
	Matriz Cualitativa de Leopold	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El desarrollo del proyecto puede traer efectos en el entorno desde la afectación del recurso hídrico hasta cambios que se generen en el ecosistema la implementación de la Matriz Leopold ayudara a identificar el impacto potencial. Además, permite evaluar la magnitud de los impactos en términos de su importancia, lo que ayudaría a crear acciones para mitigar estos impactos.</li> <li>• El desarrollo de esta Matriz ayudaría al cumplimiento de los requisitos legal que muchas veces son solicitadas en las organizaciones o entidades regulatorias encargadas de la preservación de los recursos naturales.</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 4. Continuación de la Tabla 2**

<b>Herramienta</b>	<b>Detalle</b>	<b>Propósito</b>
<b>Financiero</b>	Valor Ganado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se busca comparar el valor del trabajo que se realiza con el presupuesto planificado, a su vez al medir el valor real del trabajo completado en relación con el costo planificado, tratando de determinar si el proyecto está dentro del presupuesto o si está excediendo los costos inicialmente previstos.</li> <li>• Se avalúa si el proyecto se está desarrollando dentro del cronograma permitiendo identificar si el proyecto está atrasado, adelantado o se encuentra en el tiempo previsto.</li> <li>• Con la implementación valor ganado en la compañía Azucarera se busca la gestión eficiente de los recursos, la implementación oportuna y el cumplimiento de objetivos.</li> </ul>
<b>Nivel de Humedad</b>	Sensor de Humedad de Matriz Granular 200S Paternar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se puede determinar cuándo y cuanto regar en los cultivos, siendo más precisos y eficientes en el uso del agua evitando de esta manera el exceso como la falta de agua.</li> <li>• Al mantener niveles adecuados de humedad en el suelo se podrá aumentar la calidad y cantidad de cultivo de caña de azúcar, obteniendo mayor productividad.</li> <li>• Esta herramienta permite generar información, los cuales nos ayudaran a definir cuando activar y desactivar el sistema de riego.</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

## **2.4 MARCO LEGAL**

La vinculación de estas normas y decretos en este proyecto proporciona un análisis detallado de las bases legales, normas y decretos a establecer en el marco normativo, la diversificación del marco legal permite contextualizar la investigación dentro del panorama legal y regulatorio pertinente, esto muestra el impactó potencial del estudio en la toma de decisiones.

**Tabla 5. Marco Legal de Riego Automatizado**

N.º	Normativa	Decreto	Artículo Aplicable	Resumen	Referencia
1	Constitución de la Republica	Decreto 131-1982	Art 301, Art 340 y Art 354	Todo lo relacionado Impuestos municipales y contribuciones que serán provenientes por la explotación o industrialización de los recursos naturales ubicados en la jurisdicción municipal y que el estado tiene la potestad de establecer o modificar las zonas de control y protección de los recursos naturales.	<a href="https://siteal.iep.unesco.org/bdnp/327/constitucion-politica-republica-honduras">https://siteal.iep.unesco.org/bdnp/327/constitucion-politica-republica-honduras</a>
2	Ley General del Agua	Decreto N.º 181-2009	Art. 7, Art 8	Trata las organizaciones de los diferentes entes gubernamentales y de la sociedad civil quienes ejercen gobernanza del recurso hídrico, en este articulo menciona la responsabilidad sectorial, que corresponde a la secretaria de Estado en los Despachos de Recursos Naturales y Ambientales (MIAMBIENTE) y de la creación Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) sus funciones y responsabilidades.	<a href="https://portalunico.iaip.gob.hn/portal/ver_documento.php?uid=MTMxNDAzODkzNDc2MzQ4NzEyNDYxOTg3MjM0Mg==">https://portalunico.iaip.gob.hn/portal/ver_documento.php?uid=MTMxNDAzODkzNDc2MzQ4NzEyNDYxOTg3MjM0Mg==</a>
			CAPÍTULO III Protección Hídrica Art .42, Art 43	Lo relacionado con acciones para conservar los recursos hídricos y la forma de adoptar medidas que subsanen las perdida y contaminación del recurso natural.	
3	Ley General del Ambiente	Decreto N.º 104-93	Art 48, Art 49 y Art 50	Sobre la regulación y uso racional del suelo, procurando mantener su capacidad productiva, factores físicos, ecológicos, socio económicos.	<a href="https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC004880/">https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC004880/</a>
			Art 100	Creación Red Nacional de Cuencas Hidrográficas RENACH que busca promover, coordinar y gestionar acciones para la protección y desarrollo sostenible de las cuencas hidrográficas.	
4	Reglamento Sobre Gobierno Electrónico	PCM-086-2020	Art 1	Hace referencia al marco legal, normativo y procesal que sustenta el proceso administrativo electrónico, definiendo la institución encargada de regular y supervisar la implementación de la automatización del proceso.	<a href="https://www.tsc.gob.hn/web/leyes/PCM-086-2020.pdf">https://www.tsc.gob.hn/web/leyes/PCM-086-2020.pdf</a>
5	Normas Técnicas de las Descargas de aguas Residuales a Cuerpos Receptores y alcantarillado Sanitario	ACUERDO N 058 9 de abril de 1996	Art. 1, Art 4	Trata lo referente a la implementación de normas que regulen el uso de cuerpos de aguas, para fomentar programas de minimización de desechos, las instalaciones sistemas de tratamiento y la disposición de agua residuales para reducir la concentración de contaminantes	<a href="https://www.chmhonduras.org/phocadownloadpap/regional_sp/LEGISLACION/normas-tecnicas-de-las-descargas-de-aguas-residuales.pdf">https://www.chmhonduras.org/phocadownloadpap/regional_sp/LEGISLACION/normas-tecnicas-de-las-descargas-de-aguas-residuales.pdf</a>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 6. Continuación de la Tabla 5**

N.º	Normativa	Decreto	Artículo Aplicable	Resumen	Referencia
6	Ley para la Modernización y el desarrollo del sector Agrícola	Decreto N.º 31-92	Art 13, Art 16 y Art 17	Se establece que cualquier persona o institución puede producir en el campo teniendo en consideración la conservación del suelo, el agua y demás recursos, en busca del uso eficiente de la tierra, asegurando la producción eficiente de alimentos y materia prima para consumo interno y de exportación.	<a href="https://www.tsc.gob.hn/biblioteca/index.php/leyes/134-ley-para-la-modernizacion-y-el-desarrollo-del-sector-agricola">https://www.tsc.gob.hn/biblioteca/index.php/leyes/134-ley-para-la-modernizacion-y-el-desarrollo-del-sector-agricola</a>
7	Código de Salud	Decreto N.º 65-91	Art 25, Art 26 y Art 33	Prioriza las fuentes de aguas para consumo humano, y hace mención que el estado es el ente encargado de la preservación y renovación de los Recursos Naturales asegurando la salud y bienestar de todos los habitantes.	<a href="https://arsa.gob.hn/decreto-no-65-91-codigo-de-salud-de-honduras/">https://arsa.gob.hn/decreto-no-65-91-codigo-de-salud-de-honduras/</a>
8	Código del Trabajo	Decreto N°189-59	Art 1	Regula las relaciones entre el capital y el trabajo, se establecen los derechos de los trabajadores y las obligaciones patronal (Judicial, Ley Genral del Agua, 2009)es.	<a href="chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.tsc.gob.hn/web/leyes/codigo_de_trabajo.pdf">chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.tsc.gob.hn/web/leyes/codigo_de_trabajo.pdf</a>
9	Plan de Arbitrios	Acuerdo 141-2002	Art 30	Lo relacionado a los impuestos, regulaciones y sanciones que están sujetos por el uso de los recursos ya sea fluviales, lagunas, ríos y riachuelos impuestos que serán establecidos por el reglamento de la Ley de Municipalidades.	<a href="https://www.tsc.gob.hn/biblioteca/index.php/planes/113-plan-de-arbitrios-alcaldia-del-sistrito-central">https://www.tsc.gob.hn/biblioteca/index.php/planes/113-plan-de-arbitrios-alcaldia-del-sistrito-central</a>

Fuente: Elaboración Propia

## CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

### 3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA

#### 3.1.1 MATRÍZ METODOLÓGICA

**Tabla 7. Congruencia Metodológica**

Título	Objetivo General	Objetivos Específicos	Variables	Dimensiones	Metodología o Herramientas
Diseño y Planificación de Riego Automatizado para la Sostenibilidad Agrícola en la Compañía Azucarera Tres Valles	Evaluar y desarrollar la planificación de un sistema de control automatizado en la Compañía Azucarera Tres Valles, con el propósito de regular de manera eficiente el suministro de agua a las áreas de cultivo, maximizar la productividad, minimizar el costo de recurso hídricos y reducir los costos operativos del sistema de riego, durante el año 2024.	Analizar cómo la implementación del sistema automatizado de riego impacta la eficiencia operativa actual de la producción de caña de azúcar, evaluando indicadores clave de desempeño.	Eficiencia Operativa	Mejora de Procesos	Análisis de Parámetros de Operación de Riego
		Comparar distintas tecnologías y metodologías disponibles para automatizar el riego de caña de azúcar, considerando su sostenibilidad, productividad y rentabilidad en el contexto específico de la Compañía Azucarera Tres Valles.	Sostenibilidad, Productividad y Rentabilidad	Eficiencia en el Uso de Recursos	Análisis de Costos, Evaluación de Impacto Ambiental y Estudio de Retorno de Inversión
		Evaluar la proyección del impacto financiero directo de la implementación del sistema automatizado en la reducción del consumo de agua y costos operativos variables y fijos en riego por goteo, cuantificando el cambio en relación con los estándares previos de consumo.	Costos Financieros	Impacto Financiero	Evaluación Cuantitativa del Ahorro Financiero
		Definir métricas y criterios de eficiencia y rentabilidad para medir el éxito del sistema automatizado de riego, permitiendo una evaluación cuantitativa y cualitativa de los beneficios obtenidos.	Eficiencia y Rentabilidad	Métricas de Evaluación	Indicadores de Éxito

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 8. Continuación de la Tabla 7**

Titulo	Objetivo General	Objetivos Específicos	Variables	Dimensiones	Metodología o Herramientas
		Diseñar y Planificar un sistema automatizado de riego en la Compañía Azucarera Tres Valles S.A. de C.V., enfocado en mejorar la eficiencia operativa, reducir el consumo de recursos hídricos, optimizar costos y promover la sostenibilidad, a través de la integración de estrategias de gestión del cambio, un plan integral de implementación y una propuesta fundamentada que incorpore las mejores prácticas identificadas en la investigación.	Eficiencia Operativa, Consumo de Recursos, Costos Financieros y Sostenible	Planeación de Estrategias de Cambio	Desarrollo y Planificación del Sistema Automatizado con Mejores Prácticas

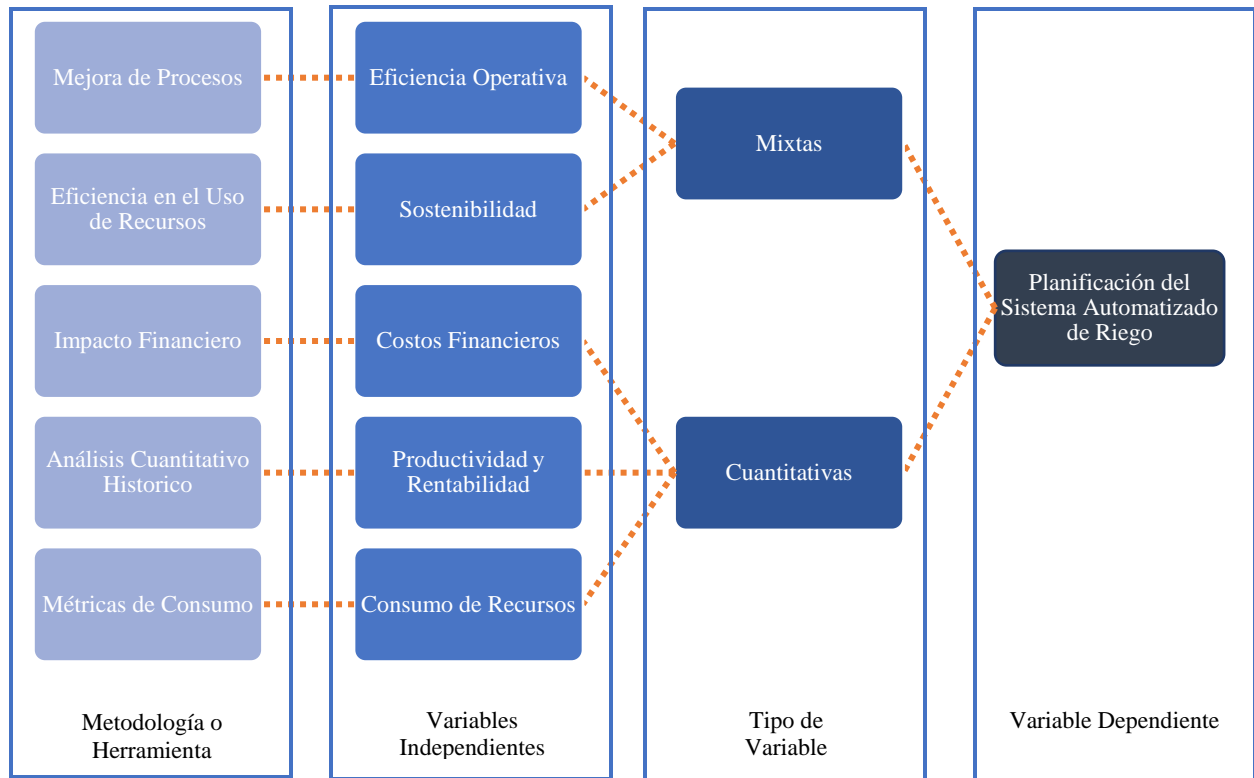
Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.2 ESQUEMA DE VARIABLES DE ESTUDIO

El sistema de riego automatizado influirá directamente en:

- La Eficiencia Operativa, al optimizar la distribución de agua y reducir tiempos de operación.
- El Consumo de Agua, al aplicar técnicas más precisas de riego.
- Los Costos Operativos, mediante la eficiencia en el uso de recursos.
- La Productividad Agrícola, al mejorar la calidad del riego.
- La Sostenibilidad, al disminuir el desperdicio de agua y mejorar la gestión de recursos naturales.

Estas variables están interconectadas y se influyen mutuamente a través de la implementación del sistema automatizado de riego, con la posibilidad de generar impactos positivos en eficiencia, sostenibilidad y productividad en la producción de caña de azúcar. Un diagrama sagital podría representar estas relaciones de manera gráfica, conectando la variable independiente (implementación del sistema automatizado de riego) con las variables dependientes, mostrando su interdependencia y efectos directos, como se muestra en la siguiente ilustración.



**Ilustración 7. Esquema de Variables de Estudio**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

**Tabla 9. Operacionalización de Variables**

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Ítems
Sistema Automatizado de Riego	Sistema o Conjunto de Dispositivos Tecnológicos, diseñado para controlar y regular de manera autónoma el suministro de agua en cultivos (Brunete, 2022).	Integración de sensores, válvulas, controladores y software a equipo tradicional/manual para controlar el flujo y distribución de agua en el cultivo.	Tecnología Utilizada	Tipo de Sensores y Actuadores Cantidad de válvulas y Esclavos
			Alcance de la Automatización	Área Controlada
			Capacidad de Adaptación	Nivel de Control Autónomo y Adaptación del Personal
			Precisión en el Suministro de Agua	Metros Cúbicos de Agua Aplicados

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10. Continuación de la Tabla 9**

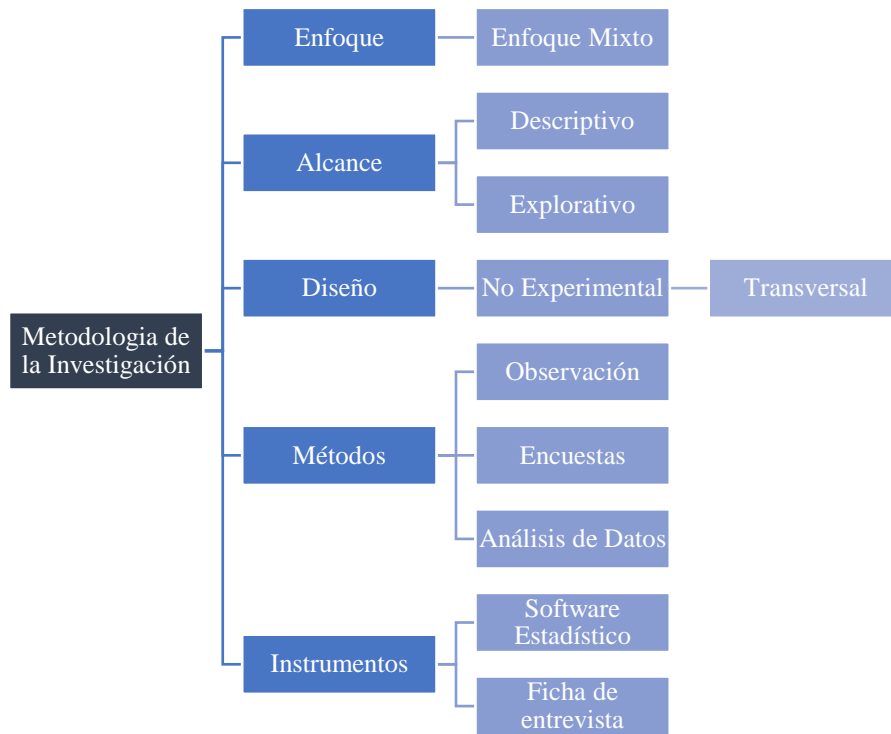
Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Ítems
Eficiencia Operativa	Capacidad del Sistema Automatizado para optimizar el uso del agua, reducir tiempos y minimizar desperdicios (Brunete, 2022).	Tiempo de riego por hectárea, así como la cantidad de agua utilizada en periodos específicos.	Reducción de Tiempo de Riego	Porcentaje de Reducción en el Tiempo de Riego Ejecutado por Hectárea
			Disminución del Desperdicio de Agua	Porcentaje de Disminución en el desperdicio de Metros Cúbicos
			Ajuste Dinámico del Suministro	Precisión en el Ajuste del Suministro de Agua
Sostenibilidad	Capacidad del Sistema de Riego para mantener un equilibrio entre la producción agrícola y la preservación del entorno (Cardador, 2015).	Impacto Ambiental del Sistema de Riego y medidas tomadas para la conservación del agua y suelo, así como la mitigación de efectos adversos.	Eficiencia Energética	Consumo de Energía del Sistema
			Conservación del Recurso Hídrico	Porcentaje de Agua Ahorrada
			Reducción del Impacto Ambiental	Medidas de Conservación del Suelo y Agua
Costos Financieros	Gastos asociados a la implementación y mantenimiento del sistema automatizado de riego y su impacto en la rentabilidad (Brunete, 2022).	Inversión inicial, costos de operación y mantenimiento, ahorros generados por la eficiencia del sistema.	Inversión Inicial	Inversión Total del Proyecto
			Costos de Operación y Mantenimiento	Costos Operativos Anuales
			Retorno de Inversión	Porcentaje de Ahorro generado por la Eficiencia
Productividad	Medida del Rendimiento y Producción Agrícola obtenida con el sistema automatizado en comparación con métodos convencionales (Daneri, 2008).	Comparación de Rendimiento y Producción de Caña de Azúcar con y sin el sistema automatizado.	Rendimiento de la Caña	Toneladas de Caña por Hectárea Promedio
			Producción Obtenida con Métodos de Riego Tradicionales	Toneladas de Azúcar por Hectárea y Método de Riego
			Comparativa con Métodos de Riego Automatizado	Diferencial de Productividad entre Métodos Tradicionales y Automáticos
Rentabilidad	Capacidad del Sistema de Riego para generar beneficios económicos en relación con los costos incurridos (Brunete, 2022).	Relación entre los beneficios económicos obtenidos y los costos de implementación y operación del sistema.	Beneficios Económicos	Relación Costo-Beneficio
			Costos Totales	Porcentaje de Retorno de Inversión

**Tabla 11. Continuación de la Tabla 9**

Consumo de Recursos	de	Cuantificación de la Cantidad de Recursos utilizados por el sistema automatizado durante el proceso de instalación y operación (Lewis, 1973).	Medición del agua, energía y otros recursos materiales utilizados en comparación a métodos tradicionales.	Consumo Agua y de Energía Eléctrica	Kilowatt Hora Consumido por Metro Cubico
				Consumo de Recursos Relevantes	Comparativa de Consumo con Métodos Tradicionales

Fuente: Elaboración propia

### 3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS



**Ilustración 8. Esquema de Metodología de Investigación**

Fuente: Elaboración Propia

El presente proyecto de investigación se fundamenta en un enfoque mixto que integra tanto aspectos cuantitativos como cualitativos. Esta combinación estratégica permitirá obtener una comprensión profunda y completa del diseño y planificación del sistema automatizado de riego en la Compañía Azucarera Tres Valles. La adopción de un enfoque mixto es crucial, ya que brinda la oportunidad de explorar en profundidad las complejidades y las interrelaciones entre los distintos aspectos involucrados en este proyecto.

El alcance de esta investigación abarca tanto aspectos descriptivos como exploratorios. El enfoque descriptivo permitirá una comprensión detallada de las condiciones actuales del sistema de riego, evaluando sus puntos fuertes, debilidades y áreas de mejora.

Por otro lado, el enfoque exploratorio será fundamental para adentrarse en las posibles soluciones que ofrece la implementación de un sistema automatizado, explorando nuevas oportunidades y desafíos que puedan surgir en este proceso.

En cuanto al diseño de la investigación, se ha optado por un diseño no experimental y transversal. Esto implica la recopilación de datos en un momento específico, sin realizar manipulaciones en el entorno de estudio. Este diseño proporcionará una visión amplia y actual de la situación, permitiendo una comprensión detallada de la realidad sin intervenir en los procesos naturales del sistema de riego.

Los métodos empleados incluyen la observación directa de los sistemas de riego existentes para comprender su funcionamiento y sus desafíos. Además, se llevarán a cabo encuestas a expertos dentro de la Compañía Azucarera Tres Valles, con el objetivo de obtener percepciones detalladas y contextualizadas sobre la adopción al cambio tecnológico y el impacto de la innovación en el clima laboral. Se realizará un análisis exhaustivo de datos provenientes de diversas fuentes a través de softwares estadísticos, tanto internas como externas, y se llevará a cabo una revisión bibliográfica para respaldar los hallazgos y contextualizarlos dentro del marco teórico existente.

### **3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

El diseño de esta investigación se basa en un enfoque mixto que integra métodos cualitativos y cuantitativos para abordar de manera integral la planificación del sistema automatizado de riego en la Compañía Azucarera Tres Valles. Se ha elegido un diseño no experimental y transversal para capturar una instantánea representativa de la situación actual del sistema de riego y las posibles soluciones.

De este modo, la población y muestra a considerar, es utilizada para los métodos de observación y analítica de datos. Permitiendo llevar de la mano el análisis cualitativo y cuantitativo.

### 3.3.1 POBLACIÓN

“La población o universo es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones” (Hernández Sampieri, 2014, pág. 174)

La población bajo estudio se constituye por todas las fincas (63 fincas) de cultivo de la Compañía Azucarera Tres Valles que se benefician del sistema de riego por goteo existente. Esta población incluye todas las secciones de cultivo que podrían potencialmente integrarse al nuevo sistema automatizado.

### 3.3.2 MUESTRA

“La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población” (Hernández Sampieri, 2014, pág. 175).

Se empleó un enfoque de muestreo estratificado para determinar la muestra más representativa de las fincas de la Compañía Azucarera Tres Valles. Se estratificó la población total de 63 fincas según tres tercios de producción: primer tercio (noviembre-enero), segundo tercio (enero-marzo) y tercer tercio (marzo-mayo). La decisión se basó en el interés del estudio, enfocado en el primer tercio del año, cuando se realiza la mayor parte de la producción.

La población total con riego por goteo consiste en 63 fincas. De estas, 21 están activas durante el primer tercio, 17 durante el segundo y 25 durante el tercero. Dado que el enfoque del proyecto se concentra en el primer tercio, se seleccionó un subconjunto de 21 fincas para representar la muestra del estudio.

Para garantizar una confianza estadística del 95% con un margen de error del 5%, se utilizó una calculadora estadística virtual (QuestionPro © Copyright) como se observa en la ilustración 9, para determinar el tamaño adecuado de la muestra. La aplicación de esta metodología resultó en la selección de 21 fincas del primer tercio para su análisis detallado.

**Calculadora de muestra**

Nivel de confianza: ?  95%  99%

Margen de Error: ?

Población: ?

Tamaño de Muestra:

### Ilustración 9. Cálculo de Muestra del Estrato

Fuente: (QuestionPro, 2023)

#### 3.3.3 TÉCNICAS DE MUESTREO

Las técnicas de muestreo empleadas en este proyecto se basan en un enfoque estratificado, donde se divide la población de fincas en distintos estratos según el periodo de cosecha (primer tercio, segundo tercio y tercer tercio). Esta estratificación se realiza considerando las características temporales y productivas de las fincas, ya que operan en momentos específicos del año y pueden presentar variaciones significativas en su rendimiento y condiciones.

El muestreo estratificado permite una representación adecuada de cada estrato dentro de la población total, garantizando una selección más precisa y equitativa de las fincas para el análisis. En este caso particular, se enfoca en el primer tercio, ya que el proyecto se desarrollará específicamente en este periodo.

Además, se considera un muestreo aleatorio simple dentro de cada estrato seleccionado, lo que implica que la elección de las fincas se realiza al azar, asegurando que cada una tenga la misma probabilidad de ser seleccionada, evitando así sesgos en la muestra. Este enfoque de muestreo estratificado y aleatorio simple permite obtener una muestra representativa y significativa de las

fincas en el primer tercio, lo que facilitará un análisis detallado y preciso de las condiciones y características relevantes para el proyecto de investigación.

#### **3.3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA PARA ENCUESTAS**

Se consideró tomar como población y muestra a todas las personas contratadas por tiempo indefinido en el departamento de proyectos agrícolas, para determinar el estado de cambio organizacional ante la adopción de una nueva innovación tecnológica. Siendo un total de 16 personas, sin considerar algún estrato o subgrupo característico de la muestra.

### **3.4 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS APLICADOS**

#### **3.4.1 TÉCNICAS**

El apartado de técnicas de investigación detalla los métodos específicos utilizados para recopilar datos, obtener información y analizar los resultados en el proyecto de investigación. Se describe cómo se recolectará la información necesaria para responder a las preguntas de investigación y cumplir con los objetivos del estudio. Se presenta una serie de técnicas como la observación directa en terreno de los sistemas de riego, encuestas a expertos de la compañía para recopilar información cualitativa relevante, el análisis de datos a través de herramientas estadísticas para encontrar patrones y relaciones, y una revisión bibliográfica para contrastar los resultados con el conocimiento existente.

##### **3.4.1.1 OBSERVACIÓN**

Consiste en visitar y observar los sistemas de riego en terreno. Esta técnica permite una comprensión práctica y visual de cómo funciona el sistema automatizado y su impacto en el riego de las áreas de cultivo. Se emplea para registrar y analizar el comportamiento y las prácticas de riego existentes en las fincas seleccionadas durante el primer tercio. Esta técnica proporciona información detallada en una ficha de evaluación sobre el funcionamiento y la eficacia de los sistemas de riego por goteo en diferentes contextos agrícolas.

##### **3.4.1.2 ENCUESTAS A EXPERTOS**

Es importante realizar y evaluar entrevistas estructuradas o semiestructuradas con expertos en agricultura y sistemas de riego dentro de la compañía. Estas encuestas proporcionarán

información cualitativa valiosa sobre la eficiencia operativa, sostenibilidad y otros aspectos relevantes.

#### 3.4.1.3 ANÁLISIS DE DATOS

Se utilizan técnicas estadísticas para analizar la información recopilada, tanto cuantitativa como cualitativa, proveniente de las observaciones, encuestas y bases de datos históricas de la compañía. Esto incluirá el uso de software estadístico para identificar patrones, tendencias y relaciones significativas entre las variables estudiadas. Estas técnicas se desglosan a continuación:

- **Análisis Descriptivos:** Estadísticas resumidas para comprender la distribución y tendencias de variables clave como la eficiencia operativa, la sostenibilidad, los costos financieros y la productividad.
- **Análisis de Correlación:** Para comprender las relaciones entre variables como la eficiencia operativa y la productividad, o los costos financieros y la sostenibilidad.

#### 3.4.1.4 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Se lleva a cabo una revisión exhaustiva de la literatura científica y técnica relacionada con sistemas automatizados de riego, sostenibilidad agrícola, eficiencia operativa y otras variables relevantes. Esto proporcionará una base teórica sólida y permitirá contrastar los hallazgos del estudio con el conocimiento existente en el campo.

### 3.4.2 INSTRUMENTOS

#### 3.4.2.1 CUESTIONARIO PARA PERSONAL DEL ÁREA COMPETENTE

Este cuestionario se centra en recopilar información detallada de expertos en el ámbito agrícola dentro de la compañía. Incluye preguntas específicas sobre la percepción y evaluación del sistema de riego automatizado. Aborda aspectos relacionados con la eficiencia operativa, la sostenibilidad del sistema, los costos financieros asociados y las áreas que podrían requerir mejoras. Está diseñado para obtener una comprensión integral desde la perspectiva de profesionales con experiencia en la operación y gestión de cultivos.

#### 3.4.2.2 FICHAS DE OBSERVACIÓN

Estas fichas están destinadas a registrar de manera minuciosa las observaciones directas realizadas en las áreas de cultivo con sistemas de riego. Cada ficha proporciona un espacio estructurado para detallar el estado operativo del sistema de riego, la calidad del suministro de

agua, la uniformidad de la distribución y cualquier anomalía o incidencia detectada durante las inspecciones en el campo.

#### 3.4.2.3 HOJAS DE REGISTRO DE DATOS ESTADÍSTICOS

Estas hojas de registro están diseñadas para capturar datos cuantitativos obtenidos del análisis de métricas clave, indicadores de rendimiento y resultados de mediciones estadísticas. Permiten registrar de manera organizada y sistemática los datos relevantes para evaluar la eficiencia, la productividad, la rentabilidad y el consumo de recursos asociados al sistema de riego automatizado.

#### 3.4.2.4 SOFTWARE ESTADÍSTICOS

La elección del software y los análisis estadísticos dependerá de la complejidad de los datos y las necesidades específicas del proyecto de investigación. Este instrumento parte de la técnica de análisis estadístico para crear iteraciones que brinden un panorama probabilístico acertado, dentro de los softwares a utilizar:

- SAS (Statistical Analysis System): Ampliamente utilizado para análisis estadístico, desde estadísticas descriptivas hasta modelos de regresión avanzados.
- R: Software de programación estadística que ofrece una amplia gama de herramientas para análisis estadístico y generación de gráficos.
- Excel: Aunque no es específicamente un software estadístico, puede utilizarse para realizar análisis descriptivos y algunos cálculos básicos.

### 3.4.3 PROCEDIMIENTOS APLICADOS

#### 3.4.3.1 APLICACIÓN DEL CUESTIONARIO

- Identificación y selección de personal: Seleccionar a personal dentro de la compañía con experiencia relevante en el área de proyectos agrícolas y conocimientos sobre el sistema de riego.
- Programación de cuestionario: Coordinar las entrevistas con los expertos, asegurando la disponibilidad y dedicación requerida.
- Explicación y distribución del cuestionario: Presentar el cuestionario a los expertos, explicar su propósito y asegurarse de la comprensión completa antes de su cumplimentación.

- Recopilación de respuestas: Registrar las respuestas de los expertos, asegurando la integridad y precisión de la información.

#### 3.4.3.2 FICHAS DE OBSERVACIÓN EN CAMPO

- Planificación de las visitas: Establecer un cronograma detallado para las visitas al campo donde se ubican los sistemas de riego automatizado.
- Registro de observaciones: Durante las visitas, completar las fichas de observación detallando las condiciones operativas, problemas detectados y cualquier aspecto relevante relacionado con el funcionamiento del sistema de riego.
- Validación de la información: Verificar la coherencia de los datos recopilados y asegurar su exactitud.

#### 3.4.3.3 REGISTRO DE DATOS ESTADÍSTICOS

- Recopilación de datos: Obtener datos específicos sobre la eficiencia, productividad, rentabilidad y consumo de recursos mediante el análisis de registros históricos y análisis estadísticos disponibles del departamento agrícola proporcionados por el equipo de datos.
- Análisis de datos: Procesar y analizar los datos recopilados utilizando herramientas estadísticas y software especializado para obtener métricas y resultados significativos.

### 3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN

#### 3.5.1 FUENTES PRIMARIAS

Las fuentes primarias de información se refieren a los datos o información que se recolectan directamente de la fuente original, en este caso, la compañía con la que se está trabajando, como ser:

##### **Datos Internos de la Empresa:**

- Reportes históricos: Información detallada sobre el rendimiento del sistema de riego, registros de productividad, costos operativos, consumo de recursos hídricos, y cualquier dato relevante relacionado con la gestión agrícola.
- Registros de mantenimiento: Detalles sobre las actividades de mantenimiento realizadas en los sistemas de riego automatizado.

##### **Entrevistas y Consultas Directas:**

- Diálogos con expertos internos: Conversaciones con personal clave, ingenieros agrónomos, técnicos en riego u otros profesionales involucrados en el diseño, implementación o mantenimiento del sistema.
- Encuestas y entrevistas a trabajadores: Obtención de perspectivas desde el personal operativo que trabaja con el sistema de riego, para comprender mejor su experiencia y observaciones prácticas.

#### **Observaciones en Campo y Registros Técnicos:**

- Fichas de observación: Datos recopilados durante las visitas al campo donde se encuentra el sistema de riego automatizado.
- Registros técnicos: Detalles sobre el funcionamiento diario, posibles problemas detectados, mejoras implementadas o necesidades de ajuste en el sistema.

#### **Datos de rendimiento y métricas operativas:**

- Métricas internas: Datos históricos relacionados con la eficiencia operativa, la productividad, la rentabilidad, el consumo de recursos, entre otros indicadores clave.

### 3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS

Las fuentes secundarias son aquellas que recopilan información ya existente y que no proviene directamente de la empresa específica, pero que puede aportar datos complementarios valiosos para la investigación. Algunas fuentes secundarias que podrían ser relevantes para el estudio sobre el sistema de riego automatizado en la compañía agrícola podrían ser:

#### **Bases de Datos Gubernamentales:**

- Instituto Nacional de Estadística (INE): Datos estadísticos sobre la producción agrícola, uso de agua en la región, y otros indicadores relacionados con la agricultura y el uso de recursos hídricos.
- Ministerio de Agricultura o entidades gubernamentales: Información sobre políticas, regulaciones, y programas relacionados con la gestión agrícola y el uso eficiente del agua.

#### **Publicaciones Académicas y Científicas:**

- Artículos científicos: Investigaciones previas sobre sistemas de riego automatizado, sostenibilidad agrícola, eficiencia en el uso del agua, y otros temas pertinentes.
- Libros y estudios académicos: Literatura que aborde la temática del riego automatizado, la gestión agrícola sostenible, optimización de recursos y similares.

**Reportes Financieros y Sectoriales:**

- Informes de instituciones bancarias: Análisis financieros del sector agrícola, inversiones en tecnologías de riego, y otros informes económicos relevantes.
- Informes de organizaciones internacionales: Publicaciones de organismos como la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) o el Banco Mundial que aborden aspectos de la agricultura sostenible, uso eficiente del agua, y prácticas agrícolas modernas.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

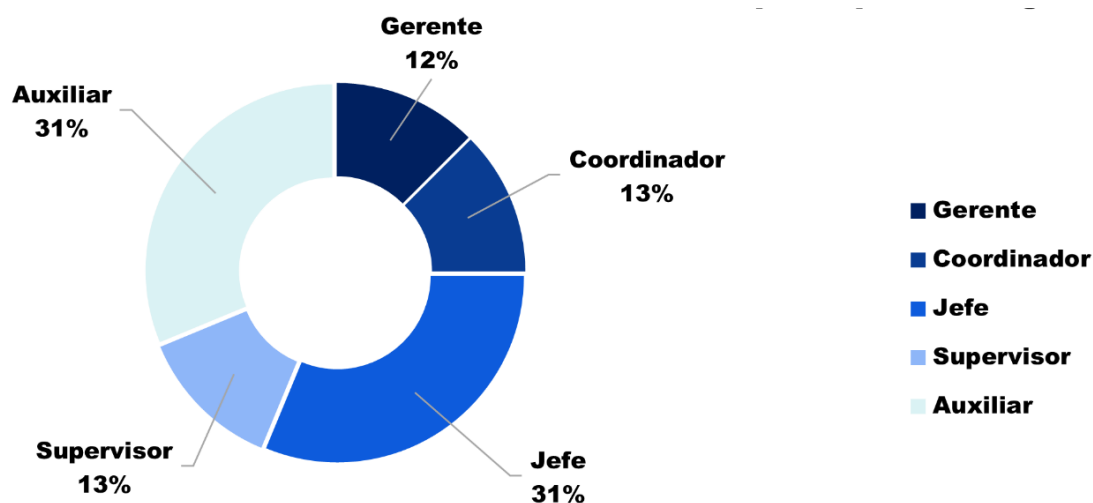
### 4.1 INFORME DE PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se emplearon tres métodos principales: encuestas, fichas de observación y registros estadísticos, para comprender los sistemas de riego en Tres Valles. Las encuestas implicaron una selección minuciosa del personal, con una tasa de respuesta del 100%, seguida de la tabulación de datos. Se realizaron recorridos detallados por las 21 fincas planificadas, estratificadas por tercio y sistema de riego, registrando observaciones meticulosamente para su análisis junto al Coordinador de Investigación Agrícola. Además, se accedió a los registros agrícolas para obtener medidas estadísticas que contribuyeron a evaluar la eficiencia, productividad y consumo de recursos en los sistemas de riego.

### 4.2 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS TÉCNICAS APLICADAS

#### 4.2.1 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA ENCUESTA

**Pregunta 1:** ¿Cuál es su puesto actual en la compañía?



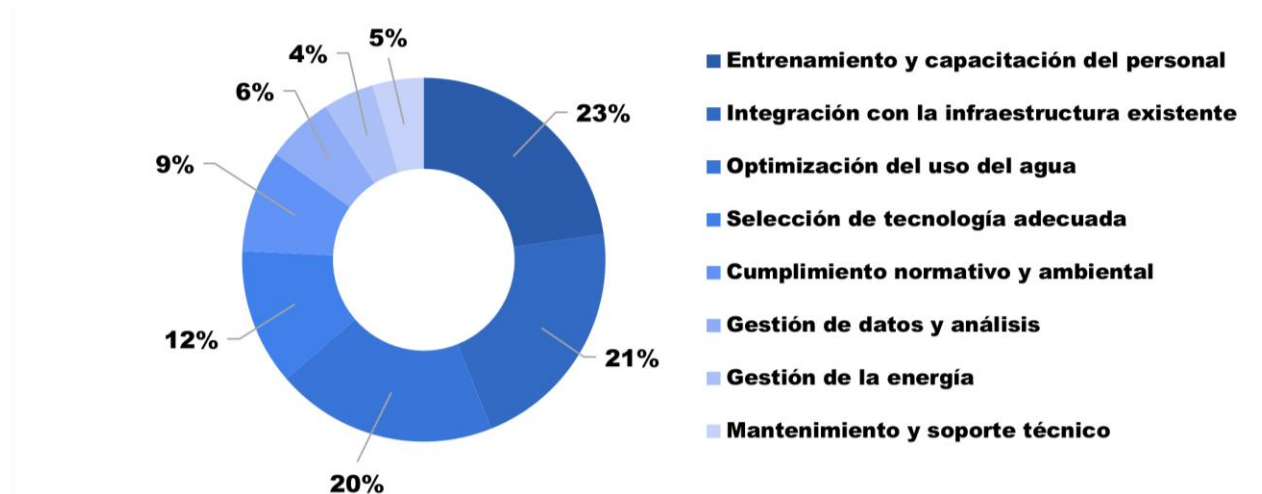
Leyenda: Cargo en Orden Descendente

**Ilustración 10. Muestra por Tipo de Cargo en la Compañía**

Fuente: (elaboración propia, 2024)

Se consulto al participante su puesto actual para llevar una línea de trabajo orientada a la percepción del cambio ante innovaciones tecnológica, de acuerdo con la jerarquía de puestos. Por lo que un 12% de la muestra tiene un rol de Gerente, un 13% tiene el puesto de coordinador, el 31% tiene el puesto de Jefe, el 13% tiene el puesto de Supervisor y el 31% como Auxiliar. Estos datos nos brindan una mejor perspectiva sobre los niveles de autoridad ante la toma de decisiones, observando que los puestos operativos (Jefe, Supervisores y Auxiliares) conllevan el 75% de la muestra, y los puestos administrativos (Gerente, Coordinador) son el 25% restante.

**Pregunta 2:** ¿Cuál de estos aspectos considera usted como desafío durante el diseño y planificación de un sistema automatizado de riego en la Compañía Azucarera Tres Valles?



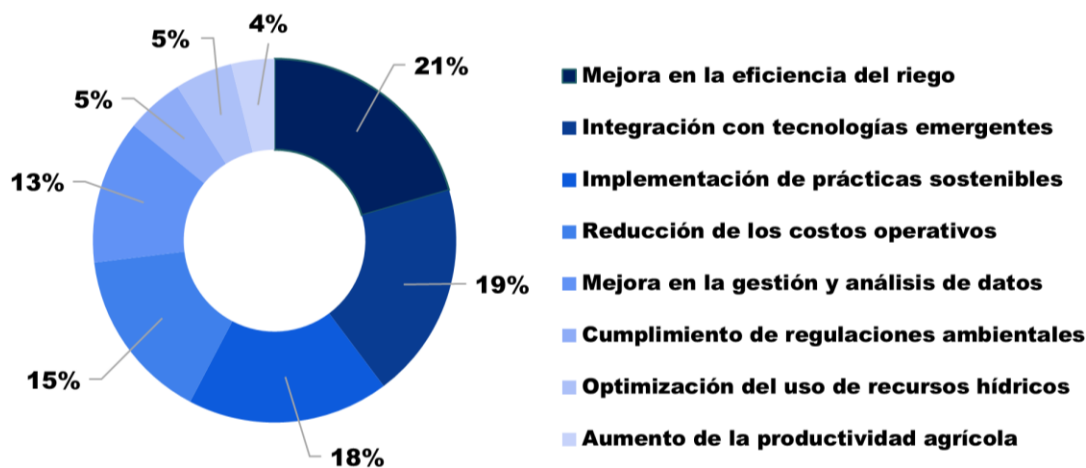
**Ilustración 11. Desafíos por Considerar ante el Diseño y Planificación de la Automatización de Riego**

Fuente: (elaboración propia, 2024)

De la muestra total, el 23% identificó la necesidad de abordar el entrenamiento y capacitación del personal como un desafío prioritario. Le siguió un 21% que destacó la importancia de la integración con la infraestructura existente. Un 20% señaló la optimización del uso del agua como un área clave, mientras que un 12% hizo hincapié en la selección adecuada de tecnología. Por último, se resaltaron los temas de cumplimiento normativo y ambiental, gestión de datos y análisis, gestión de la energía y mantenimiento como soporte técnico, con porcentajes respectivos del 9%, 6%, 4% y 5%. Los resultados de la encuesta indican una diversidad de desafíos percibidos en el diseño y planificación de un sistema automatizado de riego en la Compañía Azucarera Tres Valles. La identificación de áreas como el entrenamiento del personal y la integración con la

infraestructura existente resalta la importancia de la capacitación y la adaptación tecnológica para el éxito del proyecto. Asimismo, la atención hacia la optimización del uso del agua subraya la necesidad de prácticas sostenibles en el manejo de recursos. Estos hallazgos pueden orientar estrategias efectivas para abordar los desafíos clave y optimizar el diseño del sistema de riego automatizado en la empresa.

**Pregunta 3:** ¿Cuál de estos aspectos considera usted como oportunidad durante el diseño y planificación de un sistema automatizado de riego en la Compañía Azucarera Tres Valles?



### **Ilustración 12. Oportunidades por Considerar ante el Diseño y Planificación de la Automatización de Riego**

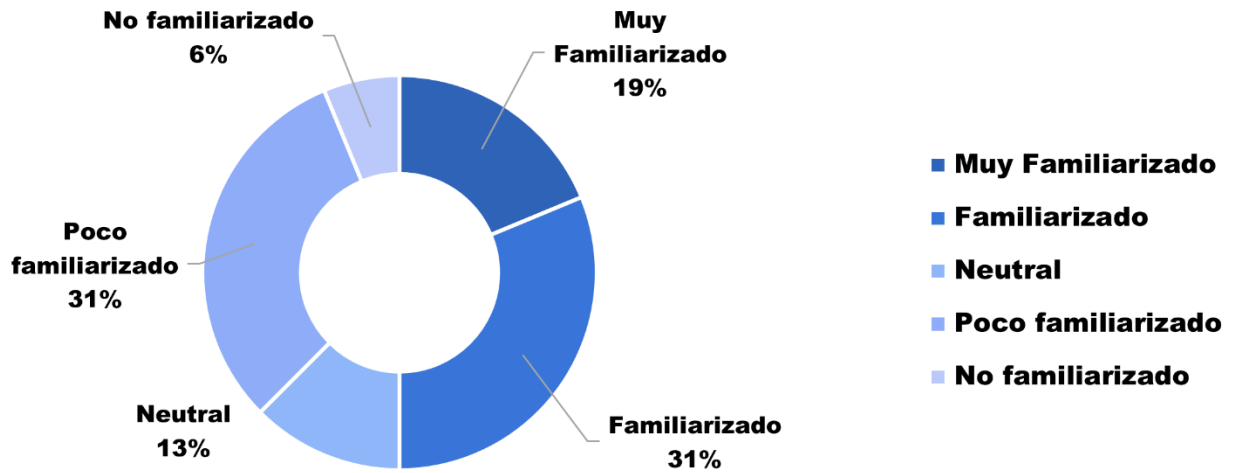
Fuente: (elaboración propia, 2024)

De la muestra total, el 21% identificó la mejora en la eficiencia del riego como una oportunidad clave para el proyecto. Un 19% destacó la oportunidad de integrarse con tecnologías emergentes, mientras que un 18% señaló la implementación de prácticas sostenibles como un área de enfoque importante. Además, un 15% resaltó la reducción de costos operativos como una oportunidad significativa, seguido por un 13% que enfatizó la mejora en la gestión y análisis de datos. Un 5% consideró el cumplimiento de regulaciones ambientales como una oportunidad, mientras que otro 5% mencionó la optimización de recursos hídricos. Por último, un 4% identificó el aumento en la productividad agrícola como una oportunidad relevante.

Los resultados de la encuesta muestran una variedad de oportunidades percibidas durante el diseño y planificación del sistema automatizado de riego en la Compañía Azucarera Tres Valles. La identificación de áreas como la mejora en la eficiencia del riego, la integración con tecnologías

emergentes y la implementación de prácticas sostenibles resalta el potencial para el crecimiento y la innovación en el proyecto. Estas oportunidades pueden ser aprovechadas para impulsar mejoras significativas en la gestión agrícola, la sostenibilidad y la rentabilidad en la compañía.

**Pregunta 4:** ¿Qué tan familiarizado está con los sistemas de automatización de riego?

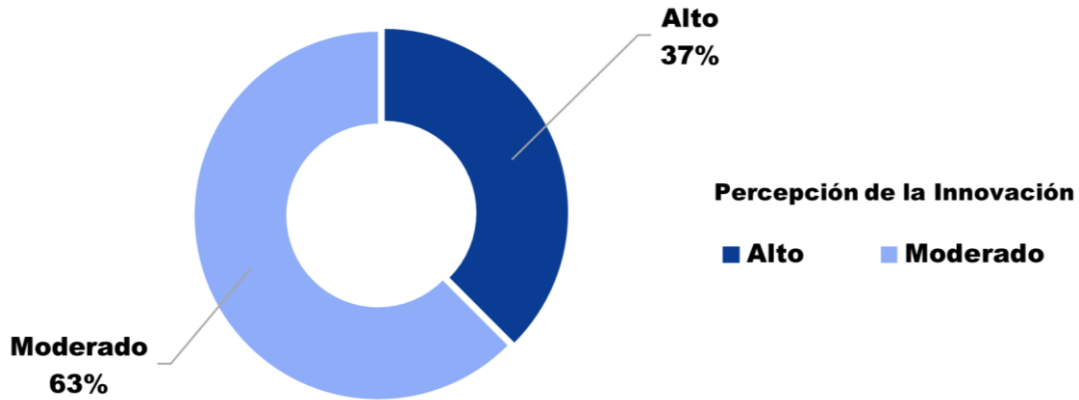


**Ilustración 13. Nivel de Familiaridad con Sistemas de Riego Automatizado**

Fuente: (elaboración propia, 2024)

Esta interrogante se contrasta con las respuestas de oportunidades y desafíos previamente identificados, buscando establecer relaciones coherentes con las teorías subyacentes. Los resultados mostraron que el 19% de los participantes se encontraba muy familiarizado, el 31% estaba familiarizado, otro 31% tenía un nivel de familiaridad limitado, y solo el 6% no estaba familiarizado, mostrados en la gráfica a continuación. Estos resultados son comprensibles dado que, aunque la compañía cuenta con varios procesos automáticos en su operación, la automatización del riego aún no se ha implementado por completo, lo que deja lagunas en el conocimiento sobre el tema. Sin embargo, el porcentaje de personas poco familiarizadas o no familiarizadas constituye una minoría, lo que sugiere que las oportunidades y desafíos identificados son válidos en el contexto de esta innovación en la compañía.

**Pregunta 5:** ¿Cómo calificaría el nivel de innovación tecnológica introducido por proyectos de automatización en organizaciones como la Compañía Azucarera Tres Valles?



**Ilustración 14. Nivel de Innovación de la Compañía**

Fuente: (elaboración propia, 2024)

Se observa que el 37% lo consideró alto, mientras que el 63% restante lo calificó como moderado, y ningún participante lo calificó como bajo. se evidencia un reconocimiento generalizado de la importancia y el impacto de estas iniciativas tecnológicas en el ámbito agrícola. La ausencia de calificaciones en el nivel bajo, lo que refleja un reconocimiento generalizado de la importancia y el impacto positivo de estas iniciativas tecnológicas en el ámbito agrícola de la compañía. La predominancia de la calificación moderado por el 63% restante sugiere un consenso sobre la relevancia significativa de la automatización del riego en el contexto específico de la empresa, destacando su aceptación generalizada y su potencial para generar beneficios tanto económicos como operativos.

**Pregunta 6:** ¿La automatización de riego requerirá ajustes en los roles y responsabilidades del personal?

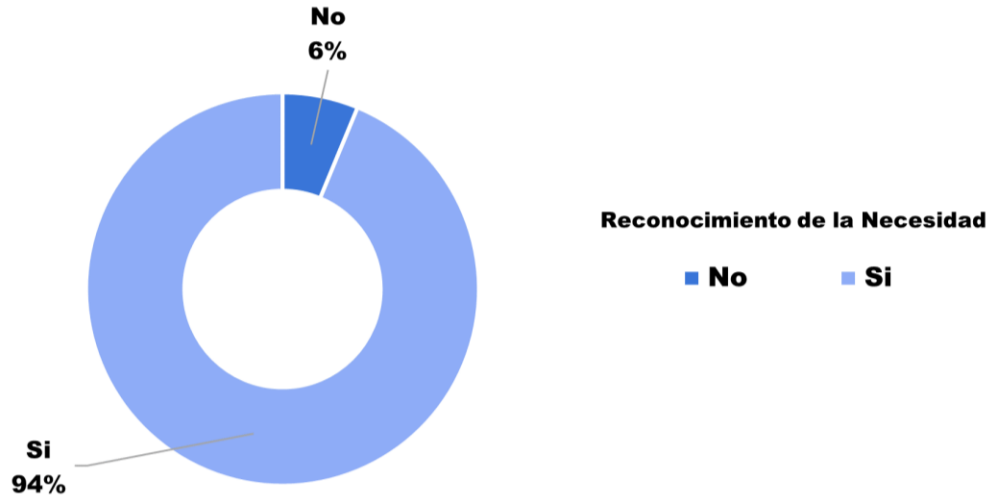


**Ilustración 15. Percepción de Ajuste en los Roles y Responsabilidades**

Fuente: (elaboración propia, 2024)

Los resultados de la encuesta indican de manera concluyente que existe un consenso generalizado entre el personal sobre la necesidad de ajustar los roles y responsabilidades debido a la implementación de la automatización del riego. Con el 100% de los encuestados reconociendo esta necesidad, se evidencia una clara percepción de que la adopción de la automatización requerirá una redefinición de las funciones y tareas dentro de la organización. Este hallazgo destaca la importancia de realizar cambios organizacionales para adaptarse a la nueva tecnología y subraya la necesidad de desarrollar estrategias efectivas de gestión del cambio para facilitar una transición exitosa hacia la automatización del riego.

**Pregunta 7:** ¿La introducción de la automatización de riego en la Compañía Azucarera Tres Valles requiere de la adquisición de nuevas habilidades o capacitación para el personal?



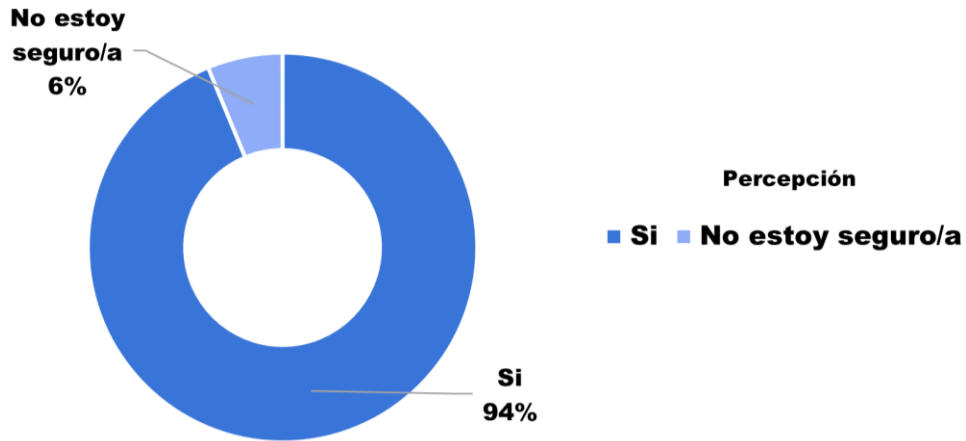
### **Ilustración 16. Necesidad de Capacitación para el Personal**

Fuente: (elaboración propia, 2024)

Los resultados revelan de manera contundente que la introducción de la automatización de riego en la Compañía Azucarera Tres Valles demandará la adquisición de nuevas habilidades o capacitación por parte del personal, con un 94% de los encuestados reconociendo esta necesidad. Esta alta proporción refleja la conciencia generalizada dentro de la organización sobre la importancia de prepararse adecuadamente para la implementación de la nueva tecnología. El 6% restante que no considera necesaria esta capacitación podría indicar la existencia de un grupo minoritario que requiere mayor clarificación sobre los beneficios y requisitos del proceso de automatización. En conjunto, estos resultados subrayan la urgencia de desarrollar programas de

capacitación efectivos para garantizar una transición sin contratiempos hacia la automatización del riego y maximizar el potencial de éxito en la empresa.

**Pregunta 8:** ¿Cree que la innovación tecnológica de automatización de riego mejorará la eficiencia hídrica en la compañía?

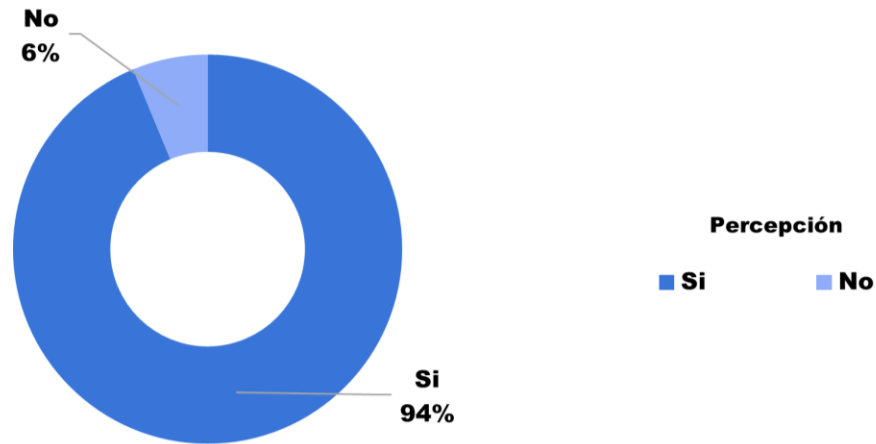


**Ilustración 17. Percepción de Mejora en la Eficiencia Hídrica**

Fuente: (elaboración propia, 2024)

Los datos obtenidos muestran un alto grado de confianza en la capacidad de la innovación tecnológica de automatización de riego para mejorar la eficiencia hídrica en la Compañía Azucarera Tres Valles, con un 94% de los encuestados expresando confianza en esta mejora, se evidencia una clara percepción de la importancia y el potencial impacto positivo de esta tecnología en la gestión del agua en la empresa. Esta alta aceptación refleja una predisposición favorable hacia la adopción de sistemas automatizados de riego como una estrategia para optimizar el uso del recurso hídrico y mejorar la sostenibilidad de las operaciones agrícolas. Aunque un pequeño porcentaje (6%) aún no está completamente convencido, la ausencia de respuestas negativas sugiere una apertura hacia la exploración y la implementación de estas soluciones tecnológicas. En consecuencia, estos resultados respaldan la necesidad de continuar avanzando en la integración de tecnologías de automatización de riego en la empresa, lo que podría conducir a mejoras significativas en la eficiencia operativa y ambiental.

**Pregunta 9:** ¿La automatización de riego mejorará la eficiencia operativa en comparación con métodos de riego convencionales?

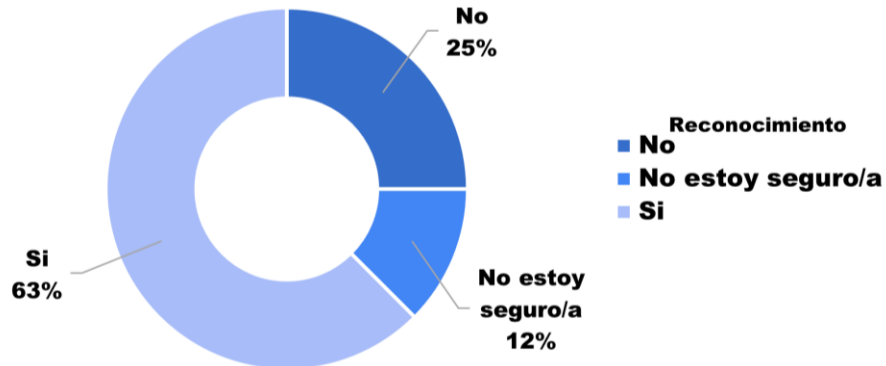


**Ilustración 18. Percepción de Mejora en la Eficiencia Operativa**

Fuente: (elaboración propia, 2024)

Los datos revelan un amplio consenso dentro de la Compañía Azucarera Tres Valles en cuanto a la percepción de que la automatización del riego tendrá un impacto positivo en la eficiencia operativa en comparación con los métodos de riego convencionales. Con un 94% de los encuestados expresando esta opinión favorable, se refleja una clara confianza en los beneficios que la implementación de tecnologías automatizadas puede ofrecer en términos de optimización de los procesos agrícolas. Esta alta aceptación sugiere un reconocimiento generalizado de las ventajas potenciales de la automatización en la mejora de la productividad, la reducción de los costos operativos y la optimización de los recursos. Aunque un pequeño porcentaje (6%) muestra escepticismo respecto a esta mejora, la abrumadora mayoría que respalda la idea de que la automatización mejorará la eficiencia operativa señala un sólido apoyo hacia la adopción de estas tecnologías como parte de una estrategia integral de mejora continua en la empresa. Los resultados también respaldan la idea de que la eficiencia operativa está intrínsecamente vinculada a la adquisición de nuevas habilidades y capacitación para el personal, como se observó en la pregunta anterior, donde el 94% de los encuestados reconoció esta necesidad. Esta coherencia entre las respuestas sugiere que el personal reconoce la importancia de adaptarse a las nuevas tecnologías y métodos de trabajo para garantizar una transición efectiva hacia la automatización del riego. Además, la percepción positiva sobre el impacto en la eficiencia hídrica y operativa subraya la visión integral de los beneficios potenciales que se espera obtener con la implementación de la automatización del riego en la compañía.

**Pregunta 10:** ¿El proceso de automatización de riego afectará positivamente la calidad de los productos agrícolas o el rendimiento de los cultivos?

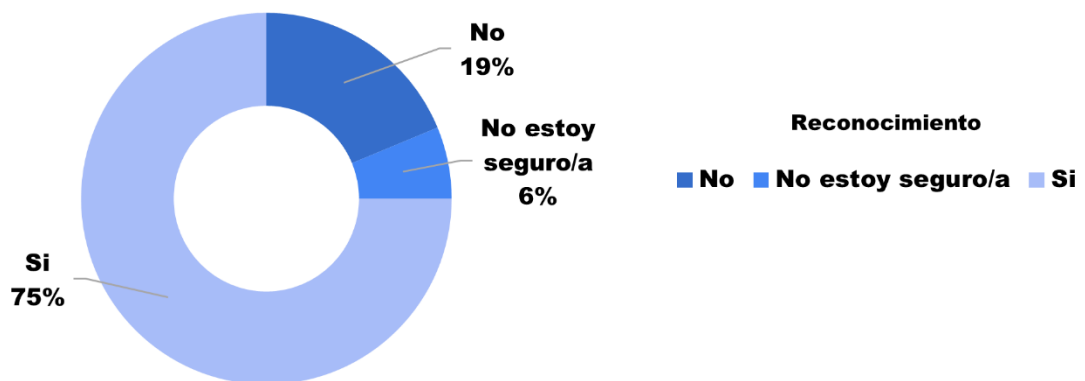


**Ilustración 19. Percepción de la Calidad o Rendimiento**

Fuente: (elaboración propia, 2024)

Los datos de la encuesta reflejan una confianza mayoritaria, con un 63% de los encuestados que creen en la mejora de la calidad de los productos agrícolas y el rendimiento de los cultivos mediante la automatización del riego. No obstante, es esencial abordar las preocupaciones del 25% que expresó una opinión negativa y el 12% indeciso. Estos resultados resaltan la necesidad de una comunicación efectiva y un seguimiento continuo durante la implementación para garantizar una adopción exitosa y comprensión de los beneficios del proceso de automatización.

**Pregunta 11:** ¿Considera usted que el proyecto de automatización de riego impactará en la estructura organizativa de la empresa?

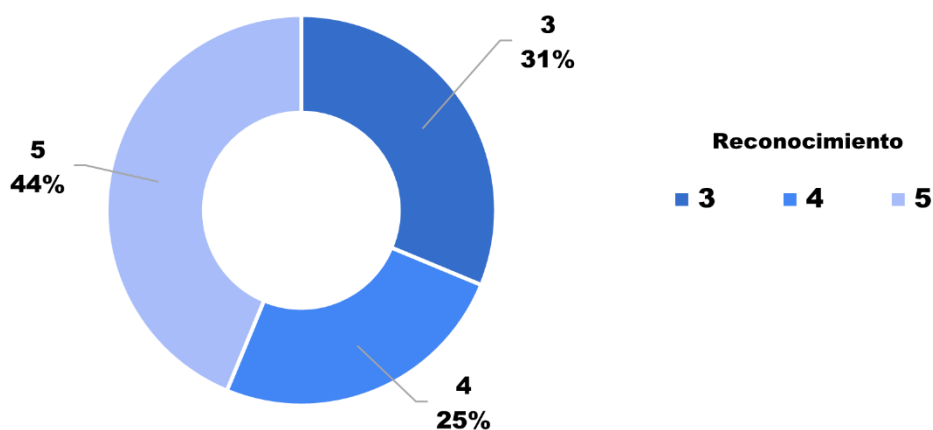


**Ilustración 20. Reconocimiento del Impacto en la Estructura Organizativa**

Fuente: (elaboración propia, 2024)

Los datos reflejan una clara percepción entre la mayoría de los encuestados (75%) de que el proyecto de automatización de riego tendrá un impacto en la estructura organizativa de la empresa. Este resultado, vinculado a la pregunta sobre la anticipación de ajustes en roles y responsabilidades del personal, resalta la importancia de abordar proactivamente el cambio organizacional. Es crucial reconocer las preocupaciones del 19% que no percibe un impacto y del 6% indeciso, ya que estas opiniones pueden indicar resistencia al cambio o falta de comprensión sobre los beneficios potenciales. Por lo tanto, se requiere una comunicación clara y una gestión efectiva del cambio para garantizar una transición exitosa y una alineación adecuada con los objetivos estratégicos de la empresa.

**Pregunta 12:** En una escala del 1 (Bajo) al 5 (Alto) ¿cómo evaluaría la efectividad global de proyectos de automatización de riego y sus impactos en la organización?

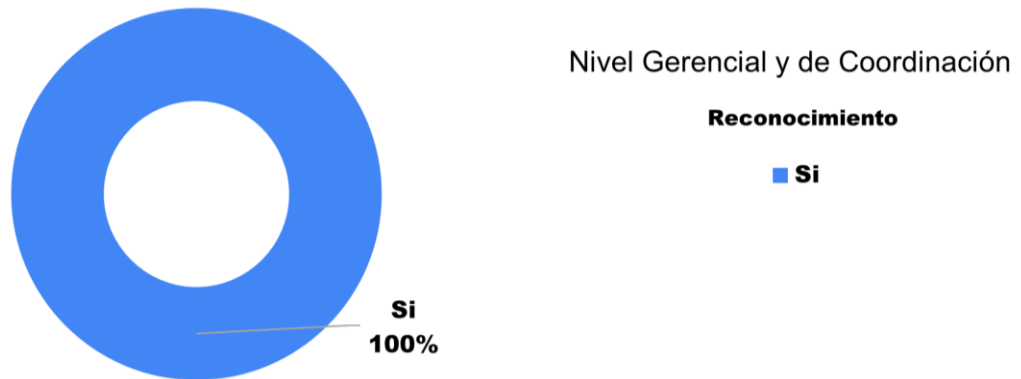


### Ilustración 21. Reconocimiento de la Efectividad e Impacto

Fuente: (elaboración propia, 2024)

La distribución de respuestas a la pregunta sobre la evaluación de la efectividad global de los proyectos de automatización de riego y sus impactos en la organización revela una percepción mayoritariamente positiva. El hecho de que el 44% haya otorgado la calificación más alta (5) sugiere un reconocimiento generalizado de los beneficios y la eficacia de estas iniciativas. Sin embargo, también es importante considerar la proporción significativa (31%) que seleccionó el nivel intermedio (3), lo que indica que aún existen áreas de mejora o aspectos que generan dudas. Este resultado subraya la importancia de una evaluación continua y una atención diligente para abordar cualquier preocupación o desafío identificado durante la implementación y operación de los proyectos de automatización de riego.

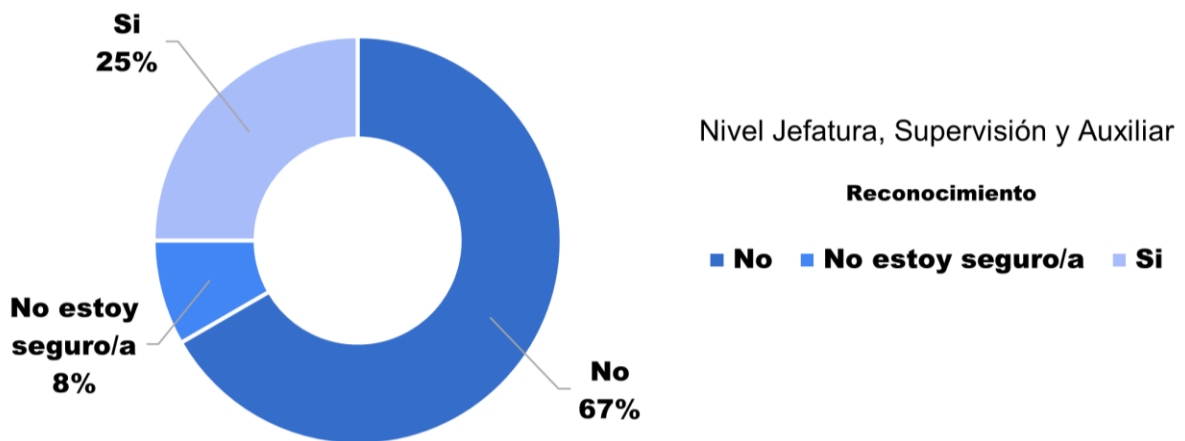
**Pregunta 13:** ¿El tema de la automatización de riego ha generado resistencia entre los miembros del equipo?



**Ilustración 22. Percepción de Resistencia al Cambio a Nivel Gerencial**

Fuente: (elaboración propia, 2024)

Los resultados obtenidos al analizar la resistencia hacia la automatización de riego muestran una disparidad significativa entre los niveles gerenciales y operativos dentro de la organización. Mientras que el 100% de los encuestados con roles gerenciales o de coordinación reportaron resistencia, solo el 25% de los encuestados en roles operativos indicaron lo mismo. Este fenómeno destaca la importancia de segmentar las estrategias de gestión del cambio de acuerdo con el cargo dentro de la organización. Es crucial reconocer que, según el departamento de desarrollo humano, muchos empleados en roles operativos tienen un nivel educativo que llega hasta la secundaria completa y tienden a preferir métodos de trabajo tradicionales basados en su experiencia acumulada.

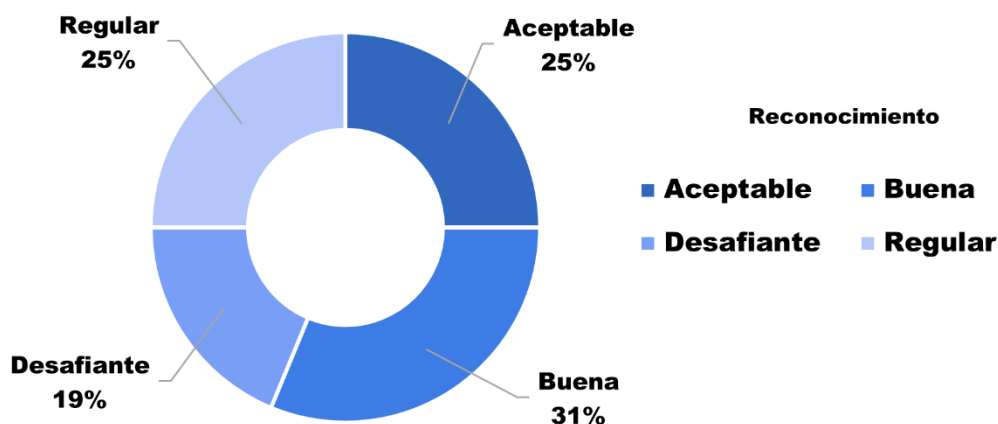


**Ilustración 23. Percepción de Resistencia al Cambio a Nivel Operativo**

Fuente: (elaboración propia, 2024)

El desafío principal se encuentra en la resistencia al cambio por parte de los empleados en roles operativos, quienes muestran una aversión hacia la tecnología y una baja disposición hacia la innovación. Esta actitud puede atribuirse a una preferencia por métodos de trabajo tradicionales y una falta de familiaridad o confianza en nuevas tecnologías. Para superar este obstáculo, será fundamental implementar estrategias de capacitación y comunicación que aborden específicamente estos temores y promuevan una mayor aceptación y comprensión de los beneficios que conlleva la automatización de riego. Además, brindar un apoyo continuo y una supervisión adecuada durante la transición ayudará a fomentar una cultura organizativa más receptiva al cambio y la innovación.

**Pregunta 14:** ¿Cómo se ha gestionado la resistencia al cambio por parte de los colaboradores durante la implementación de proyectos de automatización o innovación tecnológica?



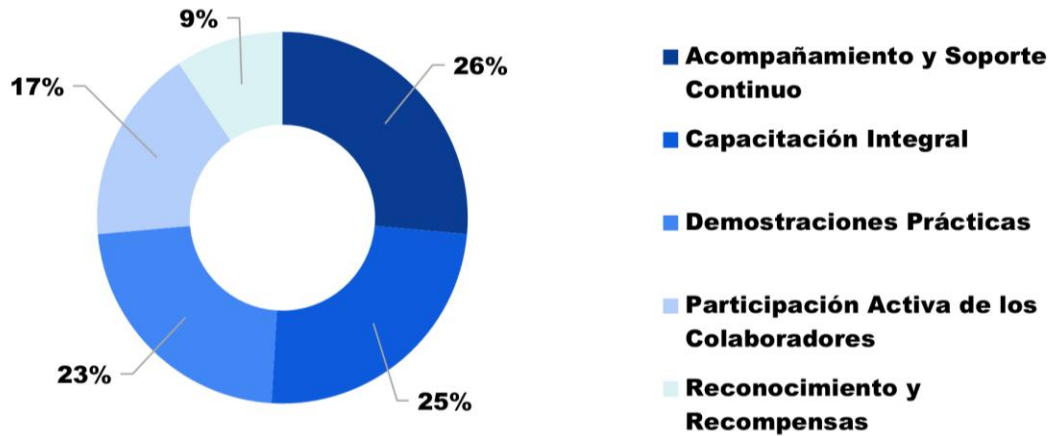
**Ilustración 24. Gestión de Resistencia al Cambio**

Fuente: (elaboración propia, 2024)

La gestión de la resistencia al cambio por parte de los colaboradores durante la implementación de proyectos de automatización o innovación tecnológica parece variar significativamente. Si bien un 56% de los encuestados describen la gestión como aceptable o buena, un 44% indica que ha sido desafiante o regular. Esta diversidad de respuestas sugiere que, si bien se han implementado algunas estrategias efectivas para abordar la resistencia al cambio, aún existen áreas de mejora. Es crucial identificar las causas específicas de esta resistencia y adaptar las estrategias de gestión del cambio en función de las necesidades y preocupaciones individuales de los colaboradores. Además, es importante destacar que la resistencia al cambio

puede estar relacionada con la falta de capacitación y comunicación efectiva sobre los beneficios y objetivos de la automatización de riego, lo que resalta la importancia de abordar estas áreas para una implementación exitosa y una adopción más amplia de la tecnología.

**Pregunta 15:** ¿Qué estrategias sugiere usted como más apropiadas para que la compañía logre una aceptación más amplia en relación con proyectos de innovación tecnológica? Puede seleccionar varias.



### Ilustración 25. Estrategias de Aceptación para Innovaciones

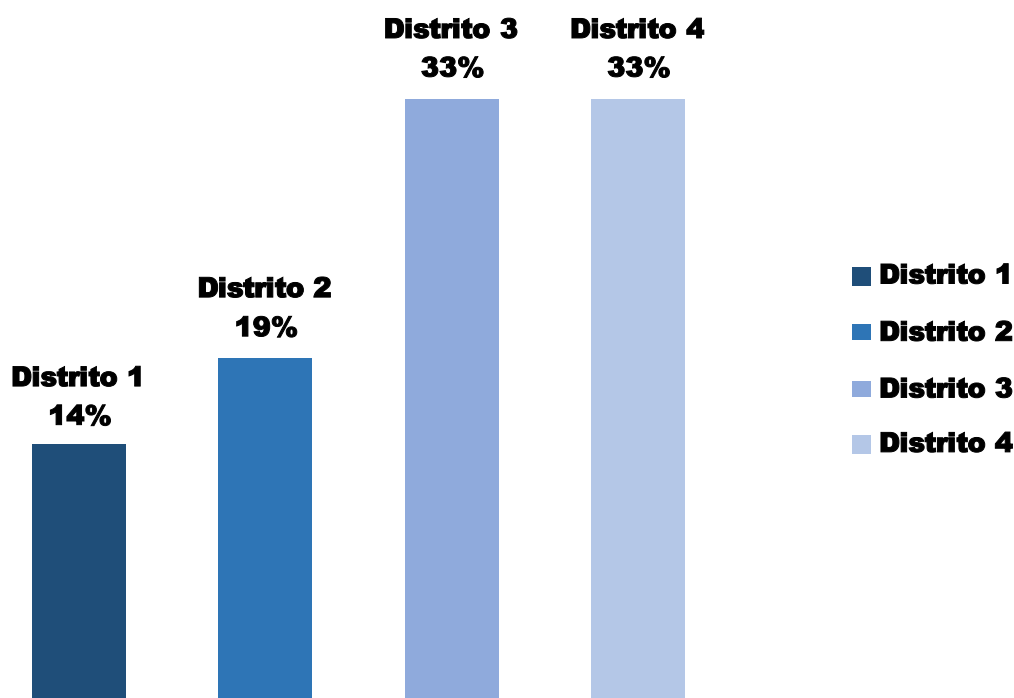
Fuente: (elaboración propia, 2024)

Las estrategias sugeridas por los encuestados para lograr una aceptación más amplia en relación con proyectos de innovación tecnológica ofrecen una visión valiosa sobre cómo abordar la resistencia al cambio y promover una adopción exitosa de la tecnología. El énfasis en el acompañamiento y el soporte continuo 26% destaca la importancia de brindar apoyo emocional y técnico a los colaboradores durante todo el proceso de implementación. La propuesta de una capacitación integral 25% subraya la necesidad de desarrollar las habilidades necesarias para utilizar eficazmente la nueva tecnología. Además, las demostraciones prácticas 23% pueden ayudar a mostrar los beneficios concretos de la innovación tecnológica, mientras que la participación de los colaboradores 17% fomenta un sentido de propiedad y compromiso con el cambio. Finalmente, el reconocimiento y las recompensas 9% pueden servir como incentivos adicionales para motivar la adopción de la tecnología. Estas estrategias, en conjunto, pueden contribuir a superar la resistencia al cambio y promover una cultura organizativa receptiva a la innovación tecnológica.

#### 4.2.2 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS FICHAS DE OBSERVACIÓN

Con el propósito de realizar un análisis integral del impacto económico, ambiental, hídrico y operativo en la compañía, se llevó a cabo una evaluación detallada de cada una de las fincas muestreadas, estratificadas por tercio, con el fin de determinar parámetros fundamentales y clasificarlas como adecuadas o no para la automatización. Además, se generaron promedios que reflejaran la situación antes y después de la implementación del sistema automatizado, así como los costos operativos medios para el análisis financiero del proyecto.

##### **Criterio 1: Fincas por Distrito**



##### **Ilustración 26. Fincas por Distrito**

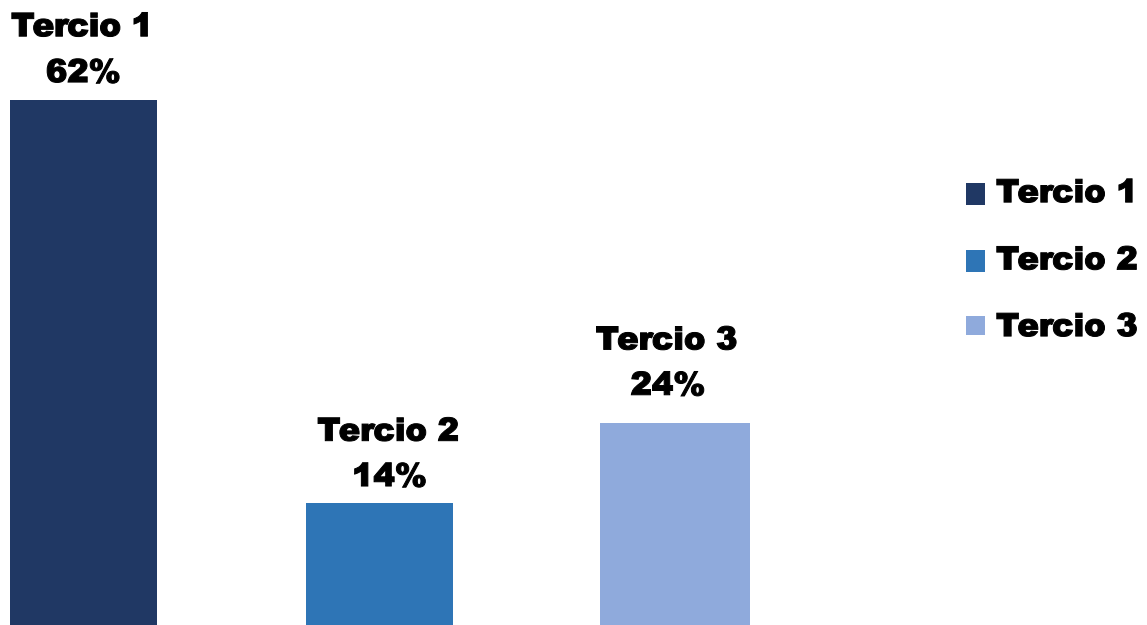
Fuente: (elaboración propia, 2024)

Con el análisis de la Ficha de Observación aplicada a 21 fincas pertenecientes a la Compañía Azucarera Tres Valles el 66.67% de las fincas están ubicadas entre el distrito 3 y 4, siendo 14 fincas las que geográficamente tienen mayores hectáreas cubiertas y por ende las que generan altos volúmenes de producción durante cada periodo de cosecha, como se puede observar

el restante 33% se encuentra entre el distrito 1 y 2, con 3 fincas ubicadas para el primero y 4 fincas para el segundo.

Con base en esta distribución, se podrá organizar la asignación de recursos para la planificación de un sistema de automatización de riego. Los distritos con mayor porción de fincas pueden requerir una mayor inversión en tecnología y equipos, teniendo en consideración factores como el costo de la tecnología, los beneficios esperados en términos de ahorro de agua y la rentabilidad del nuevo sistema, permitiendo planificar el diseño del proyecto. Al establecer distritos se facilita la supervisión y el mantenimiento de las infraestructuras, esto permite una atención más rápida y eficiente a cualquier problema que pueda surgir, lo que busca minimizar los tiempos de inactividad y garantiza un funcionamiento óptimo de los sistemas.

### **Criterio 2: Fincas por Tercio**



### **Ilustración 27. Fincas por Tercio**

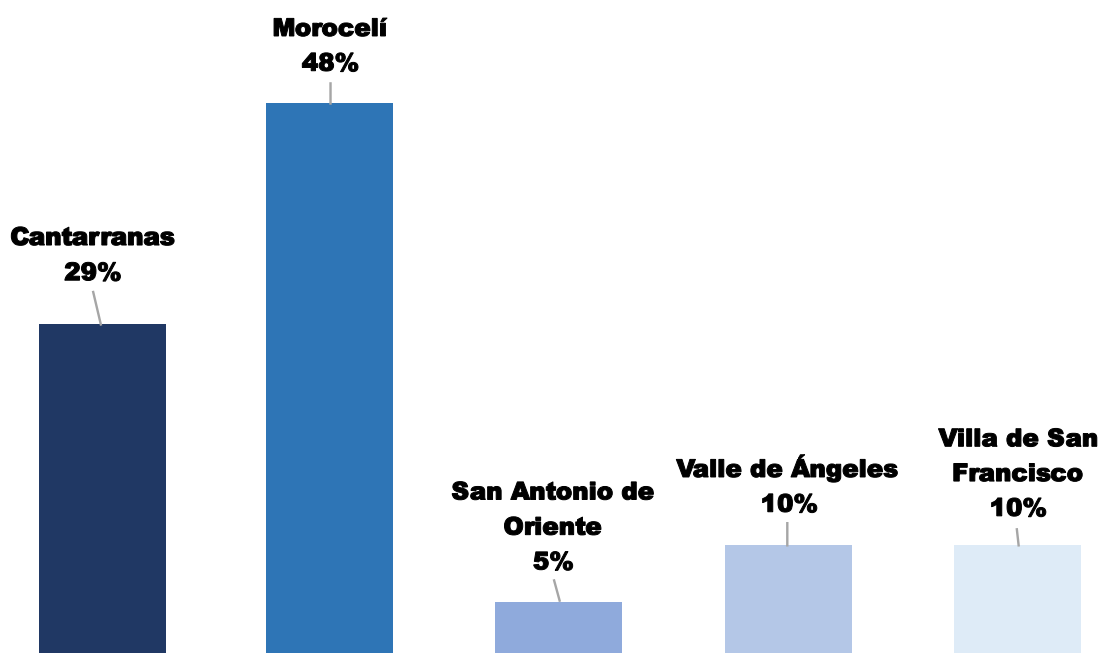
Fuente: (elaboración propia, 2024)

De acuerdo, con la Ficha de Observación realizada a 21 fincas de la Compañía Azucarera Tres Valles se pudo observar que una gran porción de sus fincas pertenece al primer tercio del año

que comprenden de noviembre-enero, representando el 62% del total de las fincas observadas. El resultado de estas estadísticas es relevante, ya que 13 fincas están en su etapa de producción en ese primer trimestre, siendo el periodo de mayor generación de caña y donde la calidad del producto extraído tiene sus mejores propiedades, de esta forma requiere un manejo adecuado para alcanzar los niveles de producción esperados por la compañía. Adicionalmente, las fichas analizadas revelan que en segunda estancia el 24% de la producción está conformada por 5 fincas y un tercer tercio conformado por 3 fincas que representa el 14%.

Estos datos pueden ser útiles, ya que podrían influir en la distribución de los recursos, desde la ubicación de sensores, la planificación de la infraestructura y la programación de los sistemas de control. Dado que la mayor concentración de fincas está en el Tercio 1, puede ser prioritario implementar un sistema avanzado y eficiente en esta área, que vendrá a aumentar la productividad y hacer uso eficiente del sistema a desarrollarse.

### **Criterio 3:** Ubicación por Departamento y Municipio



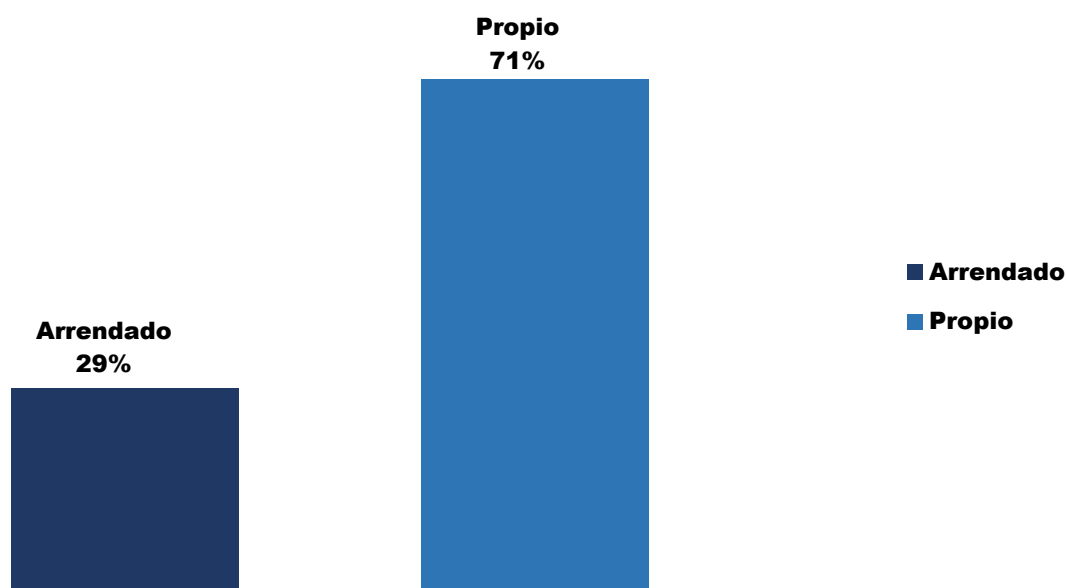
**Ilustración 28.** Ubicación por Departamento y Municipio

Fuente: (elaboración propia, 2024)

El 52% de los resultados obtenidos indican que en su mayoría están ubicadas en el departamento de Francisco Morazán (Cantarranas, San Antonio de Oriente, Valle de Ángeles y Villa de San Francisco) con 11 fincas distribuidas en dicho lugar , ligeramente por debajo con un 48% de las fincas observadas representado por 10 fincas están ubicadas en el departamento de El Paraíso (Morocelí), denotando la disponibilidad de los recursos y las condiciones ambientales para estas áreas que cuentan con suelos fértiles, mayor afluencia de aguas, climas propicios para su cultivo, no dejando de lado factores socioeconómicos, como la disponibilidad de mano de obra, la infraestructura y acceso a mercados más amplios condiciones favorables que hace atractivo para establecer fincas en dichas estancias. Lo que puede resultar de mucha utilidad al momento de establecer análisis y mediciones con el propósito de mejorar la calidad e incrementar los niveles de producción dentro de la compañía.

Un aspecto por considerar en la concentración de fincas es la contribución al desarrollo rural de los municipios a su alrededor, generando empleo, ingresos a las familias y actividades económicas relacionadas con la agricultura.

#### **Criterio 4:** Fincas Propias o Arrendadas

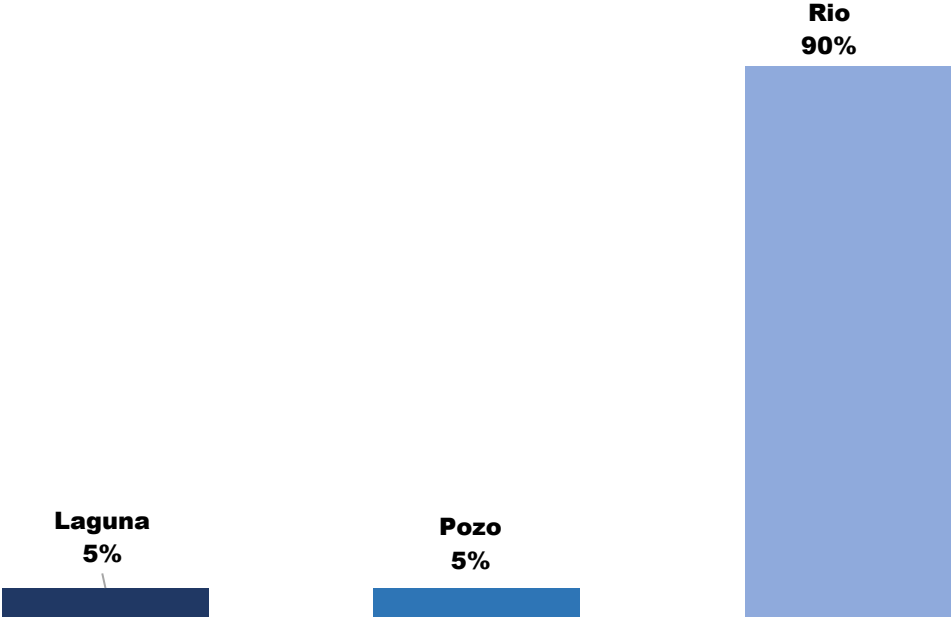


**Ilustración 29. Fincas Propias o Arrendadas de la Muestra**

Fuente: (elaboración propia, 2024)

Para determinar la idoneidad de las fincas, se aplicaron los siguientes criterios: se consideró que la propiedad fuera propiedad de la compañía, lo que garantizaría una mayor durabilidad de la inversión. Al ser en su mayoría propiedad de la compañía, las fincas garantizan una mayor estabilidad y durabilidad para la inversión realizada en el proyecto, esto se debe a que la compañía tiene control sobre el uso y la gestión del terreno, lo que reduce la incertidumbre asociada con cambios de contratos de arrendamiento o la posible pérdida de acceso al terreno. Lo que otorga mayor control sobre el suministro de agua, especialmente cuando proviene de ríos, lagunas o pozos en la propiedad, con ello se reduce el riesgo de interrupciones en el acceso al terreno, por disputas legales u otros factores externos, esto proporciona una mayor seguridad y estabilidad para la inversión y la operación de la compañía.

**Criterio 5:** Fincas por Recurso Hídrico



**Ilustración 30.** Fincas por Recurso Hídrico

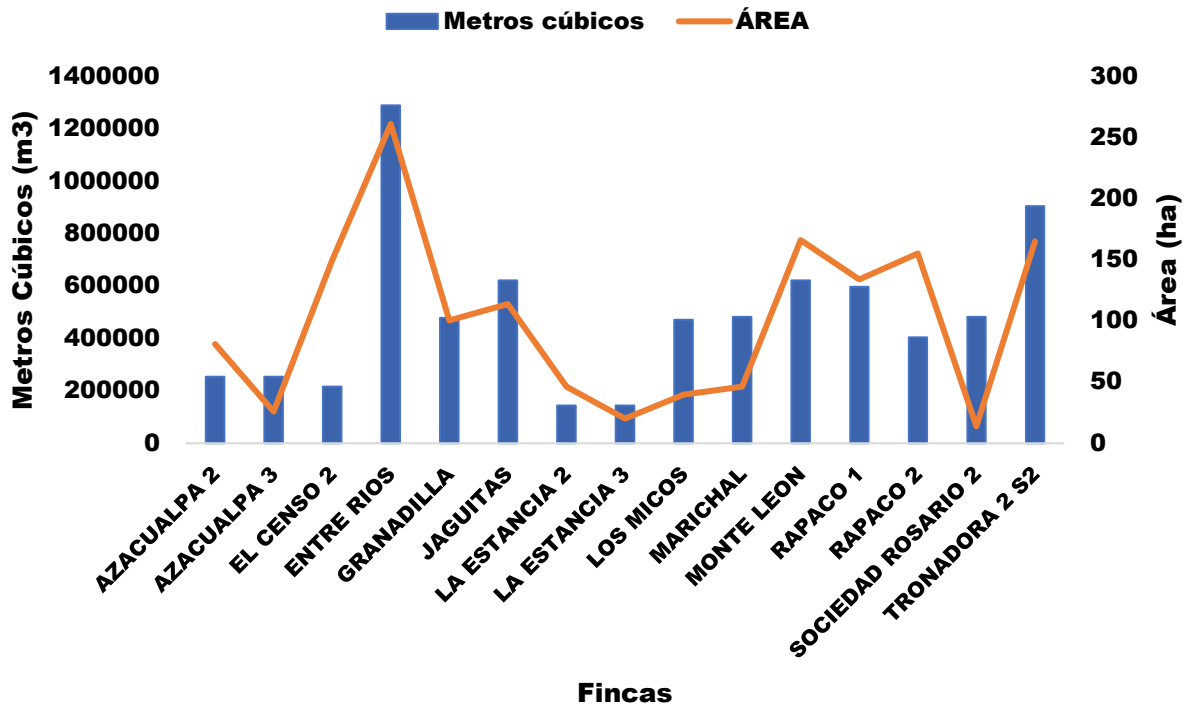
Fuente: (elaboración propia, 2024)

Del total de las fichas realizadas, en el 90% de las fincas la fuente hídrica proviene de ríos próximos a los cultivos de cañas, mientras que el 10% restante lo recolectan de lagunas y pozos lo que indica que las fuentes proporcionan un suministro adecuado de agua para los cultivos de caña

de azúcar. Es esencial tener en cuenta la disponibilidad continua de agua para garantizar el éxito del proyecto.

Al contar con una diversidad de fuentes de agua que incluye ríos, lagunas y pozos se destaca la importancia de comprender las características y variaciones de cada fuente, esto implica diferentes niveles de calidad de agua, fluctuaciones estacionales en los niveles de agua, factores a considerar al diseñar el sistema. Las fuentes hídricas utilizadas por las fincas destacan la importancia de comprender las características y necesidades específicas de cada fuente, así como la implementación de prácticas sostenibles que garanticen un suministro confiable y responsable con la utilización de este recurso.

**Criterio 6:** Área total y Metros Cúbicos Aplicados al Año



**Ilustración 31.** Área total y Metros Cúbicos Aplicados

Fuente: (elaboración propia, 2024)

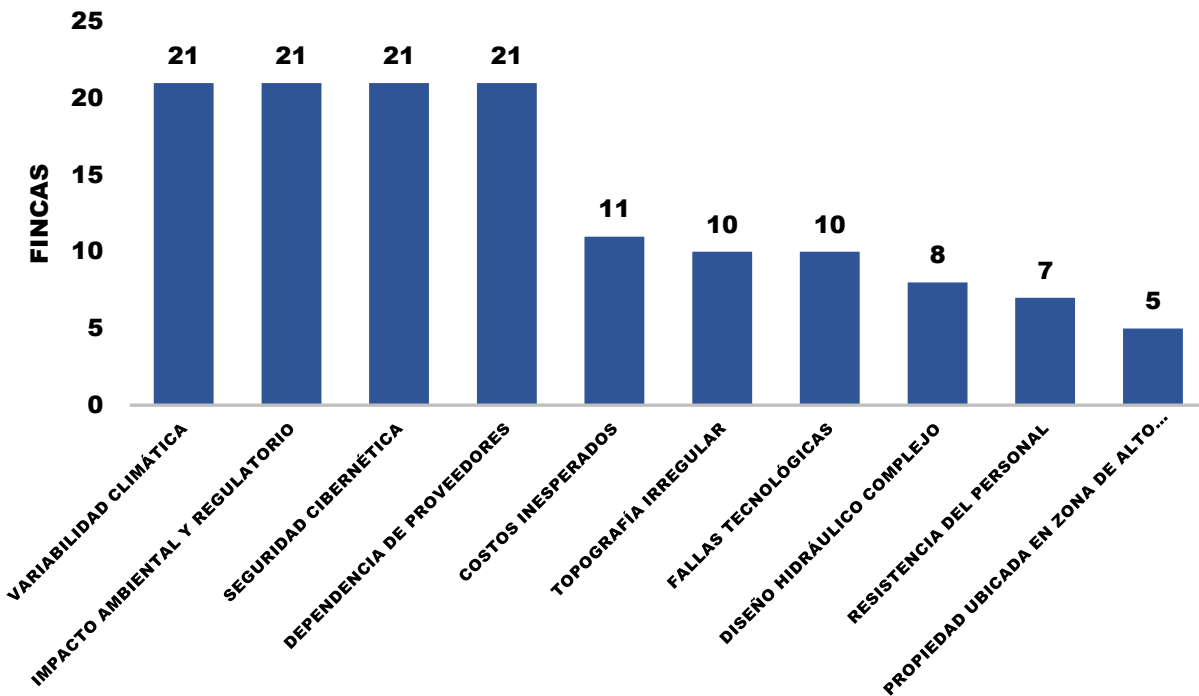
De 15 fincas analizadas, la suma total de su área equivale a 1,318.83 Hectáreas, con un consumo de agua anual de 6,460,220.2 metros cúbicos como se muestra en la imagen.

Este dato indica la magnitud del impacto y la necesidad de gestionar de manera eficiente los recursos hídricos en la compañía. Es evidente que la implementación de un sistema de riego

automatizado podría jugar un papel fundamental en la optimización del uso del agua, lo que potencialmente podría conducir a una mayor eficiencia en la producción agrícola y a la reducción de los costos operativos asociados al consumo de agua.

Contar con la información sobre el área y el consumo de agua proporciona una base sólida para el diseño e implementación de un sistema de riego automatizado que se adapte a las necesidades específicas de las fincas. Esto incluye determinar la distribución adecuada del agua y la programación de riego para maximizar la eficiencia hídrica y minimizar el desperdicio, lo que puede conducir a una reducción en los costos asociados al consumo de agua, así como a una mejora en la productividad y la rentabilidad de las fincas.

### **Criterio 7: Riesgos Asociados Observados**



### **Ilustración 32. Riesgos Asociados en las Fincas Muestreadas**

Fuente: (elaboración propia, 2024)

Estos riesgos abarcan desde la variabilidad climática hasta la resistencia del personal y la ubicación de la propiedad en zonas de alto riesgo. Es fundamental tener en cuenta estos riesgos al diseñar e implementar un sistema automatizado de riego, y desarrollar estrategias adecuadas para mitigarlos y garantizar el éxito del proyecto.

Cada uno de los riesgos puede tener un impacto significativo en la sostenibilidad del sistema, como es el caso de la variabilidad climática que puede afectar la disponibilidad y la cantidad de agua disponible para el riego, lo que podría requerir ajustes automáticos en el sistema. El impacto ambiental y regulatorio implica cumplir con normativas y mitigar efectos negativos sobre el entorno. La seguridad cibernética es esencial para proteger el sistema de posibles ataques que podrían interferir con su funcionamiento. La dependencia de proveedores y los costos inesperados podrían afectar la viabilidad económica del proyecto. La topografía irregular y el diseño hidráulico demandan soluciones técnicas adaptadas. Las fallas tecnológicas y la resistencia del personal requieren planes de contingencias y capacitación adecuadas. La ubicación de la zona en propiedad de alto riesgos implica consideraciones adicionales para garantizar la protección de los activos.

Abordar estos riesgos desde el diseño inicial del sistema de automatización de riegos es fundamental para el éxito a largo plazo y para garantizar su funcionamiento óptimo en diversas condiciones y escenarios.

**Tabla 12. Riesgos Asociados a las Fincas Muestreadas**

Riesgos	Cantidad de Fincas con el Riesgo
Variabilidad Climática	21
Impacto Ambiental Y Regulatorio	21
Seguridad Cibernética	21
Dependencia de Proveedores	21
Costos Inesperados	11
Topografía Irregular	10
Fallas Tecnológicas	10
Diseño Hidráulico Complejo	8
Resistencia del Personal	7
Propiedad ubicada en zona de alto riesgo de robo y/o quema por terceros	5

Fuente: (elaboración propia, 2024)

El tema por considerar en la visita técnica a campo, fueron los riesgos asociados a la automatización de riego, de los cuales se describen en la tabla que antecede.

**Criterio 8:** Se cuenta con el Personal Capacitado para Operar y Mantener Sistemas de Automatización.

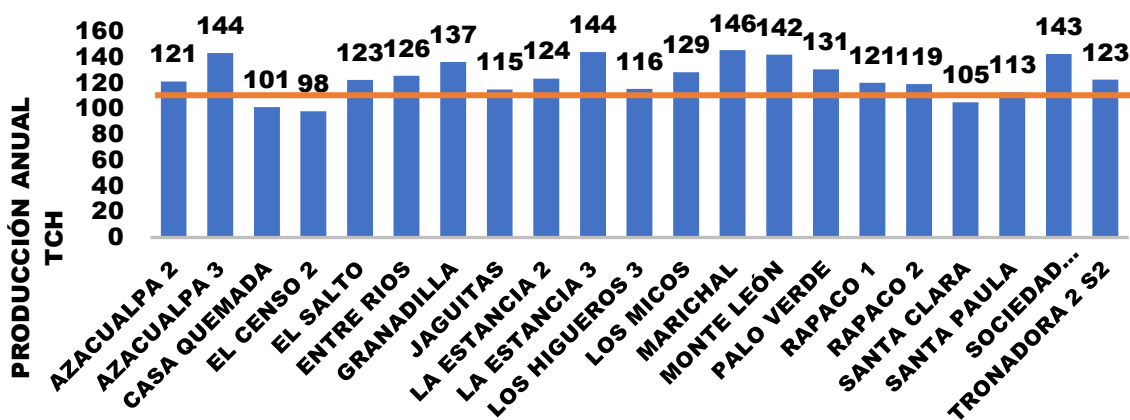


**Ilustración 33. Se cuenta con el Personal Capacitado para Operar y Mantener Sistemas de Automatización.**

Fuente: (elaboración propia, 2024)

De acuerdo, con la ficha de observación un 100% del personal consultado no cuenta con el conocimiento sobre la operatividad y mantenimiento de un sistema automatizado esto debido al enfoque tradicional con el cual la empresa ha venido operando hasta el momento, existiendo la necesidad de aumentar su productividad se ha decidido incursionar en la automatización de ciertos procesos, esto detona la falta de capacitaciones y talleres especializados que den lugar al personal de adquirir las destrezas necesarias sobre el mundo de la tecnología. Por tanto, se ve la necesidad de implementar programas de formación más amplios y profundos, que permita a los empleados adquirir un abanico de competencias para aprovechar al máximo el potencial de la automatización en el ámbito laboral.

**Criterio 9: Producción Anual en TCH**



**Ilustración 34. Producción Anual en TCH**

Fuente: (elaboración propia, 2024)

Las fincas por debajo de 120 TCH no cumplen con el rendimiento óptimo, las que resultan por encima de los 120 TCH son fincas con buena productividad, según los objetivos de la compañía, para ello se establecen parámetros que le permiten definir si los niveles de producción obtenidos son los planificados a los inicialmente establecidos, esto permite establecer patrones de comportamiento con periodos anteriores y generar información estadística para definir la producción promedio esperada.

#### 4.2.3 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS DATOS ESTADÍSTICOS

El análisis de los datos estadísticos puede revelar patrones de comportamiento tanto en el rendimiento de los cultivos como en el funcionamiento del sistema de riego. Identificar estos patrones permite realizar ajustes, mejoras en el diseño y la operación del sistema para optimizar su desempeño y maximizar la producción. Los resultados del análisis proporcionan una base sólida para la toma de decisiones en relación con la gestión del riego.

En el marco del análisis estadístico de los datos recopilados mediante los registros de datos en la empresa, se presentan los siguientes cálculos estadísticos básicos, correspondientes a las fincas muestreadas en las fichas de observación que aplicaba este diseño y planificación de automatización.

**Tabla 13. Datos Estadísticos Generales de las Fincas Muestreadas**

<b>Detalle</b>	<b>Dato</b>
Área promedio	87.92 Ha
Promedio Caudal de Agua Aplicado al Año	430,681.78 m <sup>3</sup>
Máximo de Caudal de Agua Aplicado	904,890 m <sup>3</sup>
Mínimo de Caudal de Agua Aplicado	253,456 m <sup>3</sup>
Promedio de Jornales por Hectárea	3.13 Jornales/ha
Promedio de Caudal de Agua por Ahorrar	99,056 m <sup>3</sup>
Promedio de Ahorro en Tiempos Muertos con Automatización	108,200.00 L/ciclo anual
Promedio de Ahorro en Reducción de Personal con Sistemas Automatizados	L 247,032.00 por año
Costo Operativo del Sistema Tradicional por Hora	L 541.00

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 14. Continuación de la Tabla 13**

<b>Detalle</b>	<b>Dato</b>
Promedio de Ahorro en Eficiencia Energética	L 82,700.89
Promedio de Turnos de Riego	3 por finca
Promedio de Presiones de Operación	20 PSI
Promedio de Caudales de Operación	474 m <sup>3</sup> /hora
Promedio de Válvulas por Finca	15
Producción Promedio Anual	128.73 Toneladas de Caña por Hectárea (TCH)
Promedio de Caudal Aplicado con Sensores	99,056.63 m <sup>3</sup>
Porcentaje de Aumento con Fertirriego Automático	7%
Rango de Inversión por Hectárea para Sistemas Automáticos	L 10,000.00-18,000.00
Promedio de Jornales por Finca Automatizada	1.10 Jornales/Finca
Promedio de Jornales por Finca Tradicional	3.30 Jornales/Finca
Ahorro en un ciclo anual con sensores de humedad	L 63,721.00 (Dato Completo Semi confidencial)
Promedio de Costo Operativo Anual por Sistema	L 822,157.80
Promedio de Horas de Riego Ejecutadas de forma tradicional	1,515.4 horas
Promedio de Aumento en la Producción Anual con Fertirriego Automático	9 Toneladas de Caña por Hectárea (TCH)
Ingreso Promedio por TCH	CONFIDENCIAL

Fuente: (elaboración propia, 2024)

Estos datos proporcionan información crucial sobre aspectos como el caudal de agua aplicado, los costos operativos, los ahorros potenciales y otros indicadores relevantes. Utilizando estos datos, se puede realizar un análisis financiero completo para evaluar la viabilidad económica de la implementación de sistemas de riego automatizados. Además, los datos hídricos son esenciales para comprender el uso y la gestión eficiente del recurso hídrico, mientras que los datos de ahorro operativo permiten evaluar el impacto en los costos de operación y mantenimiento del sistema, que son la base necesaria para realizar evaluaciones integrales y tomar decisiones informadas en relación con el diseño y la planificación de sistemas de riego automatizados.

## **CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 CONCLUSIONES**

1. La evaluación de un sistema automatizado de riego en la Compañía Azucarera Tres Valles ha demostrado un impacto significativo en la eficiencia operativa y el consumo de recursos hídricos. Según los datos recopilados, se observó una reducción promedio del 23% en el consumo de agua y un aumento del 53% en la eficiencia operativa en las áreas de cultivo donde se ha implementado riego automatizado según el historial. Estos resultados indican una mejora sustancial en la gestión del agua y una optimización de los recursos disponibles. Además, en el capítulo seis, titulado Adaptabilidad, se detalla el diseño y la planificación del sistema de riego automatizado, proporcionando una visión integral de su implementación y funcionamiento.
2. Tras comparar la tecnología actual de riego con el sistema de riego automatizado, se identificaron mejoras significativas en eficiencia operativa y ahorros de recursos. Los datos muestran que el sistema de riego por goteo automatizado presenta una reducción promedio del 53% en los costos operativos y un aumento del 7% en la productividad en comparación con los métodos tradicionales. Estos hallazgos respaldan la selección del sistema automatizado como la opción más rentable y sostenible para la Compañía Azucarera Tres Valles.
3. La implementación del proyecto de automatización agrícola se destaca como un avance crucial para mejorar la eficiencia y la rentabilidad en las operaciones. Los datos estadísticos y financieros revelan un ahorro anual sustancial de L 451,153.00 al utilizar el sistema automatizado en comparación con el sistema tradicional, derivado principalmente de la reducción de jornales de riego con un valor de L 247,032.00, eficiencia del sistema con un valor de L 108,200.00, ahorro de horas de riego con un valor de L 13,721.00 y eficiencia energética con un total de L 82,200.00. Estos datos brindan un sólido punto de partida para el análisis financiero detallado realizado en el capítulo 6, donde se observa que la financiación bancaria del 75%, junto con un retorno esperado del inversionista del 15% y un plazo de recuperación de 5 años, respaldan la viabilidad económica a largo plazo del proyecto.

4. La definición de métricas y criterios específicos para evaluar la eficiencia y rentabilidad del sistema automatizado de riego en la Compañía Azucarera Tres Valles establece parámetros concretos de éxito. Con un rango de inversión por hectárea entre L 10,000.00 y L 18,000.00 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) superior al 23% según criterio de aceptación del proyecto por parte de la gerencia de la compañía, un ahorro mínimo del 20% en el consumo de recursos hídricos y una reducción del personal de riego en campo a 2 jornales por hectárea, se garantiza una evaluación cuantitativa y cualitativa exhaustiva de los beneficios obtenidos, asegurando la viabilidad económica y operativa del proyecto de automatización de riego en el capítulo 6.
5. La efectiva implementación del sistema automatizado de riego en la Compañía Azucarera Tres Valles requiere un enfoque integral para abordar los desafíos organizacionales y superar las barreras potenciales. Según los datos de las encuestas, se destaca la necesidad de ajustar roles y proporcionar capacitación, 100% y 94%, respectivamente, para adaptarse a la innovación. Lo que resulta en la necesidad de capacitación del personal en nuevas tecnologías, comunicación clara sobre los beneficios del sistema y el desarrollo de una cultura empresarial orientada a la eficiencia y la sostenibilidad. Al gestionar estos aspectos de manera proactiva, la compañía puede optimizar la eficiencia operativa, reducir el consumo de recursos hídricos y promover la sostenibilidad en el cultivo de caña de azúcar.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

1. Dado el cambio significativo que implica la adopción de un nuevo sistema automatizado de riego, es crucial asegurar que todo el personal esté completamente capacitado en el manejo técnico del sistema y también esté preparado para adaptarse a los cambios organizativos. Esto implica no solo formación en el uso de la tecnología, sino también en la gestión del cambio, garantizando así una transición fluida y efectiva hacia el nuevo sistema desde el principio, lo que maximizará su eficiencia operativa, todo esto a través de un plan de capacitación desarrollado por el departamento de Desarrollo Humano de la Compañía, por lo que es crucial que este proyecto vaya de la mano con esta área.
2. Antes de la implementación, es fundamental evaluar cuidadosamente las diferentes tecnologías disponibles, priorizando aquellas que puedan integrarse eficientemente con la infraestructura ya existente en la Compañía Azucarera Tres Valles S.A. de C.V. Además,

se deben seleccionar tecnologías que requieran cambios mínimos para su digitalización, lo que permitirá aprovechar al máximo la infraestructura existente, reduciendo así los costos de implementación y optimizando el proceso de transición hacia el sistema automatizado de riego.

3. Para asegurar la eficacia y rentabilidad del sistema automatizado de riego a lo largo del tiempo, es esencial implementar un sistema de monitoreo financiero riguroso a través de los analistas de costos de la compañía. Esto implica solicitar el rastreo y análisis de los costos asociados con la implementación y operación del sistema, identificando oportunidades de optimización y maximización de recursos a lo largo del tiempo, lo que garantizará una gestión financiera eficiente y sostenible.
4. Para tener una comprensión completa del desempeño del sistema de riego automatizado, es necesario desarrollar un cuadro de mando integral en conjunto a todos los interesados. Este cuadro de mando integrará indicadores clave de desempeño relacionados con la eficiencia y rentabilidad del sistema, proporcionando una visión holística de su desempeño y facilitando la toma de decisiones informadas por parte de la dirección y el equipo de gestión.
5. Para asegurar que el sistema de riego automatizado se mantenga al día con las últimas tecnologías y prácticas, se recomienda establecer un comité de innovación y mejora continua a cargo del departamento de Investigación de la compañía. Este comité será responsable de identificar y promover oportunidades para optimizar y expandir el sistema de riego automatizado, fomentando así una cultura organizativa orientada hacia la innovación y la excelencia operativa a largo plazo.
6. Se recomienda seleccionar la Finca Granadilla como punto de partida, en base al análisis de datos estadísticos promedio. Este análisis reveló que la Finca Granadilla se alinea de manera óptima con los requisitos y objetivos del proyecto, mostrando una convergencia significativa con los parámetros deseados en comparación con otras fincas evaluadas. Este hallazgo se traduce en una mayor coherencia y congruencia entre los datos estadísticos y los objetivos del proyecto, lo que respalda su idoneidad como ubicación inicial para la implementación del sistema automatizado de riego. Además, la Finca Granadilla ofrece una serie de condiciones favorables, como conectividad GSM y una estación de bombeo adecuada, que la posicionan como una opción ideal para el desarrollo y validación del

proyecto. Esta recomendación se fundamenta en la fiabilidad y robustez de los datos analizados, garantizando una selección informada y estratégica del lugar de implementación del proyecto.

## **CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD**

En este capítulo, se ve reflejado el análisis, las conclusiones y las recomendaciones derivadas de la investigación sobre el Diseño y Planificación de un Sistema de Riego Automatizado para la Sostenibilidad Agrícola en la Compañía Azucarera Tres Valles. Se destaca la viabilidad estratégica de implementar dicho sistema, basada en la necesidad de mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y optimizar la gestión del agua. A partir de los resultados obtenidos, se concluye que este proyecto representa una medida necesaria y beneficiosa para incrementar la productividad de la compañía, siendo un modelo potencialmente replicable en otras fincas de la empresa.

### **6.1 NOMBRE DE LA PROPUESTA**

Diseño y Planificación de Riego Automatizado para la Sostenibilidad Agrícola en la Finca Granadilla propia de la Compañía Azucarera Tres Valles en la Zafra 2024.

### **6.2 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA**

La justificación de la propuesta radica en la importancia estratégica que representa para la Compañía Azucarera Tres Valles la implementación del sistema automatizado de riego en la Finca Granadilla. Este proyecto responde a la necesidad imperante de mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y optimizar la gestión del agua en un contexto agrícola altamente competitivo y sujeto a presiones ambientales. La Compañía reconoce la relevancia de adoptar prácticas sostenibles que aseguren la viabilidad a largo plazo de sus operaciones, al tiempo que maximizan la productividad y minimizan los impactos ambientales. La implementación de un sistema de riego automatizado no solo garantiza una gestión más eficiente de los recursos hídricos, sino que también posiciona a la compañía como líder en innovación tecnológica dentro del sector agrícola. Además, este proyecto contribuirá a fortalecer la reputación y la imagen corporativa de la compañía, al demostrar su compromiso con la sostenibilidad y el desarrollo responsable.

La selección de la Finca Granadilla como punto de partida se justifica por su relevancia histórica y su idoneidad para la implementación del proyecto. Granadilla ha demostrado ser un activo crucial en el portafolio de la compañía, con un registro sólido de rendimiento y eficacia en la producción agrícola. Además, su ubicación estratégica y su extensión adecuada la convierten en

un escenario propicio para la introducción de nuevas tecnologías y prácticas innovadoras. Los análisis estadísticos

y las recomendaciones del personal técnico respaldan esta elección, al identificar a Granadilla como la finca con el mayor potencial de mejora en términos de gestión del agua y optimización de la productividad. Por lo tanto, la justificación de centrar los esfuerzos iniciales en la Finca Granadilla se basa en su capacidad comprobada para servir como un campo de pruebas efectivo y un modelo piloto para la implementación exitosa del sistema automatizado de riego.

### **6.3 ALCANCE DE LA PROPUESTA**

La presente propuesta aborda el proyecto de Diseño y Planificación de Riego Automatizado para la Sostenibilidad Agrícola en la Finca Granadilla, perteneciente a la Compañía Azucarera Tres Valles, con enfoque en la Zafra 2024. El propósito principal de este proyecto es diseñar y planificar un sistema de riego automatizado que mejore la gestión del agua y optimice la productividad agrícola en la mencionada finca. El alcance del proyecto comprende la gestión integral del mismo, desde la definición de objetivos y alcance, la planificación y coordinación de actividades, hasta el plan de ejecución y seguimiento del proyecto. Se establecen cronogramas detallados, se establece un análisis financiero con el retorno de la inversión, se asignan recursos adecuados y se diseñan equipos multidisciplinarios para llevar a cabo todas las etapas del proyecto de manera eficiente y dentro de los plazos establecidos. En cuanto al plan de automatización de procesos (estudio técnico), se incluye el control de riego en la estación de bombeo, el control del fertirriego, la implementación de una plataforma de gestión integral de riego, el control de riego en campo y el monitoreo de la humedad en el suelo. Estos procesos serán automatizados utilizando tecnologías de vanguardia que permitan una gestión precisa y eficiente del agua, con el objetivo de maximizar la productividad agrícola y minimizar los impactos ambientales.

Los objetivos de la implementación son los siguientes:

1. Definir de manera precisa los objetivos y alcances del proyecto, identificando las necesidades específicas de la Finca Granadilla en términos de gestión del agua y optimización de la productividad agrícola para la Zafra 2024.
2. Planificar detalladamente todas las actividades relacionadas con el proyecto, desde la elaboración de cronogramas hasta la asignación de recursos y la coordinación de equipos

multidisciplinarios, garantizando una ejecución eficiente y dentro de los plazos establecidos.

3. Realizar un análisis financiero exhaustivo que incluya el retorno de la inversión, evaluando costos, beneficios y riesgos asociados al proyecto, con el fin de tomar decisiones informadas y asegurar su viabilidad económica a largo plazo.
4. Establecer estándares de calidad para el diseño y planificación que asegure el progreso del proyecto, identificando posibles desviaciones respecto al plan inicial y adoptando medidas correctivas para garantizar el cumplimiento de los objetivos establecidos.
5. Establecer un plan de comunicación claro que defina los canales, frecuencia y contenido de la comunicación entre los miembros del equipo, los stakeholders y otras partes interesadas en el proyecto.
6. Identificar, evaluar y gestionar los riesgos potenciales asociados con la implementación del sistema de riego automatizado, desarrollando estrategias de mitigación y contingencia, así como coordinar la adquisición de equipos, tecnologías y servicios necesarios para el proyecto, asegurando cumplir con los requisitos de calidad y costo establecidos.

## **6.4 DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO A DETALLE DE LA PROPUESTA**

### **6.4.1 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA**

La propuesta se llevará a cabo mediante una gestión integral que abarcará todas las etapas del proyecto. Se establecerán cronogramas detallados y se asignarán recursos adecuados para garantizar una ejecución eficiente y dentro de los plazos establecidos. El plan de automatización de procesos incluirá diversas tecnologías de vanguardia para optimizar la gestión del agua, como el control de riego en la estación de bombeo, el control del fertirriego, la implementación de una plataforma de gestión integral de riego, el control de riego en campo y el monitoreo de la humedad en el suelo.

En detalle, el control de riego en la estación de bombeo permitirá programar el riego por turnos y equipos de forma diaria, monitoreando el caudal y volumen de agua aplicado, así como la presión en tuberías y el consumo eléctrico de los equipos. Por otro lado, el control del fertirriego se realizará mediante una mesa de inyección (FertiKit), permitiendo dosificar fertilizantes de manera precisa y registrando la dosificación por turno. La plataforma de gestión integral de riego

proporcionará una herramienta web para analizar clima, riego, suelo y energía, facilitando la toma de decisiones oportunas y eficaces, mientras que el control de riego en campo incluirá la apertura y control inalámbrico de válvulas, así como el monitoreo de sensores de presión por válvula. Además, se instalarán puntos de monitoreo de humedad en el suelo cada 10 hectáreas, permitiendo un control preciso de las condiciones del suelo.

## 6.4.2 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

### 6.4.2.1 GESTIÓN DE LA INTEGRACIÓN DEL PROYECTO

#### 6.4.2.1.1 ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO

El Acta de Constitución del Proyecto para el Diseño y Planificación del Sistema Automatizado de Riego en la Finca Granadilla establece los fundamentos esenciales para la ejecución de esta iniciativa. Este documento proporciona una visión general de los objetivos, alcances y entregables del proyecto, delineando claramente los roles y responsabilidades de los miembros del equipo. Además, define los criterios de éxito y las métricas de rendimiento que serán utilizados para medir el progreso y asegurar el logro de los objetivos establecidos.

**Tabla 15. Acta de Constitución del Proyecto**

Nombre del Proyecto		Siglas del Proyecto
Automatización de Sistema de Riego Granadilla 2024-2025		GAINVS-ASRG
<b>Finalidad del Proyecto:</b>		
Establecer prácticas sostenibles que aseguren un manejo responsable de los recursos hídricos de la Compañía Azucarera Tres Valles, implementando un sistema de control automatizado que permita operar de manera eficiente el suministro de agua a las áreas de cultivo, con el propósito de maximizar la productividad, minimizar el consumo de recursos hídricos y reducir los costos operativos del Sistema de Riego Granadilla.		
<b>Objetivos del Proyecto:</b>		
Concepto	Objetivos	Criterio de éxito
<b>1. Alcance</b>	Implementar un sistema de automatización de riego avanzado en los campos de cultivo de caña de azúcar de la Compañía Azucarera Tres Valles con el fin de mejorar la eficiencia energética, hídrica y operativa del sistema de riego, optimizando el uso de recursos y aumentando la productividad agrícola.	Reducción del consumo de agua en un 23% en comparación con métodos tradicionales. Reducción del consumo de energía eléctrica en un 5% Reducción de costos operativos en un 53%

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 16. Continuación de la Tabla 15**

<b>2. Cronograma</b>	Efectuar el sistema de automatización de riego en los campos de cultivo de caña de azúcar de la compañía Tres Valles de acuerdo con el plan establecido, respetando los plazos y fechas predefinidas.	Definir hitos, asignar recursos, estimar duraciones y mitigar retrasos en un lapso de 84 días según el cronograma de Gantt del proyecto.
<b>3. Costo</b>	Realizar el sistema de automatización de riego en el sistema de riego Granadilla de la compañía Tres Valles de manera eficiente y rentable, optimizando los recursos financieros asignados y minimizando los costos.	No sobrepasar el proyecto en costos en un 10% del rango aceptado por la compañía.
<b>Definición de Requisitos del Proyecto:</b>		
<p>Mejorar la eficiencia energética y operativa del sistema de riego.</p> <p>Optimizar el uso del agua en el cultivo de caña de azúcar.</p> <p>Incrementar la productividad y calidad del cultivo mediante tecnologías avanzadas.</p>		
<b>Descripción General del Proyecto, Límites y Entregables Clave:</b>		
<p>Implementar un procedimiento de automatización de riego avanzado en el sistema de riego Granadilla con 100.85 Ha de Caña de Azúcar de la Compañía Azucarera Tres Valles, con el fin de mejorar la eficiencia energética, hídrica y operativa del sistema de riego, optimizando el uso de recursos y aumentando la productividad agrícola.</p>		
<b>Límites:</b>		
<p>El proyecto se centrará exclusivamente en la automatización del sistema de riego Granadilla para el cultivo de caña de azúcar en las instalaciones de la compañía "Tres Valles".</p>		
<p>No se abordarán otros aspectos del proceso de cultivo, como la siembra, cosecha o procesamiento del azúcar.</p>		
<p>La implementación del sistema de automatización no implicará modificaciones en la infraestructura de las instalaciones existentes, pero si sugerencias de mejoras.</p>		
<p>La capacitación del personal se limitará al uso y mantenimiento del nuevo sistema de riego automatizado.</p>		
<b>Entregables:</b>		
<p>Diseño detallado del sistema de riego automatizado.</p>		
<p>Planificación detallada de la implementación del sistema.</p>		
<p>Selección e instalación de tecnologías de riego automatizado.</p>		
<p>Documentación de los procesos de automatización.</p>		
<p>Capacitación del personal en el uso y mantenimiento del sistema.</p>		
<p>Establecimiento de criterios de aceptación para verificar la funcionalidad y eficacia del sistema.</p>		
<b>Riesgos Generales del Proyecto:</b>		
<p>Variabilidad Climática</p>		
<p>Impacto Ambiental Y Regulatorio</p>		
<p>Seguridad Cibernética</p>		

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 17. Continuación de la Tabla 15**

<b>Riesgos Generales del Proyecto:</b>		
Dependencia de Proveedores		
Costos Inesperados		
Topografía Irregular		
Fallas Tecnológicas		
Resistencia del Personal		
<b>Cronograma de Hitos del Proyecto:</b>		
<b>Hitos</b>	<b>Fechas Programadas</b>	
Gestión del Proyecto	01/04/2024-16/07/2024	
Desarrollo Técnico	09/04/2024-02/07/2024	
<b>Hitos</b>	<b>Fechas Programadas</b>	
Desarrollo de la Programación	02/04/2024-02/07/2024	
Implementación de la Integración	03/07/2024-18/07/2024	
<b>Recursos Financieros del Proyecto:</b>		
<b>Concepto</b>	<b>Monto</b>	
Sistema de Riego Automatizado Granadilla	L 1,964,713.23	
<b>Lista de Interesados Clave:</b>		
Gerencia Agrícola, Departamento de Riegos (Ing. Shaffick Abuslin, Ing. Rafael Solorzano)		
Gerencia Industrial, Departamento de Energía (Ing. Antonio Reyes, Ing. Edgardo Garmendia)		
Gerencia de Investigación, Desarrollo y Proyectos (Ing. Rodolfo Flores, Ing. Joaquín Saavedra)		
Gerencia de Desarrollo Humano (Ing. Magda Montoya)		
Gerencia de Calidad (Ing. Rosario Ortiz)		
Gerencia de Finanzas (Lic. Boris Godoy)		
<b>Criterios de Culminación del Proyecto:</b>		
Sistema de Riego Automatizado al 100% con apertura y cierre de válvulas de manera remota, detección de parámetros en campo como humedad en suelo (tensiómetros), caudales, presiones y medidores de energía, de igual forma retro lavado de sistema de filtrado y FertiKit del sistema.		
<b>Designación del Director de Proyecto:</b>		
<b>Dirección</b>	Ing. Ricardo Moncada	Jefe de Investigación y Automatización
<b>Reporta a</b>	Ing. Rodolfo Flores	Gerente de Investigación y Proyectos
<b>Supervisa</b>	Ing. Joaquín Saavedra	

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 18. Continuación de la Tabla 15**

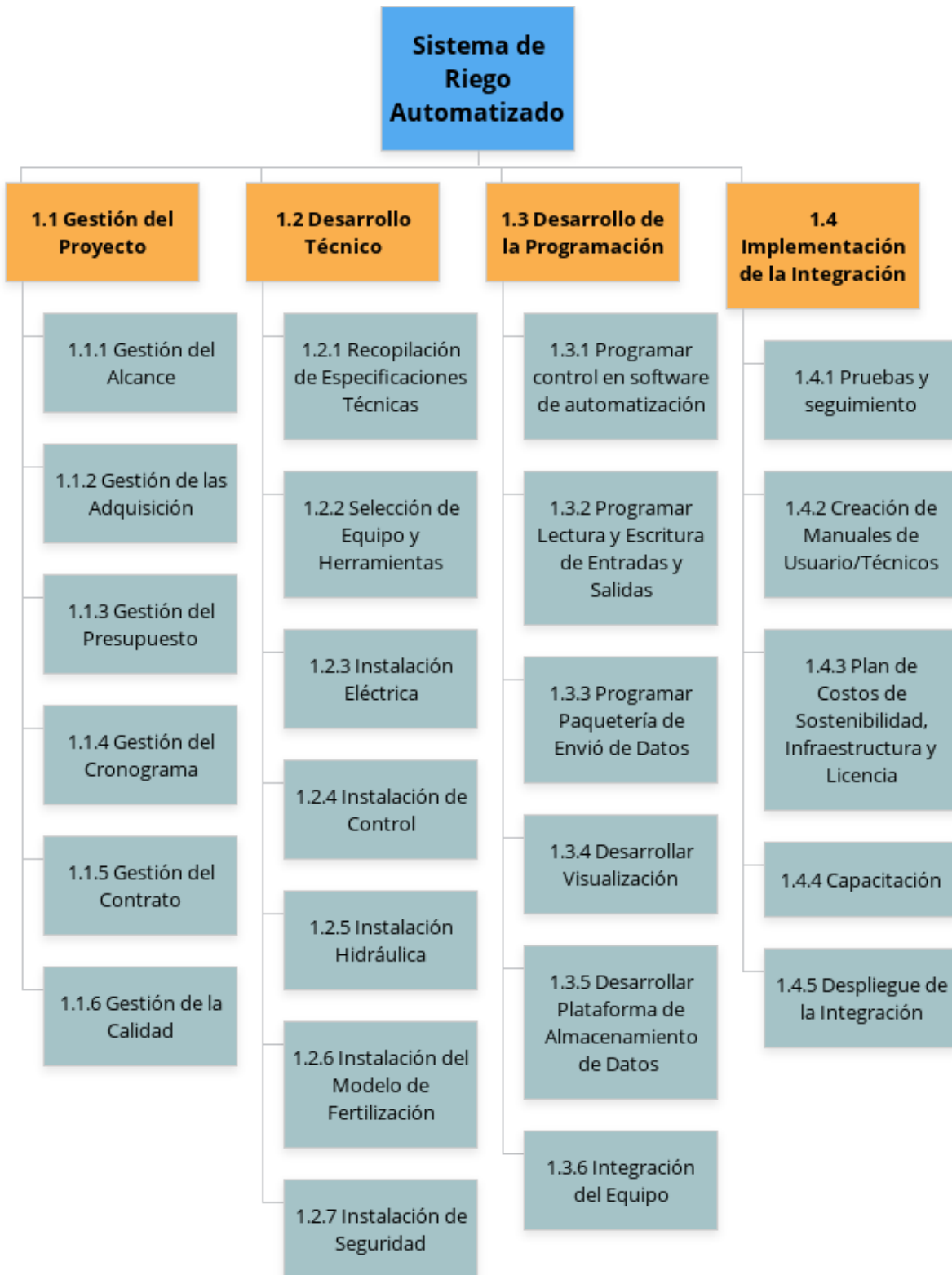
Patrocinador que autoriza el proyecto:			
Nombre	Empresa	Cargo	Fecha
Ing. Gavin Alvarado	Compañía Azucarera Tres Valles	Sub-Gerente General	Marzo 2024
Firma del Patrocinador			
Firma de la Gerencia Agrícola			
Firma de la Gerencia de Investigación y Proyectos			
Firma de la Gerencia de Contabilidad			

Fuente: (elaboración propia, 2024)

#### 6.4.2.1.2 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO (EDT)

La Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) para el proyecto Diseño y Planificación del Sistema Automatizado de Riego en la Finca Granadilla proporciona una representación jerárquica y desglosada de todos los elementos de trabajo necesarios para alcanzar los objetivos del proyecto. Este instrumento esencial divide el proyecto en componentes más pequeños y manejables, lo que facilita la planificación, la asignación de recursos y el seguimiento del progreso. La EDT se organiza en niveles, comenzando con el nivel más alto que representa las entregas principales del proyecto y desglosándose progresivamente en elementos más detallados hasta alcanzar el nivel más bajo, que son las actividades individuales o tareas.

El proyecto se estructura en varios niveles, desde la gestión general del proyecto hasta aspectos específicos como el alcance, la adquisición, el presupuesto, el cronograma, el contrato y la calidad. Cada uno de estos niveles se desglosa en actividades específicas para alcanzar los objetivos del proyecto. En el ámbito del desarrollo técnico, se detallan tareas como la recopilación de especificaciones, la selección de equipos y la instalación del sistema, abarcando aspectos eléctricos e hidráulicos. Asimismo, se incluyen actividades relacionadas con la seguridad, la programación y la integración del sistema, como pruebas, creación de manuales, planificación de costos y capacitación. Este enfoque detallado asegura una ejecución eficiente y exitosa del proyecto.



**Ilustración 35. Estructura de Desglose de Trabajo del Proyecto**

Fuente: (elaboración propia, 2024)

### 6.4.2.1.3 DICCIONARIO DE LA EDT

El diccionario de la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) proporciona una descripción detallada de cada elemento incluido en la estructura, desde los niveles más altos hasta los más bajos. Cada elemento está definido con claridad, especificando su nombre, código, descripción, responsabilidad y otros detalles pertinentes. Este diccionario sirve como una guía fundamental para comprender y gestionar todas las actividades y entregables del proyecto de manera efectiva. Con esta información detallada, los miembros del equipo pueden identificar claramente sus responsabilidades y asegurar una ejecución coherente y exitosa del proyecto.

**Proyecto:** Diseño y Planificación de Riego Automatizado para la Sostenibilidad Agrícola en la Finca Granadilla propia de la Compañía Azucarera Tres Valles en la Zafra 2024.

**Tabla 19. Diccionario de la EDT**

Código EDT	Nombre del Paquete de Trabajo	Entregable	Duración	Costo Total	Descripción
1	Sistema de Riego Automatizado	Diseñar un sistema de automatización que permita la eficiencia operativa, reducir costos y gestionar de manera más efectiva los recursos	84 días	L 1,964,713.23	En este paquete de trabajo representa la fase general del proyecto que consiste en el diseño y planificación de un Sistema de Automatización de Riego para cultivo de caña en la Compañía Azucarera Tres Valles.
<b>1.1</b>	<b>Gestión del Proyecto</b>				
1.1.1	Gestión del Alcance	1.1.1.1 EDT 1.1.1.2 Línea Base del Alcance	1 día 1 día	L -	En el desarrollo de los entregables se busca la comprensión del alcance e identificar todas las tareas necesarias en que se descompone el proyecto de automatización a realizarse en la compañía.
1.1.2	Gestión de las Adquisición	1.1.2.1 Cotizaciones 1.1.2.2 Solicitudes de Compra 1.2.2.3 Órdenes de Compra	5 días 3 días 30 días		El desarrollo de estas actividades es fundamental ya que garantizan un proceso de adquisición eficiente, permitiendo comparar precios, calidad y condiciones entre varios proveedores.
1.1.3	Gestión del Presupuesto	1.1.3.1 Presupuesto General	3 días		Una buena gestión financiera proporciona una visión integral y detallada de los ingresos y gastos que se esperan tener, lo que permite planificar y controlar los recursos financieros disponibles.
1.1.4	Gestión del Cronograma	1.1.4.1 Diagrama de Gantt	2 días		Presenta de forma detallada el cronograma de las actividades y tareas que fueron planificadas.
1.1.5	Gestión del Contrato	1.1.5.1 Realizar Solicitudes de Contratos	2 días		Aquí se establecen las bases y condiciones bajo las cuales se llevará a cabo la relación entre los involucrados brindando seguridad a las partes implicadas.
1.1.6	Gestión de la Calidad	1.1.6.1 Monitoreo del Presupuesto 1.1.6.2 Monitoreo del Cronograma 1.1.6.3 Monitoreo de la Instalación 1.1.6.4 Documentación	35 días 40 días 50 días 3 días		Al realizar monitoreos permite identificar desviaciones tempranas lo que lleva a tomar medidas correctivas, además mantener un seguimiento del cronograma permite asegurarse que el proyecto avance según lo planeado haciendo ajustes en retrasos o adelantos y por último el monitorear de las instalaciones permite que se cumplan los estándares de calidad y seguridad.

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 20. Continuación de la Tabla 19**

Código EDT	Nombre del Paquete de Trabajo	Entregable	Duración	Costo Total	Descripción
<b>1.2</b>	<b>Desarrollo Técnico</b>				
1.2.1	Recopilación de Especificaciones Técnicas	Informe detallado sobre los requerimientos técnicos específicos del sistema	5 días	L 346,070.00	Se busca definir los requisitos y características técnicas del proyecto, este proceso trata de minimizar los riesgos de error o fallos durante la ejecución.
1.2.2	Selección de Equipo y Herramientas	Lista de verificación que permita determinar si el sistema es eficiente, confiable, compatible y rentable.	10 días		La adecuada selección llega a facilitar tareas específicas, agiliza procesos y garantiza la seguridad en el lugar de trabajo.
1.2.3	Instalación Eléctrica	1.2.3.1 Estación Central 1.2.3.1.1 Instalar Gabinete 1.2.3.1.2 Instalar Acometida Eléctrica 1.2.3.1.3 Instalación de Equipo de Control 1.2.3.1.4 Conexión de equipo con circuitería de control 1.2.3.2 Panel Fotovoltaico 1.2.3.2.1 Instalar en Tubo Panel FV con sistema de carga	5 días 1 día 1 día 2 días 2 días 1 día 1 día	L 727,164.30	Realizar un buen diseño y ejecución de las instalaciones eléctrica asegura que el personal que labora en la compañía como el equipo no sufran imprevistos eléctricos, una instalación eficiente contribuye al ahorro de energía y la económico, reduciendo pérdidas y optimizando el consumo de la misma. La instalación se realizara en la Finca la Granadilla que abarca aproximadamente 100.95 hectáreas ya que la misma es la seleccionada para adecuar un sistema de riego automatizado.
1.2.4	Instalación de Control	1.2.4.1 Instalar sensores de 1.2.4.2 Instalar sensores de caudal 1.2.4.3 Instalar sensores de energía 1.2.4.4 Instalar luces piloto 1.2.4.5 Instalar solenoides para retrolavados 1.2.4.6 Instalar Control de 1.2.4.7 Instalar solenoides en válvulas de riego 1.2.4.8 Instalar equipo de control	1 día 1 día 1 día 1 día 1 día 2 días 5 días 5 días	L 62,500.00	Una instalación eficiente de control incluye los sensores que proporcionan datos para monitorear el entorno de la finca, las luces piloto ofrecen una indicación visual del estado operativo, los solenoides ayudan a mantener limpio el rendimiento del sistema de filtración. La excelente operatividad del equipo de control asegura una operación sincronizada y eficiente en todas las fases del riego.
1.2.5	Instalación Hidráulica	1.2.5.1 Instalar conexión hidráulica de solenoides de retrolavado 1.2.5.2 Instalar válvulas de 1.2.5.3 Instalar conexión hidráulica de solenoides de válvulas de control	1 día 4 días 1 día	L 405,118.93	Con la realización de una instalación Hidráulica se busca generar un flujo constante y controlado del agua. La conexión hidráulica facilita la interconexión de componentes y el uso de válvulas de control que regula el flujo, la presión y la dirección del agua en cada una de las áreas de cultivo de la Finca La Granadilla.
1.2.6	Instalación del Modelo de Fertilización	1.2.6.1 Realizar obras grises para soportar tanques de 1.2.6.2 Instalar tanques de almacenamiento 1.2.6.3 Instalar tubería de control 1.2.6.4 Instalar válvulas de control de fertilización 1.2.6.5 Instalar control de bomba de fertilización 1.2.6.6 Instalar sensores de flujo de fertilización	15 días 3 días 2 días 1 día 1 día 1 día	L 290,730.00	La adecuación de la infraestructura permitirá el manejo controlado de la aplicación de fertilizante, también garantiza la disponibilidad y distribución adecuada de los recursos hídricos y nutrientes necesarios para el crecimiento del cultivo de caña de azúcar garantizando que la compañía alcance los niveles de productividad inicialmente planificados.
1.2.7	Instalación de Seguridad	1.2.7.1 Instalar rejas en puntos de control en campo	3 días	L 44,600.00	Al colocar rejas se busca salvaguardar los bienes materiales, y a su vez establecer un nivel de control y protección que prevenga incidentes como robos,
<b>1.3</b>	<b>Desarrollo de la Programación</b>				
1.3.1	Programar control en software de automatización	Alcanzar indicadores como aumentar la productividad, mejorar la calidad, garantizar	15 días	L -	Con la programación se busca establecer horarios o patrones precisos de riego basado en las necesidades del cultivo de caña, el clima y la humedad del suelo.
1.3.2	Programar lectura y escritura de entradas y salidas	Crear un sistema informático que sea capaz de comunicar de manera efectiva a los usuarios y otros sistemas, procesar datos	3 días		Se podrá percibir información de sensores que monitorean la humedad del suelo, la temperatura y la presencia de lluvia, el sistema puede controlar válvulas, bombas, y ser capaz de activar o desactivar el riego.

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 21. Continuación de la Tabla 19**

Código EDT	Nombre del Paquete de Trabajo	Entregable	Duración	Costo Total	Descripción
1.3.3	Programar paquetería de envío de datos	Crear un sistema robusto que de seguridad al transferir información de manera confiable en diversas condiciones.	5 días	L 88,530.00	Se transmite información precisa sobre las condiciones climáticas, niveles de humedad del suelo y otros factores ambientales clave a través de la red.
1.3.4	Desarrollar visualización	Lograr la visualización si el sistema esta activo o inactivo, en que etapa del ciclo de riego se encuentra, proporcionar registros históricos y de esta forma realizar análisis y pronosticos.	5 días		Las visualizaciones proporcionan una representación grafica en tiempo real del estado del sistema de riego, datos como humedad, condiciones climáticas y patrones de riego.
1.3.5	Desarrollar plataforma de almacenamiento de datos	Que la información se encuentre en un solo lugar, sea facil de acceder y segura.	5 días		Permitirá recopilar y almacenar datos en tiempo real sobre aspectos relacionados con el riego como humedad, consumo de agua y rendimiento cultivo.
1.3.6	Integración del Equipo	Mejorar la calidad y eficiencia de las operaciones.	2 días		Se busca realizar el trabajo de manera coordinada y colaborativa entre los equipos que laboran en el sistema de riego.
1.3.7	Reserva para contingencias	Reserva para contingencias	1 días		Fondo destinado a cubrir posibles imprevistos durante la implementación del proyecto.
<b>1.4 Implementación de la Integración</b>					
1.4.1	Pruebas y seguimiento	Identificar puntos de mejora y hacer correcciones de manera temprana.	5 días		Al realizar pruebas permite identificar potenciales fallos en el sistema y realizar los ajustes necesarios para que opere el sistema automatizado de riego.
1.4.2	Creación de Manuales de Usuario/Técnicos	Establecer lineamientos de uso y proporcionar información a detalle sobre el equipo.	3 días		Con los manuales se busca tener una guía detallada que permite a los usuarios comprender como operar el sistema.
1.4.3	Plan de Costos de Sostenibilidad, Infraestructura y Licencia	Proporcionar una visión integral sobre todos los costo que conforman el desarrollo de un proyecto de este tipo.	2 días		Con creación de un plan de costos se garantiza la viabilidad a largo plazo de un sistema de automatización de riego, ya que proporciona una base sólida para la planificación financiera, sostenibilidad operativa y el cumplimiento de leyes y regulaciones.

Fuente: (elaboración propia, 2024)

La tabla proporcionada es una representación del Diccionario de la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) para el proyecto "Diseño y Planificación del Sistema Automatizado de Riego en la Finca Granadilla". En este diccionario, cada nivel de la EDT se desglosa en tres niveles jerárquicos: Tema, Paquete y Actividad.

- **Tema:** Es el nivel más alto de la EDT y representa una categoría general de trabajo dentro del proyecto, como la Gestión del Proyecto o el Desarrollo Técnico.
- **Paquete:** Es un nivel intermedio que desglosa el tema en áreas más específicas de trabajo. Por ejemplo, dentro de la Gestión del Proyecto, hay paquetes de trabajo como Gestión del Alcance, Gestión de la Adquisición, etc.

- **Actividad:** Es el nivel más detallado de la EDT y describe las tareas específicas que deben completarse dentro de cada paquete de trabajo. Por ejemplo, dentro del paquete de trabajo "Instalación Eléctrica", hay actividades como "Instalar Estación Central", "Instalar Panel Fotovoltaico", etc.

Al utilizar esta estructura jerárquica, el Diccionario de la EDT proporciona una descripción detallada y organizada de todas las actividades necesarias para completar el proyecto.

#### 6.4.2.1.4 PLAN PARA LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO

El Plan para la Dirección del Proyecto es un documento integral que describe cómo se ejecutará, monitoreará, controlará y cerrará el proyecto de Diseño y Planificación de Riego Automatizado para la Sostenibilidad Agrícola en la Finca Granadilla. Este plan integra y consolida todos los planes de gestión y líneas base subsidiarias necesarias para dirigir el proyecto de manera efectiva.

**Tabla 22. Plan para la Dirección del Proyecto**

Nombre del Proyecto		Siglas del Proyecto	
Automatización de Sistema de Riego Granadilla 2024-2025		GAINVS-ASRG	
<b>Ciclo de Vida del Proyecto y Enfoque Multifase:</b>			
El proyecto seguirá un ciclo de vida estructurado que incluye diversas etapas claramente definidas, desde la concepción y planificación inicial hasta la implementación y cierre. Se adoptará un enfoque multifase, lo que implica que los resultados y entregables de cada fase serán evaluados para determinar la viabilidad y progreso del proyecto, influyendo así en la decisión de continuar con la siguiente fase o en la conclusión del proyecto en su totalidad. Este enfoque garantiza una gestión proactiva y adaptativa, permitiendo ajustes y mejoras a lo largo del proceso para asegurar el éxito general del proyecto.			
Ciclo de Vida del Proyecto		Enfoques Multifase	
Fase del Proyecto	Entregable Principal de la Fase	Consideraciones para la Iniciación de esta Fase	Consideraciones para el Cierre de esta Fase
<b>Gestión Integral del Proyecto</b>	Acta de Constitución del Proyecto EDT Cronograma Presupuesto Análisis Financiero	El inicio se establece una vez el perfil del proyecto haya sido aprobado por todas las partes	Acta de Cierre firmada por todas las partes
<b>Desarrollo Técnico</b>	Instalación de Equipo	El inicio del desarrollo técnico depende de la completa o parcial adquisición de los recursos	Acta de Cierre firmada por todas las partes

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 23. Continuación de la Tabla 22**

<b>Fase del Proyecto</b>	<b>Entregable Principal de la Fase</b>	<b>Consideraciones para la Iniciación de esta Fase</b>	<b>Consideraciones para el Cierre de esta Fase</b>		
<b>Desarrollo de la Programación</b>	Programación en ejecución	Al finalizar la instalación técnica del equipo y accesorios	Acta de Cierre firmada por todas las partes		
<b>Implementación de la Integración</b>	Gira Técnica en Campo	Al finalizar la programación del equipo	Acta de Cierre firmada por todas las partes		
<b>Cierre del Proyecto</b>	Acta de Cierre del Proyecto	Al finalizar la tarea de pruebas en la fase de implementación	Acta de Cierre firmada por todas las partes		
<b>Procesos de la Dirección de Proyectos:</b>					
Estos procesos proporcionan un enfoque sistemático y estructurado para gestionar todas las actividades relacionadas con el proyecto desde su inicio hasta su cierre. A continuación, se describen detalladamente los procesos seleccionados:					
<b>Proceso</b>	<b>Nivel de Implementación</b>	<b>Herramientas y Técnicas</b>	<b>Inputs</b>	<b>Modo de Trabajo</b>	<b>Outputs</b>
Acta de Constitución	Una sola vez al inicio del proyecto	Reuniones de Inicio de Proyecto Plantilla	Requisitos del cliente Conocimiento del equipo	Colaborativo Discusión de rol y responsabilidad	Acta de Constitución del Proyecto Aprobada
EDT	Una sola vez al inicio del plan de actividades	Diagrama de Árbol de Descomposición de Trabajo	Requisitos del cliente Acta de Constitución	Colaborativo Identificación de entregables	Estructura de Desglose de Trabajo Desarrollada
Cronograma		Diagrama de Gantt Software de Gestión de Proyectos: Microsoft Project	Estimaciones de duración de las actividades	Planificación secuencial de las actividades	Cronograma del Proyecto Creado y Aprobado
Presupuesto		Herramientas de Gestión Financiera	Costos estimados de las actividades Recursos identificados	Asignación de costos a actividades	Presupuesto del proyecto desarrollado y aprobado
Análisis financiero		Hojas de cálculo Herramientas de Gestión Financiera	Presupuesto del proyecto Datos Financieros	Análisis detallado de costos y beneficios	Análisis financiero del proyecto desarrollado

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 24. Continuación de la Tabla 23**

Proceso	Nivel de Implementación	Herramientas y Técnicas	Inputs	Modo de Trabajo	Outputs
Instalación de Equipo		Herramientas y equipos específicos para instalación	Plan de Instalación, equipo y materiales	Instalación de equipos según planificación	Equipos instalados y funcionando correctamente
Programación en Ejecución		Software de automatización Reuniones de seguimiento	Cronograma del proyecto Seguimientos de actividades	Basado en hitos	Ejecución de actividades según planificación
Gira Técnica en Campo		Transporte Guías en campo Herramientas de registro	Programación de Gira Agenda de Visitas	Visitas a Sitios de Trabajo Recopilación de Datos	Informe de gira técnica en campo elaborado
Acta de Cierre del Proyecto		Plantilla de Documento de Cierre de Proyecto	Resultados del Proyecto Lecciones Aprendidas	Revisión Validación de resultados	Acta de cierre del proyecto elaborada y aprobada
<b>Estructura Organizativa del Proyecto</b>					
<b>Miembros del Equipo</b>		<b>Roles y Responsabilidades</b>		<b>Departamento</b>	
Ing. Rodolfo Flores		Dirección, apoyo y seguimiento del proyecto		Gerencia de Proyectos e Investigación	
Ing. Ricardo Moncada		Gestión técnica e instalación del proyecto		Proyectos e Investigación	
Ing. Oscar Sandoval		Apoyo en obras civiles		Proyectos Civiles	
Ing. Francisco Casco		Dotación oportuna de los recursos necesarios		Gerencia de Servicios	
Ing. Gavin Alvarado		Aprobación de los recursos requeridos		Sub-Gerencia	
<b>Monitoreo, control y gestión de cambios del proyecto:</b>					
<p>El monitoreo del proyecto se realizará a través del departamento de auditoría de la compañía, encargado de revisar periódicamente el progreso del proyecto en relación con sus objetivos, alcance, cronograma y presupuesto, mediante auditorías regulares para identificar desviaciones, riesgos y oportunidades de mejora. Además, este departamento se encargará de verificar el cumplimiento de los estándares de calidad y procedimientos establecidos. Para controlar los cambios, se implementará un proceso formal que incluirá evaluación, aprobación y documentación de modificaciones propuestas en alcance, cronograma o presupuesto, siendo revisadas por el equipo de dirección del proyecto para determinar su impacto y tomar decisiones informadas sobre su aprobación o rechazo, estableciendo criterios claros para evaluar la viabilidad y prioridad de los cambios propuestos.</p>					

Fuente: (elaboración propia, 2024)

## 6.4.2.2 GESTIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO

### 6.4.2.2.1 DEFINIR EL ALCANCE

Este apartado se centra en establecer una comprensión clara y detallada de los productos, servicios y resultados que serán entregados al finalizar el proyecto. Este proceso implica la identificación y documentación de todas las necesidades y expectativas de los interesados, así como la delimitación de lo que estará dentro y fuera del alcance del proyecto. En esta sección, se explorarán en detalle las estrategias y metodologías utilizadas para definir el alcance de manera precisa y completa, garantizando así una comprensión común entre todos los involucrados y sentando las bases para una ejecución exitosa del proyecto.

**Tabla 25. Alcance del Proyecto**

Nombre del Proyecto	Siglas del Proyecto
Automatización de Sistema de Riego Granadilla 2024-2025	GAINVS-ASRG

Descripción del Alcance del Proyecto
El proyecto tiene como objetivo principal diseñar y planificar un sistema de riego automatizado para mejorar la gestión del agua y optimizar la productividad agrícola en la Finca Granadilla de la Compañía Azucarera Tres Valles durante la Zafra 2024. El sistema automatizado incluirá procesos como el control de riego en la estación de bombeo, el control del fertirriego, la implementación de una plataforma de gestión integral de riego, el control de riego en campo y el monitoreo de la humedad en el suelo.
Entregables:
Diseño detallado del sistema de riego automatizado. Planificación detallada de la implementación del sistema. Selección e instalación de tecnologías de riego automatizado. Documentación de los procesos de automatización. Capacitación del personal en el uso y mantenimiento del sistema. Establecimiento de criterios de aceptación para verificar la funcionalidad y eficacia del sistema.
Criterios de Aceptación:
Cumplimiento de las especificaciones técnicas definidas en el diseño del sistema. Correcta instalación y funcionamiento de las tecnologías de riego automatizado. Capacitación efectiva del personal en el uso del sistema. Documentación completa y precisa de los procesos de automatización. Verificación de la funcionalidad del sistema mediante pruebas y simulaciones.

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 26. Continuación de la Tabla 25**

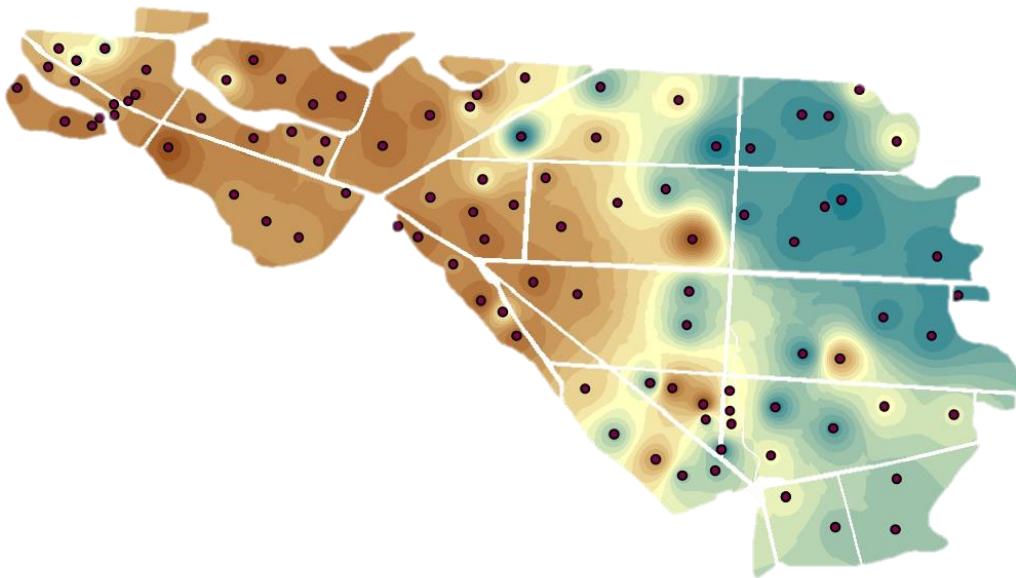
Límites del Proyecto:
El proyecto se centrará exclusivamente en la automatización del sistema de riego Granadilla para el cultivo de caña de azúcar en las instalaciones de la compañía "Tres Valles".
No se abordarán otros aspectos del proceso de cultivo, como la siembra, cosecha o procesamiento del azúcar.
La implementación del sistema de automatización no implicará modificaciones en la infraestructura de las instalaciones existentes, pero si sugerencias de mejoras.
La capacitación del personal se limitará al uso y mantenimiento del nuevo sistema de riego automatizado.

Fuente: (elaboración propia, 2024)

### 6.4.2.3 ESTUDIO TÉCNICO DEL PROYECTO

#### 6.4.2.3.1 REVISIÓN DEL DISEÑO HIDRÁULICO

La Finca Granadilla, situada en el municipio de Morocelí, abarca aproximadamente 100.95 hectáreas dedicadas al cultivo de caña de azúcar. Su extensión se caracteriza por la presencia de suelos variados, que van desde pesados, con alto contenido de arcilla, hasta suelos más ligeros compuestos por limo y grava, distribuidos a lo largo de toda su superficie, como se puede apreciar en la imagen.

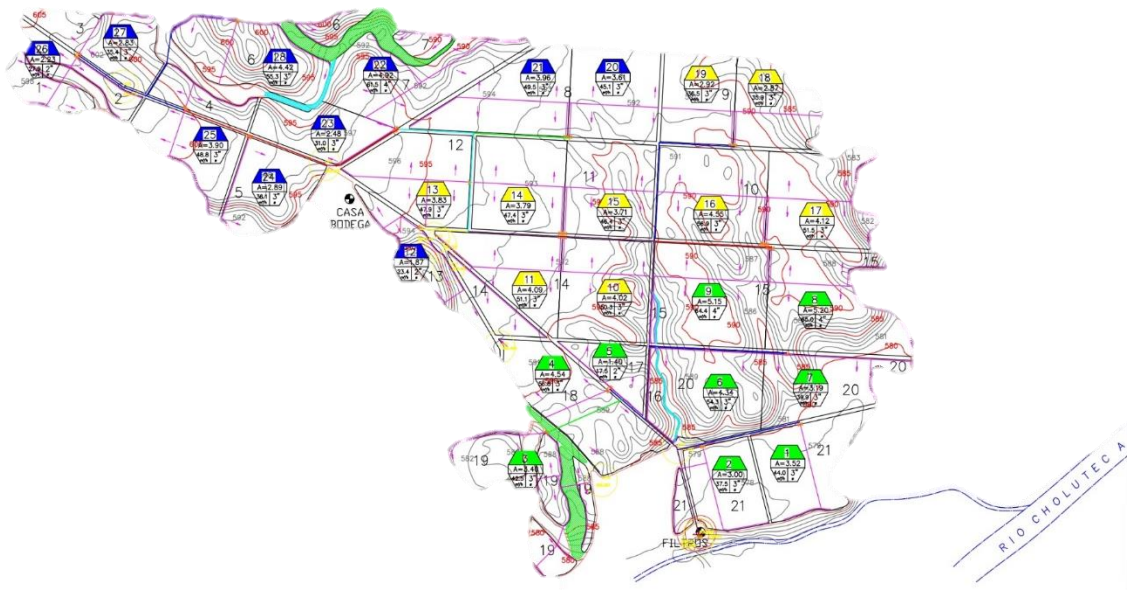


**Ilustración 36. Finca Granadilla**

Fuente: (Compañía Azucarera Tres Valles, 2024)

El diseño hidráulico de la Finca Granadilla constituye un elemento fundamental para garantizar un eficiente suministro de agua a lo largo de toda su extensión destinada al cultivo de caña de azúcar. Este diseño se ha desarrollado cuidadosamente considerando diversos factores, como la topografía del terreno, la capacidad de la estación de bombeo y las necesidades específicas de riego de cada área de cultivo.

La Finca Granadilla está equipada con una estación de bombeo que cuenta con una capacidad de caudal de 435 metros cúbicos por hora y una presión en la toma de 78 metros de columna de agua. Este sistema de bombeo se ha diseñado para garantizar un suministro constante y adecuado de agua a través de una red de tuberías estratégicamente distribuidas por toda la finca, como se muestra en la siguiente ilustración.

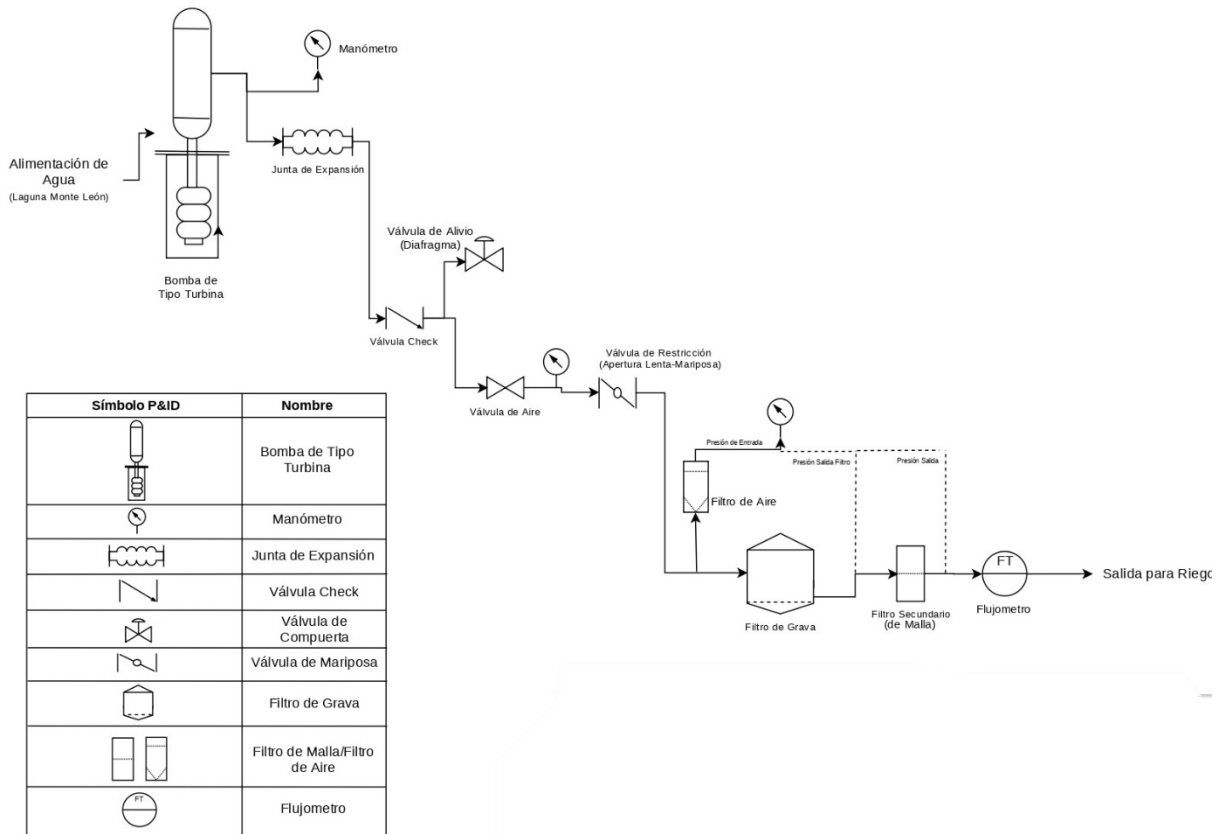


### Ilustración 37. Diseño Hidráulico de la Finca Granadilla

Fuente: (Compañía Azucarera Tres Valles, 2024)

El diseño hidráulico también contempla la disposición de los emisores y laterales de riego, con un espaciamiento óptimo entre ellos para asegurar una distribución uniforme del agua sobre el terreno. Además, se han tomado en cuenta las características del suelo y la topografía para evitar problemas de encharcamiento o erosión, garantizando así un uso eficiente del recurso hídrico y un óptimo crecimiento de los cultivos de caña de azúcar.

La información detallada sobre marcas, modelos y especificaciones del diseño hidráulico de la Finca Granadilla se considera confidencial y está sujeta a las leyes de propiedad intelectual de la compañía. Sin embargo, durante la gira técnica realizada y las conversaciones con expertos técnicos de la empresa, se identificaron las tecnologías más adecuadas para implementar el sistema de riego automatizado. Se destaca especialmente el uso de tecnología de radiofrecuencia LoRaWAN debido a su capacidad para transmitir datos de manera inalámbrica, eliminando la necesidad de cableado en el campo. Por otro lado, se permitió compartir el diagrama P&ID de la finca, el cual se presenta en la siguiente ilustración para brindar una visión general del diseño hidráulico de la misma.



**Ilustración 38. Diagrama P&ID de Finca Granadilla**

Fuente: (Compañía Azucarera Tres Valles, 2024)

El diagrama P&ID, o Diagrama de Tubería e Instrumentación, es una representación gráfica de los sistemas de tuberías, instrumentación y control de una instalación industrial, en este caso, de la Finca Granadilla. Este diagrama muestra de manera detallada cómo están dispuestos los

equipos, válvulas, tuberías, instrumentos y dispositivos de control en el sistema de riego de la finca. Además, proporciona información sobre la dirección del flujo de los fluidos, la ubicación de las válvulas de control y las conexiones entre los distintos componentes del sistema. El diagrama P&ID es una herramienta fundamental para entender la operación y el funcionamiento del sistema de riego, así como para planificar su diseño, instalación y mantenimiento de manera eficiente.

#### 6.4.2.4 GESTIÓN DE LOS COSTOS DEL PROYECTO

##### 6.4.2.4.1 ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO

Dentro del proceso de gestión de los costos del proyecto, el análisis financiero juega un papel fundamental en la evaluación de la viabilidad y rentabilidad del proyecto en términos monetarios. Se abordan los métodos y técnicas utilizados para evaluar los costos y beneficios asociados con la ejecución del proyecto.

Este análisis implica la consideración de los costos directos e indirectos, así como los ingresos y beneficios esperados derivados del proyecto a lo largo de su ciclo de vida. Se utilizan herramientas como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) para evaluar la rentabilidad y tomar decisiones informadas sobre la viabilidad del proyecto.

Para llevar a cabo el análisis financiero del proyecto, primero se examina detalladamente la información proporcionada sobre los beneficios esperados y los ahorros de costos operativos proyectados, los cuales se derivan de los datos históricos de consumo, operación, eficiencia y productividad de la Finca Granadilla. Los cuales, proporcionan información crucial sobre los ahorros de costos operativos esperados. Se desglosan estos ahorros en dos categorías principales: la reducción de personal y la eliminación de tiempos muertos durante los eventos de riego. Se estima un ahorro anual de L 247,032.00 debido a la reducción de personal, así como un ahorro adicional de L 108,200.00 gracias a la reducción de tiempos muertos durante los eventos de riego. Se estima L 63,116.60, basado en un ahorro esperado del 23% con sensores de humedad en suelo. Además, se considera el costo de eficiencia energética anual, que asciende a L 82,200.00. A partir de estos datos, se obtiene el total anual esperado de L 500,548.60, que representa el beneficio financiero global del proyecto para la compañía.

**Tabla 27. Ahorro y Beneficios Estimados**

<b>Ahorro de Costos Operativos Desglosado</b>			
<b>Reducción de Personal</b>		<b>Personas</b>	<b>Pago Mensual</b>
			2
<b>Reducción de Tiempos Muertos</b>	<b>Eventos</b>	<b>Horas</b>	<b>Costo Variable/Hora</b>
	200	0.75	L 408.64
<b>Ahorro Anual de Costo Operativo Anual</b>			
Reducción de Personal (2 personas)		L 247,032.00	
Reducción de Tiempos Muertos (45 min/Evento de 3 turnos)		L 108,200.00	
Costo de Horas de Riego con Sensores (23%)		L 63,116.60	
<b>Beneficios Anuales Esperados</b>			
Costo de Eficiencia Energética Anual		L 82,200.00	
Aumento de Producción con FertiKit (CONFIDENCIAL)		L -	
<b>Total, Anual</b>		<b>L 500,548.60</b>	

Fuente: (elaboración propia, 2024)

Una vez calculado el presupuesto general del proyecto, detallado en la sección 6.6, que asciende a L 1,964,713.23, se procede a determinar el financiamiento necesario para llevar a cabo el proyecto. Utilizando los parámetros financieros de la compañía, que incluyen una tasa de cambio (TC) de 25.00, un plazo de 5 años y una tasa de interés del 10.0%, se determina que el monto a financiar es de L1,473,534.92, que equivale al 75% del valor total, el 25% restante se asume como fondos propios.

El desembolso inicial del monto total de L1,473,534.92 se realiza al comienzo del proyecto para cubrir los costos iniciales y establecer el flujo de efectivo necesario para las operaciones. A partir de este desembolso, se establece una cuota mensual de L 294,706.98 que se pagará durante un período de 5 años, de acuerdo con el plazo establecido para el financiamiento. Durante cada período mensual, se realiza un análisis detallado que comprende el abono realizado, la porción del capital amortizado, los intereses devengados y el saldo pendiente. Este análisis permite comprender cómo se distribuyen los pagos a lo largo del tiempo y cómo afectan al saldo restante del préstamo. Al examinar estos detalles en cada período, se obtiene una visión clara del flujo de efectivo esperado a lo largo de los 5 años de duración del financiamiento como se muestra en la tabla a continuación. Esta visión detallada facilita la toma de decisiones financieras precisas y efectivas, permitiendo una gestión eficiente de los recursos financieros del proyecto y garantizando que se cumplan las obligaciones financieras de manera oportuna y adecuada.

**Tabla 28. Financiamiento del Proyecto**

TC	25.00				
Plazo	5				
Tasa	10.0%				
Monto	L 1,473,534.92				
Cuota	L 294,706.98				
Fecha					
Periodo	Abono	Capital	Interés	Pago	Saldo
					-L1,473,534.92
1		L294,706.98	L147,353.49	L442,060.48	-L1,178,827.94
2		L294,706.98	L117,882.79	L412,589.78	-L884,120.95
3		L294,706.98	L88,412.10	L383,119.08	-L589,413.97
4		L294,706.98	L58,941.40	L353,648.38	-L294,706.98
5		L294,706.98	L29,470.70	L324,177.68	L-
		<b>L1,473,534.92</b>	<b>L442,060.48</b>	<b>L1,915,595.40</b>	

Fuente: (elaboración propia, 2024)

Seguidamente se procede a extender la corrida financiera a un período de 8 años, alineándose con el periodo de depreciación del equipo y la producción estimada en la Finca Granadilla. En este análisis, se consideran varios elementos financieros, como el costo operativo actual y esperado, el gasto de mantenimiento del sistema automatizado, la depreciación de la automatización y otros gastos asociados. El análisis revela una utilidad bruta derivada del ahorro generado por la automatización del sistema. Esta utilidad se calcula restando los gastos operativos y financieros del ahorro total, lo que proporciona una visión clara de la viabilidad financiera del proyecto. Además, se calcula la utilidad antes de impuestos, la utilidad neta, y se consideran elementos como amortizaciones y pagos de deuda.

Se calcula un flujo de fondos a lo largo de los 8 años, lo que representa el saldo neto de efectivo generado por el proyecto en cada período. Finalmente, se determina la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN), que son indicadores clave para evaluar la rentabilidad del proyecto. Además, se considera el costo del financiamiento, el retorno esperado del inversionista y otros parámetros financieros relevantes para determinar el costo y la estructura del financiamiento necesario para el proyecto. Este análisis financiero exhaustivo proporciona una base sólida para la toma de decisiones financieras estratégicas y una gestión efectiva del proyecto en términos de rentabilidad y viabilidad financiera.

**Tabla 29. Análisis Financiero del Proyecto**

<b>Años</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
(-) Detalle									
Costo Operativo Actual (Sin Automatizar)	L 822,157.80	L 863,265.69	L 906,428.97	L 951,750.42	L 999,337.94	L 1,049,304.84	L 1,101,770.08	L 1,156,858.59	L 1,156,858.59
Costo Operativo Esperado (Automatizado)	L 321,609.20	L 337,689.66	L 354,574.14	L 372,302.85	L 390,917.99	L 410,463.89	L 430,987.09	L 452,536.44	L 452,536.44
Gasto Mantenimiento Sistema Automatizado (2%)	L 39,294.26	L 39,294.26	L 39,294.26	L 39,294.26	L 39,294.26	L 39,294.26	L 39,294.26	L 39,294.26	L 39,294.26
Gasto Mantenimiento Sensores (Cada 4 Años)	L-	L-	L-	L-	L 13,832.00	L-	L-	L-	L-
Depreciación Automatización	L 245,589.15	L 245,589.15	L 245,589.15	L 245,589.15	L 245,589.15	L 245,589.15	L 245,589.15	L 245,589.15	L 245,589.15
<b>(=) Utilidad Bruta (Ahorro)</b>	<b>L 215,665.18</b>	<b>L 240,692.61</b>	<b>L 266,971.41</b>	<b>L 294,564.15</b>	<b>L 309,704.53</b>	<b>L 353,957.53</b>	<b>L 385,899.58</b>	<b>L 419,438.73</b>	<b>L 419,438.73</b>
(-) Gastos Administrativos		-	-	-	-	-	-	-	-
<b>(=) Utilidad De Operación</b>	<b>L 215,665.18</b>	<b>L 240,692.61</b>	<b>L 266,971.41</b>	<b>L 294,564.15</b>	<b>L 309,704.53</b>	<b>L 353,957.53</b>	<b>L 385,899.58</b>	<b>L 419,438.73</b>	<b>L 419,438.73</b>
(-) Gastos Financieros	L 147,353.49	L 117,882.79	L 88,412.10	L 58,941.40	L 29,470.70	L -	L -	L -	L -
<b>(=) Utilidad Antes De Impuestos</b>	<b>L 68,311.69</b>	<b>L 122,809.82</b>	<b>L 178,559.32</b>	<b>L 235,622.76</b>	<b>L 280,233.83</b>	<b>L 353,957.53</b>	<b>L 385,899.58</b>	<b>L 419,438.73</b>	<b>L 419,438.73</b>
(-) Impuesto Sobre Renta	L 20,493.51	L 36,842.95	L 53,567.80	L 70,686.83	L 84,070.15	L 106,187.26	L 115,769.87	L 125,831.62	L 125,831.62
<b>(=) Utilidad Neta</b>	<b>L 47,818.18</b>	<b>L 85,966.87</b>	<b>L 124,991.52</b>	<b>L 164,935.93</b>	<b>L 196,163.68</b>	<b>L 247,770.27</b>	<b>L 270,129.70</b>	<b>L 293,607.11</b>	<b>L 293,607.11</b>
(+) Amortizaciones	L 245,589.15	L 245,589.15	L 245,589.15	L 245,589.15	L 245,589.15	L 245,589.15	L 245,589.15	L 245,589.15	L 245,589.15

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 30. Continuación de la Tabla 29**

Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8
(-) Pago De Deuda		L294,70 6.98	L294,70 6.98	L294,70 6.98	L294,70 6.98	L294,70 6.98	L-	L-	L-
(=) Flujo De Fondos L	- L491,17 8.31	- L1,299. 65	L36,849 .04	L75,873 .69	L115,81 8.10	L147,04 5.85	L493,35 9.43	L515,71 8.86	L539,19 6.26

Fuente: (elaboración propia, 2024)

- **Costo Operativo Actual y Esperado:** El costo operativo actual sin automatizar fue de L 822,157.80 en el primer año, mientras que con la automatización se espera reducir a L 321,609.20. Esto representa un ahorro significativo en los costos operativos anuales del proyecto.
- **Gastos de Mantenimiento:** Se asignó un gasto de mantenimiento del sistema automatizado del 2% del costo total del equipo, lo que representa un total de L 39,294.26 anuales.
- **Depreciación de la Automatización:** Se incluyó la depreciación del equipo automatizado, que ascendió a L 245,589.15 anuales.
- **Utilidad Bruta (Ahorro):** La diferencia entre los costos operativos actuales y esperados generó una utilidad bruta derivada del ahorro. Por ejemplo, en el primer año, la utilidad bruta fue de L 215,665.18.
- **Utilidad de Operación y Utilidad Neta:** Después de restar los gastos administrativos y financieros, se calculó la utilidad de operación y la utilidad neta para cada año.
- **Flujo de Fondos:** Se determinó el flujo de fondos a lo largo de los 8 años, representando el saldo neto de efectivo generado por el proyecto en cada período. En el primer año, el flujo de fondos fue de L -491,178.31, indicando un desembolso inicial significativo debido a la inversión inicial.
- **Indicadores de Rentabilidad:** Se calculó la **Tasa Interna de Retorno (TIR)** del proyecto, que fue **del 24.7%**, y el **Valor Actual Neto (VAN)**, que **ascendió a L 621,745.45**. Estos indicadores son críticos para evaluar la rentabilidad del proyecto a lo largo del tiempo.
- **Estructura de Financiamiento:** Se determinó la estructura de financiamiento del proyecto, con un 25% financiado con recursos propios y el restante 75% financiado a través de un préstamo. **La inversión total ascendió a L 1,964,713.23.**

#### 6.4.2.5 GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL PROYECTO

La gestión de la calidad del proyecto se fundamenta en la aplicabilidad del estándar internacional de calidad y su vinculación con la norma ISO 9001:2015. Esta norma establece requisitos para los sistemas de gestión de calidad que promueven la integración de procesos, la mejora continua y la eficiencia operativa.

##### 6.4.2.5.1 PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL PROYECTO

Al planificar un sistema de automatización de riego, es crucial considerar la integración de procesos para mejorar la eficiencia y reducir costos, eliminando los desperdicios asociados a deficiencias en los procesos. La cultura de mejora continua impulsa la innovación de los procesos, buscando reducir impactos y aumentar la capacidad de respuesta, lo que promueve la eficiencia y la reducción de costos. Una operación eficiente asegura el uso óptimo de los recursos hídricos, energéticos y operativos, lo que se traduce en una gestión más efectiva del sistema de riego. Esto se refleja en la reducción del desperdicio de recursos, la mejora de la calidad y el rendimiento de los cultivos, lo que contribuye al éxito del proyecto.

**Tabla 31. Plan de Gestión de la Calidad del Proyecto**

<b>Nombre del Proyecto</b>
Diseño y Planificación del Sistema Automatizado de Riego en la Finca Granadilla
<b>Introducción</b>
El Plan de Gestión de la Calidad establece los procesos y actividades necesarias para asegurar que los entregables del proyecto cumplan con los estándares de calidad definidos por la organización. Este plan se desarrolla en paralelo con los demás procesos de planificación del proyecto para garantizar una integración efectiva de la calidad en todas las etapas del ciclo de vida del proyecto.
<b>Objetivos</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Garantizar que todos los entregables del proyecto cumplan con los estándares de calidad definidos.</li><li>• Identificar y mitigar los riesgos relacionados con la calidad que puedan afectar el éxito del proyecto.</li><li>• Promover una cultura de calidad en todas las actividades y procesos del proyecto.</li></ul>
<b>Roles y Responsabilidades</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Director de Proyecto:</b> es responsable de coordinar la implementación del Plan de Gestión de la Calidad y asegurar su cumplimiento.</li><li>• <b>Equipo del Proyecto:</b> es responsable de supervisar las actividades de control de calidad y asegurar la conformidad con los estándares establecidos.</li><li>• <b>Departamento de Calidad:</b> proporcionará la ejecución, orientación y apoyo en la implementación de prácticas y procedimientos de calidad, así como la responsabilidad de los entregables relacionados a la calidad.</li></ul>
<b>Procesos de Gestión de la Calidad</b>
<b>Planificación de la Calidad</b>

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 32. Continuación de la Tabla 31**

Estándares de Calidad Aplicables	Procesos y Actividades de Control de Calidad	Criterios de Aceptación para los Entregables del Proyecto
ISO 9001:2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspecciones regulares durante el desarrollo del proyecto</li> <li>• Pruebas de calidad antes de la entrega de los entregables</li> <li>• Seguimiento del cumplimiento de estándares</li> </ul>	Cumplimiento con los estándares definidos por ISO 9001:2015, requisitos específicos del cliente y ausencia de defectos significativos en los entregables.
<b>Control de la Calidad</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar inspecciones y pruebas periódicas de los entregables del proyecto.</li> <li>• Registrar y documentar los resultados de las actividades de control de calidad.</li> <li>• Implementar acciones correctivas cuando sea necesario para garantizar la conformidad con los estándares de calidad.</li> </ul>		
<b>Recursos para la Gestión de Calidad</b>		
<b>Recursos Humanos</b>	<b>Recursos Financieros</b>	<b>Herramientas y Técnicas para garantizar la efectividad de los procesos de control de calidad.</b>
Personal capacitado en control de calidad del Departamento de Calidad de la Compañía	Presupuesto del Departamento de Calidad de la Compañía para Actividades de Control de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planes de Muestreo Estadístico</li> <li>• Diagramas de Flujo</li> <li>• Diagramas de Pareto</li> <li>• Análisis de Causa Raíz</li> <li>• Listas de Verificación y matrices de control</li> </ul>
<b>Comunicación de la Calidad</b>		
<b>Canal de Comunicación</b>		<b>Documentos y lecciones aprendidas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuniones presenciales y periódicas</li> <li>• Correo electrónico</li> <li>• Aplicaciones con mensajería instantánea</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe de calidad</li> <li>• Registros de inspección y pruebas</li> <li>• Evaluaciones de desempeño del proceso de control de calidad</li> <li>• Lecciones aprendidas</li> <li>• Resultados de auditorías de calidad</li> </ul>
<b>Control de Cambios</b>		
Se establecerá un proceso formal de control de cambios para evaluar y aprobar cualquier modificación en los estándares de calidad o los procesos de control de calidad		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación clara y documentación detallada de los cambios propuestos.</li> <li>• Evaluación de impacto de los cambios en los estándares de calidad y los procesos de control de calidad.</li> <li>• Análisis de riesgos asociados con los cambios propuestos.</li> <li>• Revisión por parte del equipo de calidad y los interesados pertinentes.</li> <li>• Aprobación por parte de los responsables designados antes de su implementación.</li> <li>• Comunicación efectiva de los cambios a todas las partes interesadas afectadas.</li> </ul>		

Fuente: (elaboración propia, 2024)

Este Plan de Gestión de la Calidad establece un marco para garantizar que el proyecto se ejecute con los más altos estándares de calidad y que los entregables cumplan con las expectativas del cliente y los requisitos del proyecto.

**Tabla 33. Métricas del Control de la Calidad**

Entregable	Especificaciones	Método de Verificación	Criterio de Aceptación	Responsable
Gestión del Proyecto	Gestión Integra del Proyecto con los tres pilares fundamentales: Alcance, Costos y Tiempo	Alcance, cronograma y presupuesto del proyecto detallado, entregado y aprobado por todas las partes interesadas	Revisión de la documentación Aprobación por todos los interesados	Equipo del Proyecto, liderado por el Director del Proyecto
Desarrollo Técnico	Instalación y desenvolvimiento del desarrollo técnico de la implementación	Documento con la recopilación de las especificaciones e instalación de equipo de control y eléctrico	Inspección visual y pruebas de funcionamiento	Equipo de Ingeniería liderado por el Director del Proyecto
Desarrollo de la Programación	Programación de las variables integradas en el alcance del proyecto	Programación de control, lectura y escritura de entradas y salidas en software de automatización	Pruebas de funcionamiento de software	Equipo de Ingeniería liderado por el Director del Proyecto
Implementación de la Integración	Revisiones e integración final de todas las partes o actividades del proyecto	Pruebas, seguimiento, creación de manuales de usuario/técnicos, plan de costos de sostenibilidad y licencia, así como la capacitación final	Resultados de las pruebas Revisión de los manuales Revisión del plan del proyecto	Equipo de Ingeniería, Calidad, Recursos Humanos y Proyectos liderado por el Director del Proyecto

Fuente: (elaboración propia, 2024)

#### 6.4.2.5.2 PLAN DE GESTIÓN DE CAMBIOS

El éxito de cualquier proyecto depende en gran medida de la capacidad para adaptarse a los cambios que surgen durante su desarrollo. En el contexto de la gestión de la calidad, es fundamental contar con un proceso robusto y bien definido para gestionar estos cambios de manera efectiva. El presente Plan de Gestión de Cambios establece un marco claro y sistemático para identificar, evaluar, aprobar, implementar y comunicar cambios en los estándares de calidad o los procesos de control de calidad del proyecto.

Este plan asegurará que los cambios se gestionen de manera controlada, minimizando cualquier impacto negativo en la calidad y garantizando la entrega exitosa del proyecto dentro de los parámetros establecidos.

**Tabla 34. Plan de Gestión de Cambios del Proyecto**

<b>Nombre del Proyecto</b>
Diseño y Planificación del Sistema Automatizado de Riego en la Finca Granadilla
<b>Descripción</b>
El objetivo de este plan es establecer un proceso formal para evaluar, aprobar, implementar y comunicar cambios en los estándares de calidad o los procesos de control de calidad del proyecto. Esto garantizará que cualquier modificación se realice de manera controlada y que se minimice el impacto en el proyecto.
<b>Roles y Responsabilidades</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Director de Proyecto:</b> responsable de liderar el proceso de gestión de cambios y de asegurar que se siga correctamente.</li> <li>• <b>Interesados del Proyecto:</b> serán consultados y su aprobación será requerida antes de implementar cualquier cambio significativo.</li> <li>• <b>Departamento de Calidad:</b> evaluará el impacto de los cambios propuestos en los estándares de calidad y los procesos de control de calidad.</li> </ul>
<b>Proceso de Gestión de Cambios</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Identificación del Cambio:</b> Cualquier miembro del equipo puede identificar un cambio potencial en los estándares de calidad o los procesos de control de calidad y registrarlos en un formulario de solicitud de cambio.</li> <li>• <b>Evaluación del Impacto:</b> El Equipo de Calidad evaluará el impacto del cambio propuesto en los estándares de calidad y los procesos de control de calidad. Se considerará cómo afectará al costo, cronograma y riesgos del proyecto.</li> <li>• <b>Análisis de Riesgos:</b> Se realizará un análisis de riesgos detallado para identificar y mitigar cualquier riesgo asociado con el cambio propuesto.</li> <li>• <b>Revisión y Aprobación:</b> El cambio propuesto será revisado por el equipo de calidad y los interesados pertinentes. Se requerirá la aprobación del Director del Proyecto y del Departamento de Calidad antes de implementar cualquier cambio.</li> <li>• <b>Implementación:</b> Una vez aprobado, el cambio será implementado según lo especificado en el plan de acción correspondiente.</li> <li>• <b>Comunicación:</b> Se comunicará efectivamente el cambio a todas las partes interesadas afectadas para garantizar una comprensión clara de los cambios y sus implicaciones.</li> </ul>
<b>Proceso de Gestión de Cambios</b>
Se mantendrá un registro de cambios que incluya detalles sobre cada cambio propuesto, su evaluación, análisis de riesgos, aprobaciones y acciones implementadas.
<b>Procedimiento de Retroalimentación</b>
Se establecerán procedimientos para recopilar retroalimentación sobre la efectividad de los cambios implementados y se utilizará esta información para mejorar continuamente el proceso de gestión de cambios.

Fuente: (elaboración propia, 2024)

Este plan de gestión de cambios será revisado y actualizado según sea necesario a lo largo del proyecto para garantizar su efectividad y relevancia continua.

#### 6.4.2.5.3 CONTROL INTEGRAL DE CAMBIOS

En la fase de identificación de cambios, se establece un mecanismo para registrar y detallar todos los cambios propuestos en los estándares de calidad o los procesos de control de calidad, a través de un formulario de solicitud de cambio que incluya la naturaleza del cambio, justificación,

impacto esperado y otros detalles relevantes. Posteriormente, se realiza una evaluación exhaustiva de los cambios propuestos para comprender su impacto en los estándares y procesos de calidad, analizando su efecto en los entregables del proyecto, los recursos, el cronograma y otros aspectos relevantes. Se lleva a cabo un análisis detallado de los riesgos asociados con la implementación de estos cambios, identificando posibles riesgos, evaluando su probabilidad y su impacto, y desarrollando estrategias de mitigación. Los cambios son sometidos a una revisión y aprobación por parte del equipo de calidad y otros interesados, evaluando su impacto, urgencia y viabilidad. Una vez aprobados, se procede con la implementación según un plan predefinido, que podría implicar actualizaciones de documentación y comunicación con las partes interesadas afectadas. Es crucial comunicar efectivamente cualquier cambio a todas las partes interesadas, asegurando una comprensión clara de los cambios realizados y sus impactos. Finalmente, se establecen medidas de seguimiento y control para monitorear de cerca la implementación de los cambios y garantizar que cumplan continuamente con los estándares y requisitos de calidad del proyecto.

**Tabla 35. Formato de Solicitud de Cambios**

<b>Nombre del proyecto</b>	Diseño y Planificación del Sistema Automatizado de Riego en la Finca Granadilla	<b>Fecha</b>	
<b>Solicitado por</b>		<b># cambio</b>	00X
<b>Cambio solicitado</b>			

<b>Categoría del Cambio</b>					
Alcance	Requisitos	Horario	Calidad	Costo	Documentos
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Descripción Detallada del Cambio Propuesto</b>					
<b>Justificación del Cambio Propuesto</b>					
<b>Impactos del Cambio</b>					
<b>Alcance</b>		<b>Tiempo</b>		<b>Costo</b>	
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Riesgo:		Riesgo:		Riesgo:	
Requerimiento:		Requerimiento:		Requerimiento:	
<b>Disposición</b>					
<b>Aceptado</b>		<b>Rechazado</b>		<b>Aprobado</b>	
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 36. Continuación de la Tabla 35**

Justificación de la Respuesta			
Nombre	Rol	Firma	Fecha
	Director del Proyecto		
	Director de Calidad		
	Interesado		

Fuente: (elaboración propia, 2024)

#### 6.4.2.6 GESTIÓN DEL CRONOGRAMA

La gestión del cronograma es una parte vital del proyecto que implica la planificación, seguimiento y control de todas las actividades programadas para cumplir con los objetivos y entregables del proyecto dentro del tiempo establecido. En esta etapa, se desarrolla un cronograma detallado que incluye todas las actividades, hitos y recursos necesarios para completar el proyecto con éxito. Se utilizan herramientas como el diagrama de Gantt para visualizar y organizar las tareas en un calendario temporal, lo que facilita la asignación de recursos y la identificación de posibles conflictos o retrasos. Durante la ejecución del proyecto, se monitorea continuamente el progreso del cronograma para identificar desviaciones y tomar medidas correctivas según sea necesario, como reasignar recursos, replanificar actividades o negociar plazos con las partes interesadas. La gestión eficaz del cronograma garantiza que el proyecto se complete a tiempo y dentro del presupuesto, maximizando así las posibilidades de éxito.

##### 6.4.2.6.1 LISTA DE ACTIVIDADES Y ATRIBUTOS

**Tabla 37. Lista de Actividades y Atributos**

#	EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
0		Sistema de Riego Automatizado CATV	84 días	01/04/24	25/07/24	
1	1	Inicio de Proyecto	0 días	01/04/24	01/04/24	
2	1.1	<b>Gestión del Proyecto</b>	<b>77 días</b>	<b>01/04/24</b>	<b>16/07/24</b>	
3	1.1.1	Gestión del Alcance	1 día	01/04/24	01/04/24	
4	1.1.1.1	EDT	1 día	01/04/24	01/04/24	1
5	1.1.1.2	Línea Base del Alcance	1 día	01/04/24	01/04/24	1
6	1.1.2	Gestión de las Adquisiciones	38 días	02/04/24	23/05/24	
7	1.1.2.1	Cotizaciones	5 días	02/04/24	08/04/24	5
8	1.1.2.2	Solicitudes de Compra	3 días	09/04/24	11/04/24	7
9	1.1.2.3	Órdenes de Compra	30 días	12/04/24	23/05/24	8

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 38. Continuación de la Tabla 37**

#	EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
10	1.1.3	Gestión del Presupuesto	3 días	24/05/24	28/05/24	
11	1.1.3.1	Presupuesto General	3 días	24/05/24	28/05/24	9
12	1.1.4	Gestión del Cronograma	2 días	02/04/24	03/04/24	
13	1.1.4.1	Diagrama de Gantt	2 días	02/04/24	03/04/24	5
14	1.1.5	Gestión del Contrato	2 días	09/04/24	10/04/24	
15	1.1.5.1	Realizar Solicitudes de Contratos	2 días	09/04/24	10/04/24	7
16	1.1.6	Gestión de la Calidad	74 días	04/04/24	16/07/24	
17	1.1.6.1	Monitoreo del Presupuesto	35 días	29/05/24	16/07/24	11
18	1.1.6.2	Monitoreo del Cronograma	40 días	04/04/24	29/05/24	13
19	1.1.6.3	Monitoreo de la Instalación	50 días	11/04/24	19/06/24	15
20	1.1.6.4	Documentación	3 días	20/06/24	24/06/24	19
21	<b>1.2</b>	<b>Desarrollo Técnico</b>	<b>61 días</b>	<b>09/04/24</b>	<b>02/07/24</b>	
22	1.2.1	Recopilación de Especificaciones Técnicas	5 días	09/04/24	15/04/24	7
23	1.2.2	Selección de Equipo y Herramientas	10 días	16/04/24	29/04/24	22
24	1.2.3	Instalación Eléctrica	6 días	24/05/24	31/05/24	
25	1.2.3.1	Estación Central	5 días	24/05/24	30/05/24	
26	1.2.3.1.1	Instalar Gabinete	1 día	24/05/24	24/05/24	9;23;15
27	1.2.3.1.2	Instalar Acometida Eléctrica	1 día	24/05/24	24/05/24	9;23;15
28	1.2.3.1.3	Instalación de Equipo de Control	2 días	27/05/24	28/05/24	27
29	1.2.3.1.4	Conexión de equipo con circuitería de control	2 días	29/05/24	30/05/24	28
30	1.2.3.2	Panel Fotovoltaico	1 día	31/05/24	31/05/24	
31	1.2.3.2.1	Instalar en Tubo Panel FV con sistema de carga	1 día	31/05/24	31/05/24	29
32	1.2.4	Instalación de Control	14 días	03/06/24	20/06/24	
33	1.2.4.1	Instalar sensores de presión	1 día	03/06/24	03/06/24	31
34	1.2.4.2	Instalar sensores de caudal	1 día	04/06/24	04/06/24	33
35	1.2.4.3	Instalar sensores de energía	1 día	03/06/24	03/06/24	31
36	1.2.4.4	Instalar luces piloto	1 día	04/06/24	04/06/24	33
37	1.2.4.5	Instalar solenoides para Retro lavado	1 día	04/06/24	04/06/24	33
38	1.2.4.6	Instalar Control de Bomba Eléctrica	2 días	05/06/24	06/06/24	37
39	1.2.4.7	Instalar solenoides en válvulas de riego	5 días	07/06/24	13/06/24	38
40	1.2.4.8	Instalar equipo de control de válvulas	5 días	14/06/24	20/06/24	39
41	1.2.5	Instalación Hidráulica	5 días	21/06/24	27/06/24	
42	1.2.5.1	Instalar conexión hidráulica de solenoides de Retro lavado	1 día	21/06/24	21/06/24	40

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 39. Continuación de la Tabla 37**

#	EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
43	1.2.5.2	Instalar válvulas de control	4 días	21/06/24	26/06/24	40
44	1.2.5.3	Instalar conexión hidráulica de solenoides de válvulas de control	1 día	27/06/24	27/06/24	43
45	1.2.6	Instalación del Modelo de Fertilización	23 días	11/04/24	13/05/24	
46	1.2.6.1	Realizar obras grises para soportar tanques de almacenamiento	15 días	11/04/24	01/05/24	15
47	1.2.6.2	Instalar tanques de almacenamiento	3 días	02/05/24	06/05/24	46
48	1.2.6.3	Instalar tubería de control	2 días	07/05/24	08/05/24	47
49	1.2.6.4	Instalar válvulas de control de fertilización	1 día	09/05/24	09/05/24	48
50	1.2.6.5	Instalar control de bomba de fertilización	1 día	10/05/24	10/05/24	49
51	1.2.6.6	Instalar sensores de flujo de fertilización	1 día	13/05/24	13/05/24	50
52	1.2.7	Instalación de Seguridad	3 días	28/06/24	02/07/24	
53	1.2.7.1	Instalar rejas en puntos de control en campo	3 días	28/06/24	02/07/24	44
54	<b>1.3</b>	<b>Desarrollo de la Programación</b>	<b>66 días</b>	<b>02/04/24</b>	<b>02/07/24</b>	
55	1.3.1	Programar control en software de automatización	15 días	02/04/24	22/04/24	5
56	1.3.2	Programar lectura y escritura de entradas y salidas	3 días	23/04/24	25/04/24	55
57	1.3.3	Programar paquetería de envío de datos	5 días	26/04/24	02/05/24	56
58	1.3.4	Desarrollar visualización	5 días	03/05/24	09/05/24	57
59	1.3.5	Desarrollar plataforma de almacenamiento de datos	5 días	10/05/24	16/05/24	58
60	1.3.6	Integración del Equipo	3 días	28/06/24	02/07/24	24;32;41;59
61	<b>1.4</b>	<b>Implementación de la Integración</b>	<b>12 días</b>	<b>03/07/24</b>	<b>18/07/24</b>	
62	1.4.1	Pruebas y seguimiento	5 días	03/07/24	09/07/24	60
63	1.4.2	Creación de Manuales de Usuario/Técnicos	3 días	10/07/24	12/07/24	62
64	1.4.3	Plan de Costos de Sostenibilidad, Infraestructura y Licencia	2 días	15/07/24	16/07/24	63
65	1.4.4	Capacitación	1 día	17/07/24	17/07/24	64
66	1.4.5	Despliegue de la Integración	1 día	18/07/24	18/07/24	65
67	<b>1.5</b>	<b>Cierre del Proyecto</b>	<b>5 días</b>	<b>19/07/24</b>	<b>25/07/24</b>	
68	1.5.1	Informe Final de Gestión de Adquisiciones y Presupuesto	2 días	19/07/24	22/07/24	66
69	1.5.2	Lecciones Aprendidas	1 día	23/07/24	23/07/24	68
70	1.5.3	Análisis de Resultados	2 días	23/07/24	24/07/24	68
71	1.5.4	Informe de Cierre	1 día	25/07/24	25/07/24	70
72	<b>2</b>	<b>Fin del Proyecto</b>	<b>0 días</b>	<b>25/07/24</b>	<b>25/07/24</b>	<b>71</b>

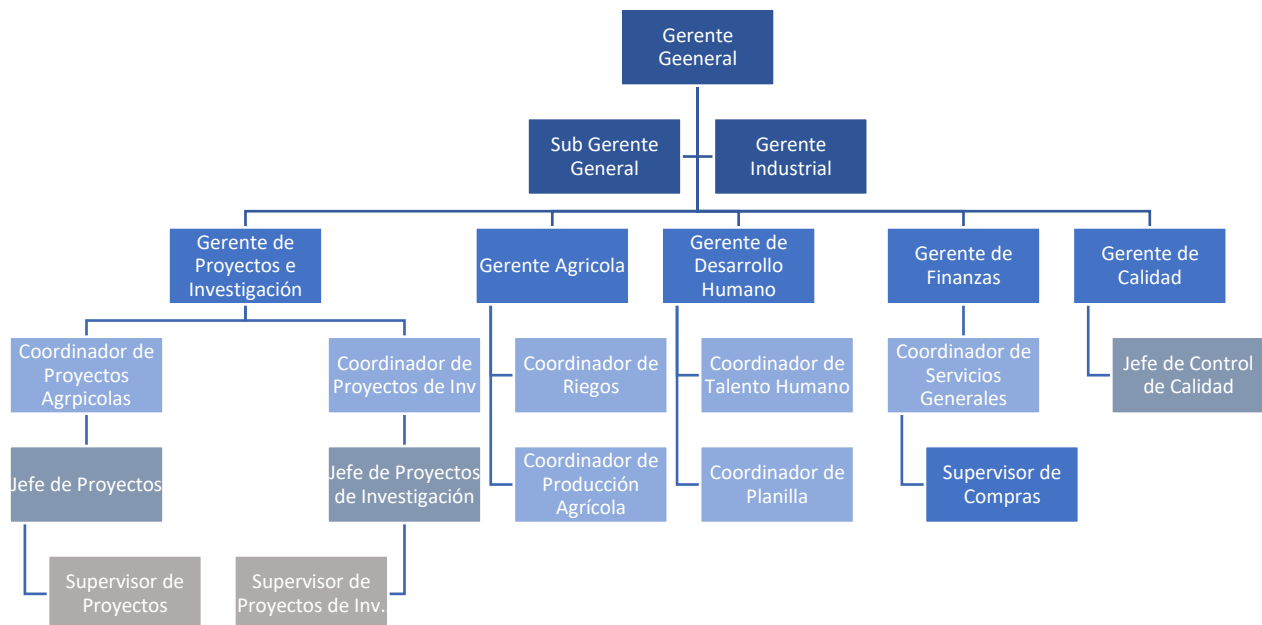
Fuente: (elaboración propia, 2024)

La lista de tareas del proyecto incluye la siguiente información: número de tarea, descripción en la EDT, nombre de la tarea, duración estimada, fechas de inicio y finalización previstas, y cualquier tarea predecesora que deba completarse antes de comenzar la tarea en cuestión. Este registro detallado permite una planificación precisa y un seguimiento efectivo del progreso del proyecto.

#### 6.4.2.7 GESTIÓN DE LOS RECURSOS DEL PROYECTO

La gestión de los recursos del proyecto es fundamental para asegurar que se disponga de los recursos adecuados en el momento adecuado y de manera eficiente. En este contexto, se abordan aspectos clave como la dirección del personal, la estructura organizacional, la asignación de roles y responsabilidades, así como la adquisición y desarrollo del equipo del proyecto. Además, se elaboran matrices para asignar tanto recursos humanos como técnicos, y se establece un calendario para la gestión eficaz de los recursos humanos a lo largo del proyecto. Este conjunto de actividades busca garantizar que el equipo tenga las capacidades y el apoyo necesarios para cumplir con los objetivos del proyecto de manera exitosa.

##### 6.4.2.7.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL



**Ilustración 39. Estructura Organizacional de la Compañía Ligada al Proyecto**

Fuente: (elaboración propia, 2024)

#### 6.4.2.7.2 MATRIZ DE ASIGNACIÓN DE ROLES Y RESPONSABILIDADES

En la gestión de cualquier proyecto, es esencial definir claramente los roles y responsabilidades de cada miembro del equipo. La matriz de roles y responsabilidades proporciona una estructura organizativa clara al asignar funciones específicas a cada individuo involucrado en el proyecto. Este documento facilita la comunicación, la toma de decisiones y la supervisión de las actividades, asegurando así una ejecución eficiente y efectiva del proyecto. En esta sección, se detallan los roles y responsabilidades de los principales actores involucrados en la ejecución y supervisión de las tareas del proyecto.

**Tabla 40. Matriz de Asignación de Responsabilidades**

E ejecuta, P Participa, C coordina, R revisa, A autoriza		Responsables							
EDT	Matriz de Roles y Responsabilidades	Sub-Gerente General	Gerente de Proyectos e Investigación	Coordinador de Proyectos de Investigación	Jefe de Proyectos de Investigación	Supervisor de Proyectos de Investigación	Gerente de Desarrollo Humano	Gerente de Calidad	Gerente de Finanzas
1.1.1.1	EDT	R	R	A	E	P	R	R	R
1.1.1.2	Línea Base del Alcance	R	R	A	E	P	R	R	R
1.1.2.1	Cotizaciones	R	P	A	E	P	R	R	P
1.1.2.2	Solicitudes de Compra	R	P	C	E	P	R	R	A
1.1.2.3	Órdenes de Compra	A	A	C	E	P	R	R	A
1.1.3.1	Presupuesto General	A	A	C	E	P	P	R	A
1.1.4.1	Diagrama de Gantt	R	A	R	E	P	A	R	P
1.1.5.1	Realizar Solicitudes de Contratos	R	P	C	E	P	A	R	A
1.1.6.1	Monitoreo del Presupuesto	R	P	P	E	P	P	E	R
1.1.6.2	Monitoreo del Cronograma	R	P	P	E	P	P	E	R
1.1.6.3	Monitoreo de la Instalación	R	R	P	C	P	R	E	E

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 41. Continuación de la Tabla 40**

<b>E ejecuta, P Participa, C coordina, R revisa, A autoriza</b>		<b>Responsables</b>							
<b>EDT</b>	<b>Matriz de Roles y Responsabilidades</b>	<b>Sub-Gerente General</b>	<b>Gerente de Proyectos e Investigación</b>	<b>Coordinador de Proyectos de Investigación</b>	<b>Jefe de Proyectos de Investigación</b>	<b>Supervisor de Proyectos de Investigación</b>	<b>Gerente de Desarrollo Humano</b>	<b>Gerente de Calidad</b>	<b>Gerente de Finanzas</b>
1.1.6.4	Documentación	R	R	P	E	P	R	P	R
1.2.3.1.1	Instalar Gabinete	R	R	R	C	E	R	R	R
1.2.3.1.2	Instalar Acometida Eléctrica	R	R	R	C	E	R	R	R
1.2.3.1.3	Instalación de Equipo de Control	R	R	R	C	E	R	R	R
1.2.3.1.4	Conexión de equipo con circuitería de control	R	R	R	C	E	R	R	R
1.2.3.2	Panel Fotovoltaico	R	R	R	C	E	R	R	R
1.2.3.2.1	Instalar en Tubo Panel FV con sistema de carga	R	R	R	C	E	R	R	R
1.2.4.1	Instalar sensores de presión	R	R	R	C	E	R	R	R
1.2.4.2	Instalar sensores de caudal	R	R	R	E	E	R	R	R
1.2.4.3	Instalar sensores de energía	R	R	R	C	E	R	R	R
1.2.4.4	Instalar luces piloto	R	R	R	C	E	R	R	R
1.2.4.5	Instalar solenoides para Retro lavado	R	R	R	C	E	R	R	R
1.2.4.6	Instalar Control de Bomba Eléctrica	R	R	R	C	E	R	R	R
1.2.4.7	Instalar solenoides en válvulas de riego	R	R	R	C	E	R	R	R
1.2.4.8	Instalar equipo de control de válvulas	R	R	R	C	E	R	R	R
1.2.5.1	Instalar conexión hidráulica de solenoides de Retro lavado	R	R	R	C	E	R	R	R
1.2.5.2	Instalar válvulas de control	R	R	R	C	E	R	R	R
1.2.5.3	Instalar conexión hidráulica de solenoides de válvulas de control	R	R	R	C	E	R	R	R

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 42. Continuación de la Tabla 40**

E ejecuta, P Participa, C coordina, R revisa, A autoriza		Responsables							
EDT	Matriz de Roles y Responsabilidades	Sub-Gerente General	Gerente de Proyectos e Investigación	Coordinador de Proyectos de Investigación	Jefe de Proyectos de Investigación	Supervisor de Proyectos de Investigación	Gerente de Desarrollo Humano	Gerente de Calidad	Gerente de Finanzas
1.2.6.1	Realizar obras grises para soportar tanques de almacenamiento	R	R	R	C	E	R	R	R
1.2.6.2	Instalar tanques de almacenamiento	R	R	R	C	E	R	R	R
1.2.6.3	Instalar tubería de control	R	R	R	C	E	R	R	R
1.2.6.4	Instalar válvulas de control de fertilización	R	R	R	C	E	R	R	R
1.2.6.5	Instalar control de bomba de fertilización	R	R	R	C	E	R	R	R
1.2.6.6	Instalar sensores de flujo de fertilización	R	R	R	C	E	R	R	R
1.2.7.1	Instalar rejas en puntos de control en campo	R	R	R	C	E	R	R	R
1.3.1	Programar control en software de automatización	R	R	R	E	E	R	R	R
1.3.2	Programar lectura y escritura de entradas y salidas	R	R	R	C	E	R	R	R
1.3.3	Programar paquetería de envío de datos	R	R	R	C	E	R	R	R
1.3.4	Desarrollar visualización	R	R	R	C	E	R	R	R
1.3.5	Desarrollar plataforma de almacenamiento de datos	R	R	R	C	E	R	R	R
1.4.1	Pruebas y seguimiento	R	R	R	E	E	R	P	R
1.4.2	Creación de Manuales de Usuario/Técnicos	R	R	R	E	E	R	R	R
1.4.3	Plan de Costos de Sostenibilidad, Infraestructura y Licencia	R	R	R	E	P	R	R	R
1.4.4	Capacitación	R	R	R	E	P	A	R	R
1.4.5	Despliegue de la Integración	R	R	P	E	P	P	R	R

Fuente: (elaboración propia, 2024)

#### 6.4.2.7.3 ADQUISICIÓN DEL EQUIPO DEL PROYECTO

El propósito de esta política es establecer los procedimientos y lineamientos para adquirir de manera efectiva y oportuna los recursos necesarios para la ejecución de los proyectos de la compañía, asegurando la continuidad y el éxito de las actividades planificadas. Esta política se aplica a todos los procesos de adquisición de recursos humanos, materiales y servicios necesarios para la ejecución de proyectos. Incluye la identificación, evaluación, selección y contratación de proveedores, así como la gestión de contratos y relaciones comerciales, el procedimiento es el siguiente:

1. **Identificación de Necesidades:** Compete al equipo de proyecto identificar claramente los recursos necesarios, incluyendo personal, materiales y servicios, de acuerdo con los requerimientos del proyecto y las especificaciones técnicas.
2. **Evaluación de Proveedores:** Corresponde al departamento de adquisiciones evaluar cuidadosamente los proveedores potenciales en función de su capacidad técnica, experiencia, reputación, calidad de productos o servicios, cumplimiento de normativas, y otros criterios relevantes.
3. **Selección y Contratación:** La selección de proveedores se realizará por el equipo de proyecto mediante un proceso competitivo y transparente, considerando al menos tres ofertas para cada categoría de recursos. Los contratos serán gestionados por el departamento de adquisiciones.
4. **Gestión de Contratos:** El seguimiento y control de los contratos será responsabilidad conjunta del equipo de proyecto y del departamento de adquisiciones, garantizando el cumplimiento de los plazos, la calidad de los entregables y el cumplimiento de los términos acordados.
5. **Relaciones Comerciales:** Compete al departamento de adquisiciones fomentar relaciones comerciales sólidas y de largo plazo con proveedores confiables y éticos, basadas en la transparencia, el respeto mutuo y el cumplimiento de compromisos.
6. **Revisión y Mejora Continua:** Esta política será revisada periódicamente por el equipo de proyecto y el departamento de adquisiciones para asegurar su eficacia y relevancia, y se realizarán mejoras según sea necesario para optimizar los procesos de adquisición de recursos del proyecto.

7. **Cumplimiento y Responsabilidades:** Es responsabilidad del equipo de proyecto y del departamento de adquisiciones cumplir con los procedimientos establecidos en esta política. El incumplimiento de estas directrices puede resultar en medidas disciplinarias según lo establecido en las normativas internas de la compañía.

#### 6.4.2.7.4 DESARROLLO DEL EQUIPO DEL PROYECTO

Este desarrollo se aplica a todos los miembros del equipo del proyecto, incluyendo líderes, colaboradores y stakeholders relevantes. Cubre actividades de capacitación, entrenamiento, mentoría y desarrollo profesional.

1. **Identificación de Necesidades de Desarrollo:** Corresponde al líder del proyecto identificar las necesidades de desarrollo del equipo, mediante evaluaciones de desempeño, retroalimentación y análisis de brechas de habilidades.
2. **Diseño del Plan de Desarrollo:** El líder del proyecto, en colaboración con el departamento de recursos humanos, diseñará un plan de desarrollo personalizado para cada miembro del equipo, estableciendo objetivos claros, acciones de capacitación y plazos de implementación.
3. **Implementación del Plan:** Los líderes del proyecto supervisarán la implementación del plan de desarrollo, asegurando que los miembros del equipo participen en actividades de capacitación, entrenamiento y desarrollo según lo programado.
4. **Evaluación y Seguimiento:** Se llevarán a cabo evaluaciones periódicas del progreso del desarrollo del equipo, mediante retroalimentación continua, revisiones de desempeño y ajustes necesarios en el plan de desarrollo.
5. **Fomento del Aprendizaje Continuo:** Se promoverá una cultura de aprendizaje continuo dentro del equipo del proyecto, fomentando la participación en cursos de formación, conferencias, seminarios y otras actividades de desarrollo profesional.
6. **Reconocimiento y Recompensas:** Se reconocerá y recompensará el esfuerzo y los logros de los miembros del equipo en su desarrollo profesional, mediante incentivos, reconocimientos públicos y oportunidades de crecimiento dentro de la organización.

#### 6.4.2.8 GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES

La gestión de las comunicaciones tiene como objetivo establecer canales fluidos y eficientes entre los involucrados en el proyecto, tanto dentro como fuera de la compañía. Esto implica un

intercambio de información que facilite la coordinación de actividades, el intercambio de datos, la resolución de conflictos y la toma de decisiones, contribuyendo así al progreso del proyecto, la mitigación de riesgos y el logro de los objetivos de automatización de riego. La comunicación clara garantiza que todas las tareas del equipo estén alineadas con los objetivos y expectativas del proyecto, permitiendo identificar y abordar problemas que puedan surgir durante la implementación del sistema de automatización.

#### 6.4.2.8.1 PLAN DE ADMINISTRACIÓN DE LAS COMUNICACIONES

El propósito de este plan es establecer los lineamientos para una gestión efectiva de las comunicaciones dentro del proyecto, asegurando una distribución oportuna, precisa y relevante de la información entre todos los interesados, tanto internos como externos.

**Tabla 43. Plan de Administración de las Comunicaciones**

Nombre del Proyecto				
Diseño y Planificación del Sistema Automatizado de Riego en la Finca Granadilla				
Introducción				
Este plan de administración de las comunicaciones abarca todas las actividades relacionadas con la recopilación, distribución, almacenamiento y disposición final de la información generada dentro del proyecto, así como los mecanismos para garantizar una comunicación clara y eficaz.				
Identificación de los Interesados			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sub-Gerente General</li> <li>• Director del Proyecto</li> <li>• Jefe de Proyectos de Investigación</li> <li>• Coordinador de Proyectos de Investigación</li> <li>• Gerente de Investigación y Proyectos</li> <li>• Gerente Agrícola</li> <li>• Gerente de Desarrollo Humano</li> <li>• Gerente de Calidad</li> <li>• Gerente de Finanzas</li> <li>• Personal Técnico</li> <li>• Alcaldía Municipal de Cantarranas</li> <li>• MiAmbiente</li> <li>• Pobladores de la zona</li> <li>• Proveedores</li> <li>• Ente Financiador</li> </ul>	
Interesado	Necesidades de Información	Canal de Comunicación	Frecuencia de Comunicación	¿Quién comunica?
Sub-Gerente General	Estado General del Proyecto Decisiones Estratégicas del Proyecto	Correo Electrónico Reuniones presenciales de Revisión	Semanalmente	Director del Proyecto

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 44. Continuación de la Tabla 43**

<b>Interesado</b>	<b>Necesidades de Información</b>	<b>Canal de Comunicación</b>	<b>Frecuencia de Comunicación</b>	<b>¿Quién comunica?</b>
Director del Proyecto	Avances del Proyecto Decisiones Importantes Riesgos Identificados	Correo Electrónico Reuniones presenciales de Revisión	Diario	Jefe de Proyectos de Inv. Supervisor de Proyectos Personal Técnico Proveedores
Jefe de Proyectos de Investigación	Planificación Detallada Avances del proyecto	Correo Electrónico Reuniones presenciales de Revisión	Diario	Director del Proyecto
Coordinador de Proyectos de Investigación	Coordinación de Tareas Actualizaciones del Proyecto	Correo Electrónico Reuniones presenciales de Revisión	Semanalmente	Jefe de Proyectos de Inv. Director del Proyecto
Gerente de Investigación y Proyectos	Orientación Estratégica Recursos disponibles	Correo Electrónico Reuniones presenciales de Revisión Informes Escritos	Semanalmente	Director del Proyecto
Gerente Agrícola	Impacto en operaciones agrícolas Requisitos de suministros	Correo Electrónico Reuniones presenciales de Revisión Informes Escritos	Mensualmente	Director del Proyecto Gerente de Proyectos
Gerente de Desarrollo Humano	Necesidades de capacitación Integración del equipo	Correo Electrónico Reuniones presenciales de Revisión Informes Escritos	Mensualmente	Director del Proyecto Gerente de Proyectos
Gerente de Calidad	Requisitos de calidad Evaluaciones de riesgos	Correo Electrónico Reuniones presenciales de Revisión Informes Escritos	Mensualmente	Director del Proyecto Gerente de Proyectos
Gerente de Finanzas	Presupuesto del proyecto Informes financieros	Informes escritos	Mensualmente	Director del Proyecto Gerente de Proyectos
Personal Técnico	Tareas asignadas Requisitos técnicos específicos	Mensajería Instantánea Llamada Telefónica	Diario	Jefe de Proyectos de Investigación Director del Proyecto
Alcaldía Municipal de Cantarranas	Impacto en la comunidad Permisos necesarios	Correo Electrónico Reuniones presenciales de Revisión Informes Escritos	Según sea necesario	Sub-Gerente General
MiAmbiente	Cumplimiento de regulaciones ambientales	Reuniones, informes escritos	Según sea necesario	Sub-Gerente General

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 45. Continuación de la Tabla 43**

<b>Interesado</b>	<b>Necesidades de Información</b>	<b>Canal de Comunicación</b>	<b>Frecuencia de Comunicación</b>	<b>¿Quién comunica?</b>
Pobladores de la zona	Información sobre el proyecto Impacto en la comunidad	Reuniones comunitarias, boletines informativos	Según sea necesario	Sub-Gerente General
Proveedores	Requisitos de suministros Cambios en los pedidos Actualizaciones de entrega	Correo electrónico, llamadas telefónicas	Según sea necesario	Coordinador de Proyectos de Investigación Gerente de Finanzas
Ente Financiador	Información financiera del proyecto Cumplimiento de requisitos de financiación	Reuniones, informes escritos	Mensualmente	Gerente de Finanzas Director del Proyecto
<b>Plan de Distribución de la Información</b>				
<b>Información Por Distribuir</b>	<b>Medios de Comunicación</b>	<b>Responsable de Envío</b>	<b>Responsable de Recepción</b>	<b>Plazos de Entrega</b>
Avances del Proyecto	Correo electrónico	Director del Proyecto	Todos los Interesados	Semanalmente
Informes de Investigación	Plataforma de gestión de proyectos	Jefe de Proyectos de Investigación	Gerente de Investigación y Proyectos	Mensualmente
Decisiones Estratégicas	Reuniones	Director del Proyecto	Sub-Gerente General, Gerente de Investigación y Proyectos	Al momento de tomar la decisión
Actualizaciones de Riesgos	Correo electrónico	Jefe de Proyectos de Investigación	Gerente de Calidad	Semanalmente
Requisitos de Suministros	Correo electrónico, reuniones	Coordinador de Proyectos de Investigación	Coordinador de Adquisiciones	Según sea necesario
Información Financiera	Reuniones, informes escritos	Director del Proyecto	Gerente de Finanzas	Mensualmente
<b>Protocolos de Comunicación:</b> Se definirán los protocolos de comunicación a seguir dentro del equipo del proyecto, especificando los canales de comunicación formales e informales, así como las normas de etiqueta y respuesta.				
<b>Canales de Comunicación</b>				
<b>Formales</b>		<b>Informales</b>		
Correo Electrónico Oficial de la Compañía		Chat de equipo en la plataforma de mensajería instantánea		
Plataforma de Gestión de Proyectos		Comunicación cara a cara durante horas de trabajo		
Reuniones periódicas de seguimiento del proyecto		Llamadas telefónicas en horas de trabajo		
<b>Normas de Etiqueta y Respuesta</b>		<b>Normas de Etiqueta:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responder a los correos electrónicos dentro de un plazo de 24 horas en días laborables.</li> <li>• Utilizar un tono profesional y claro en todas las comunicaciones escritas.</li> </ul>		

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 46. Continuación de la Tabla 43**

<b>Normas de Etiqueta y Respuesta</b>	<b>Normas de Etiqueta:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Respetar los horarios de reuniones establecidos y llegar preparado.</li> <li>• Mantener la confidencialidad de la información sensible del proyecto.</li> </ul>
	<b>Normas de Respuesta:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Confirmar la recepción de los mensajes importantes mediante una respuesta breve.</li> <li>• Proporcionar actualizaciones oportunas sobre el progreso de las tareas asignadas.</li> <li>• Notificar de inmediato cualquier cambio en los planes o requisitos del proyecto.</li> </ul>

Fuente: (elaboración propia, 2024)

#### 6.4.2.9 GESTIÓN DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO

En esta sección, se aborda la gestión integral de los riesgos del proyecto, con el objetivo de identificar, evaluar, mitigar y monitorear los riesgos que podrían afectar el éxito del proyecto en todas sus etapas. Se establecen procedimientos y responsabilidades claras para garantizar que los riesgos se aborden de manera oportuna y efectiva.

##### 6.4.2.9.1 PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS

**Tabla 47. Plan de Gestión de Riesgos**

<b>Nombre del Proyecto</b>	
Diseño y Planificación del Sistema Automatizado de Riego en la Finca Granadilla	
<b>Introducción</b>	
El Plan de Gestión de Riesgos establece las directrices y procedimientos específicos para la identificación, evaluación, mitigación, monitoreo y control de los riesgos del proyecto. Este plan se desarrolla en colaboración con todas las partes interesadas pertinentes y se revisa periódicamente para garantizar su eficacia continua.	
<b>Responsabilidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>El Director del Proyecto</b> es responsable de supervisar la implementación del plan y garantizar que se sigan los procedimientos establecidos.</li> <li>• <b>El Equipo del Proyecto</b> participa activamente en la identificación, evaluación y mitigación de los riesgos, y ejecuta las acciones definidas en el plan.</li> <li>• <b>El Departamento de Calidad</b>, compuesto por expertos relevantes, proporciona orientación y apoyo en la gestión de riesgos.</li> <li>• <b>Las partes interesadas</b> pertinentes son responsables de proporcionar información relevante y participar en la revisión y actualización del plan.</li> </ul>

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 48. Continuación de la Tabla 47**

Identificación de Riesgos	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se llevarán a cabo sesiones de lluvia de ideas con el equipo del proyecto y las partes interesadas para identificar los riesgos potenciales.</li> <li>• Se revisarán registros históricos de proyectos similares y se consultará a expertos relevantes para identificar riesgos específicos.</li> <li>• Se utilizarán técnicas como análisis SWOT (Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas) y diagramas de causa y efecto para identificar riesgos tanto internos como externos.</li> </ul>	
Evaluación de Riesgos	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se asignarán calificaciones de riesgo utilizando una escala predefinida que considere la probabilidad de ocurrencia y el impacto potencial de cada riesgo.</li> <li>• Se priorizarán los riesgos según su nivel de riesgo y su impacto en los objetivos del proyecto.</li> </ul>	
Mitigación de Riesgos	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se desarrollarán planes de mitigación para los riesgos prioritarios, que incluirán acciones específicas, responsables, plazos y recursos asignados.</li> <li>• Se establecerán estrategias de contingencia para hacer frente a los riesgos que no se pueden mitigar completamente.</li> </ul>	

Fuente: (elaboración propia, 2024)

#### 6.4.2.9.2 ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS

El análisis cualitativo de riesgos es un proceso que se utiliza para evaluar la importancia de los riesgos identificados en función de su probabilidad de ocurrencia y su impacto potencial en los objetivos del proyecto. Este análisis proporciona una comprensión más profunda de los riesgos y ayuda a priorizarlos para una posterior gestión efectiva y fueron recopilados a través de las fichas de observación en el proceso de investigación.

			IMPACTO		
			1	2	3
			Bajo	Medio	Alto
PROBABILIDAD	Alto	3	3 Riesgo moderado	6 Riesgo importante	9 Riesgo inaceptable
	Medio	2	2 Riesgo tolerable	4 Riesgo moderado	6 Riesgo importante
	Bajo	1	1 Riesgo aceptable	2 Riesgo tolerable	3 Riesgo moderado

**Ilustración 40. Valores de Probabilidad e Impacto**

Fuente: (Cardador, 2015)

La evaluación de riesgos es un proceso fundamental en la gestión de proyectos que permite identificar, analizar y responder de manera proactiva a las posibles amenazas y oportunidades que pueden surgir durante la ejecución del proyecto. Para facilitar esta tarea, se utiliza una escala de valoración que clasifica los riesgos en función de su probabilidad de ocurrencia y su impacto en el proyecto. A continuación, se presenta una tabla que detalla esta escala de valoración y proporciona estrategias para abordar cada nivel de riesgo identificado.

**Tabla 49. Evaluación de Riesgos del Proyecto**

Valor	Nivel	Descripción	Estrategia
6 a 9	Alta	<p><b>Probabilidad:</b> Un riesgo cuya probabilidad de ocurrencia es extremadamente elevada, es decir, se tiene una certeza mayor al 60% de que ocurrirá.</p> <p><b>Impacto:</b> Un riesgo cuya concreción tiene un impacto directo en la ejecución del proyecto, resultando en la suspensión total o parcial de los procesos del proyecto.</p>	<p><b>Evitar el riesgo:</b> Se llevan a cabo acciones para eliminar el riesgo.</p>
3 a 4	Medio	<p><b>Probabilidad:</b> Un riesgo con una probabilidad de ocurrencia moderada, es decir, con una certeza que oscila entre el 30% y el 50% de que suceda.</p> <p><b>Impacto:</b> Un riesgo cuya realización resultaría en un daño importante para el logro de los objetivos del proyecto.</p>	<p><b>Mitigar el riesgo:</b> Se toman medidas para prevenir la probabilidad del riesgo.</p>
1 a 2	Bajo	<p><b>Probabilidad:</b> Un riesgo con probabilidad de que se manifieste entre el 10 y el 20%.</p> <p><b>Impacto:</b> Un riesgo que ocasiona un daño que puede ser rectificado en un período breve y que no tiene impacto en la consecución de los objetivos del proyecto.</p>	<p><b>Aceptar de manera pasiva el riesgo:</b> Se reconoce la existencia del riesgo, pero no se realiza ninguna acción.</p>

Fuente: (elaboración propia, 2024)

La tabla a continuación presenta una evaluación detallada de los riesgos identificados en el proyecto de automatización de riego para la sostenibilidad agrícola en la compañía Azucarera Tres Valles. Cada riesgo se clasifica según su probabilidad de ocurrencia, su impacto en el proyecto y se asigna un rango del 1 al 9 para su evaluación. Además, se describe el efecto de cada riesgo y se propone un plan de acción para abordarlo de manera efectiva. Estas estrategias están diseñadas para ser implementadas por los responsables designados, con el fin de mitigar o gestionar los riesgos de manera proactiva durante el ciclo de vida del proyecto.

**Tabla 50. Análisis de Probabilidad e Impacto de Riesgos**

Riesgo	Probabilidad de ocurrencia	Impacto (alto A, medio M, bajo B)	Rango (1 al 9)	Efecto	Plan de acción	Responsable
Variabilidad Climática	71.4%	ALTO	8	Cambios climáticos impredecibles que afectan el sistema de riego.	Enlistar variables climáticas importantes y crear un plan para optimizar horarios de riego.	Gerente Agrícola Coordinador de Investigación y Proyectos
Impacto Ambiental Y Regulatorio	71.4%	ALTO	8	Contaminación y daños ambientales debido al uso de químicos fertilizantes y herbicidas.	Desarrollar medidas para cumplir regulaciones y proteger el medio ambiente.	Gerente de Investigación y Proyectos Gerente Agrícola
Seguridad Cibernética	71%	ALTO	8	Ciberataques que pueden manipular el sistema de riego y robar información confidencial.	Implementar medidas de seguridad cibernética y concienciar al personal.	Director del Proyecto Departamento de IT
Dependencia De Proveedores	71%	ALTO	8	Interrupción en las operaciones debido a problemas con proveedores.	Establecer relaciones con múltiples proveedores para garantizar eficiencia.	Gerente de Finanzas Director del Proyecto Coordinador de Investigación y Proyectos
Costos Inesperados	52%	ALTO	6	Incremento significativo del presupuesto debido a imprevistos.	Identificar costos potenciales y crear un fondo de contingencias.	Director del Proyecto
Topografía Irregular	48%	MEDIO	4	Distribución desigual del agua que afecta el crecimiento del cultivo.	Realizar evaluación topográfica para identificar áreas problemáticas.	Coordinador de Investigación y Proyectos
Fallas Tecnológicas	48%	MEDIO	4	Interrupciones en el suministro de agua debido a fallas técnicas.	Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo.	Director del Proyecto
Diseño Hidráulico Complejo	38%	BAJO	2	Operación compleja del sistema de riego.	Realizar pruebas exhaustivas y capacitar al personal.	Director del Proyecto

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 51. Continuación de la Tabla 50**

Riesgo	Probabilidad de ocurrencia	Impacto (alto A, medio M, bajo B)	Rango (1 al 9)	Efecto	Plan de acción	Responsable
Resistencia Del Personal	33%	BAJO	2	Desmotivación del personal ante nuevas tecnologías.	Involucrar al personal en el proceso y brindar apoyo continuo.	Director del Proyecto
Propiedad Ubicada En Zona De Alto Riesgo De Robo Y/O Quema Por Terceros	24%	BAJO	1	Posibilidad de robo o daños a la propiedad.	Implementar medidas de seguridad física.	Director del Proyecto

Fuente: (elaboración propia, 2024)

#### 6.4.2.9.3 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS

El análisis cuantitativo de riesgos es una fase crucial dentro del proceso de gestión de riesgos de un proyecto. En este apartado, se lleva a cabo una evaluación numérica de los riesgos identificados, asignando valores específicos tanto a la probabilidad de ocurrencia como al impacto potencial en términos monetarios. Esta evaluación cuantitativa proporciona una comprensión más precisa de la exposición del proyecto a diferentes riesgos y permite una priorización más informada de los mismos. Durante este análisis, cada riesgo se examina en detalle, considerando su probabilidad de ocurrencia y su posible impacto financiero en el proyecto. La probabilidad de ocurrencia se expresa en términos de porcentaje, reflejando la posibilidad de que el riesgo se materialice. Por otro lado, el impacto monetario representa el costo estimado asociado con la realización del riesgo, incluyendo posibles pérdidas financieras, gastos adicionales o daños a los activos del proyecto.

- **Valor Monetario Esperado (VME)**

El valor monetario esperado (VME) es una medida utilizada en el análisis cuantitativo de riesgos para evaluar el impacto financiero de un riesgo específico en un proyecto. Se calcula multiplicando la probabilidad de ocurrencia de un riesgo por su impacto monetario asociado. Esta métrica proporciona una estimación del costo esperado que el proyecto puede enfrentar debido a

un riesgo particular. Los costos asociados al riesgo fueron entregados por la Compañía Azucarera Tres Valles de manera general, debido a que son parámetros confidenciales.

**Tabla 52. Valor Monetario Esperado de Riesgos**

<b>Riesgo</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Costo</b>	<b>Perdida Esperada</b>
Variabilidad Climática	71.4%	L 150,000.00	L 107,100.00
Impacto Ambiental Y Regulatorio	71.4%	L 200,000.00	L 142,800.00
Seguridad Cibernética	71%	L 89,000.00	L 63,190.00
Dependencia De Proveedores	71%	L 67,000.00	L 47,570.00
Costos Inesperados	52%	L 25,000.00	L 13,000.00
Topografía Irregular	48%	L 50,000.00	L 24,000.00
Fallas Tecnológicas	48%	L 36,000.00	L 17,280.00
Diseño Hidráulico Complejo	38%	L 89,000.00	L 33,820.00
Resistencia Del Personal	33%	L 12,000.00	L 3,960.00
Propiedad Ubicada En Zona De Alto Riesgo De Robo Y/O Quema Por Terceros	24%	L 150,000.00	L 36,000.00
<b>Total, de Contingencia</b>			<b>L 488,720.00</b>

Fuente: (elaboración propia, 2024)

Estos datos representan la evaluación cuantitativa de riesgos para cada uno de los riesgos identificados en el proyecto, donde se ha estimado la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo, el costo asociado en caso de que el riesgo se materialice y la pérdida esperada como resultado de ese riesgo. Se observa que los riesgos con una alta probabilidad de ocurrencia y una pérdida esperada significativa requieren una atención especial en términos de planificación y ejecución de estrategias de mitigación. Por otro lado, los riesgos con una baja probabilidad de ocurrencia y pérdidas esperadas relativamente bajas pueden recibir menos atención, aunque aún deben ser monitoreados y gestionados para evitar posibles impactos negativos en el proyecto.

Por políticas de la compañía, el proyecto de automatización al ser un activo fijo tiene un cargo por seguro todo riesgo del 3% del valor total del proyecto de forma anual. Haciendo un valor total de L 56,285.50. Este valor es asignado al presupuesto operativo (OPEX) del departamento de riesgos. Sin embargo, este valor solo cubre los siguientes riesgos: variabilidad climática seguridad cibernética, fallas técnicas, robo y quema.

Por ende, el valor monetario esperado al riesgo haciende a L 88,530.00, con el cual se espera mitigar o cubrir los problemas asociados a dependencia de proveedores, costos inesperados, topografía irregular y resistencia del personal.

#### 6.4.2.10 GESTIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

La gestión del impacto ambiental es un componente fundamental en el desarrollo y ejecución de cualquier proyecto, especialmente en aquellos que involucran actividades susceptibles de afectar el entorno natural. En este apartado, se abordará de manera detallada la importancia de una gestión ambiental efectiva, así como las estrategias y medidas necesarias para identificar, evaluar y mitigar los posibles impactos adversos que pueda generar el proyecto en el medio ambiente.

Para este apartado se utiliza la herramienta de la Matriz de Leopold, en donde se identifican los factores ambientales que podrían verse afectados por el proyecto, dispuestos en filas, mientras que las acciones impactantes, agrupadas por fases, se encuentran en las columnas. Esta evaluación del impacto ambiental es crucial para comprender cómo la implementación de un proyecto de automatización de riego puede afectar negativamente al medio ambiente. La matriz nos permite identificar posibles impactos adversos, como la contaminación del agua, suelo y aire debido a la aplicación de fertilizantes, lo que alteraría el ecosistema local. En esta matriz se visualizan los posibles impactos ambientales que el proyecto podría generar, lo que ayuda a prevenir problemas durante su desarrollo. Es importante clasificar la magnitud e importancia de estos impactos ambientales para utilizar la Matriz de Leopold de manera efectiva.

**Tabla 53. Calificación del Impacto Ambiental**

Magnitud				Importancia		
Intensidad	Afectación	Calificación		Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1		Temporal	Puntual	1
Baja	Media	-2		Media	Puntual	2
Baja	Alta	-3		Permanente	Puntual	3
Media	Baja	-4		Temporal	Local	4
Media	Media	-5		Media	Local	5
Media	Alta	-6		Permanente	Local	6
Alta	Baja	-7		Temporal	Regional	7
Alta	Media	-8		Media	Regional	8
Alta	Alta	-9		Permanente	Regional	9
Muy alta	Alta	-10		Permanente	Nacional	10

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 54. Matriz de Leopold**

<b>MATRIZ DE LEOPOLD</b>																			
EMPRESA: COMPAÑÍA AZUCARERA TRES VALLES													Magnitud: En la parte superior se registra la magnitud del impacto, de color gris.						
													Importancia: En la parte inferior se indica el grado de incidencia del impacto, sin color.						
FACTORES AMBIENTALES	COMPONENTES		ACCIONES CON POSIBLES EFECTOS																
	SUBCOMPONENTES																		
	FACTORES AMBIENTALES		Instalación Eléctrica			Instalación de Control			Instalación Hidráulica		Instalación del Modelo de Fertilización								
			Instalar Gabinete	Instalación de Equipo de Control	Instalación de sensores	Instalar Control de Bomba Eléctrica	Instalar equipo de control	Instalar conexión hidráulica	Instalar válvulas de control	Instalar tanques de almacenamiento	Instalar tubería de control	Instalar válvulas de control	Instalar sensores de flujo	Promedio Positivo	Promedio negativos	Promedio Aritmético	Impacto por Subcomponente	Impacto por Componente	Impacto Total del Proyecto
FACTORES AMBIENTALES	Características Físicas Químicas	Tierra	Suelo	-2	-3	-2		-3	-2	-2	-3	-2	-3	-2	10	10	-43	-43	
				2	2	2		3	2	3	2	2	2	1					
		Atmósfera	Aire									-2	-3	-2	3	3	-4	-20	
												2	2	-2					
		Ruido				-3	-2		-2		-2				4	4	-16	-20	
						2	2		2		1								
	Agua	Calidad				-3	-2	-2	-2	-3	-3	-2		7	7	-40	-40		
						3	2	2	1	4	3	1							
	Temperatura																		
	Condiciones	Flora	Arboles	-2	-3						-2	-3	-2		5	5	-23	-86	
				2	3						2	2	2						
Hierbas			-2		-2					-2	-1	-2	-2		6	6	-13	-116	
			1		2					1	1	2	1						
Cosechas			-3	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-3	-2	-2	11	11	-50	-116	
			4	4	2	1	1	1	4	3	2	1	1						
<b>-137</b>																			

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 55. Continuación de la Tabla 54**

<b>MATRIZ DE LEOPOLD</b>																				
EMPRESA: COMPAÑÍA AZUCARERA TRES VALLES																				
FACTORES AMBIENTALES	COMPONENTES	SUBCOMPONENTES	FACTORES AMBIENTALES	ACCIONES CON POSIBLES EFECTOS																
				Instalación Eléctrica			Instalación de Control			Instalación Hidráulica		Instalación del Modelo de Fertilización			Promedio Positivo	Promedio negativos	Promedio Aritmético	Impacto por Subcomponente	Impacto por Componente	Impacto Total del Proyecto
				Instalar Gabinete	Instalación de Equipo de Control	Instalación de sensores	Instalar Control de Bomba Eléctrica	Instalar equipo de control	Instalar conexión hidráulica	Instalar válvulas de control	Instalar tanques de almacenamiento	Instalar tubería de control	Instalar válvulas de control	Instalar sensores de flujo						
FACTORES AMBIENTALES	Condiciones Biológicas	Fauna	Peces							-4	-4	-2	-2	-2	5	5	-30	-30	-116	-137
			Animales de la Zona							3	4	1	1	1	8	8	-30			
					-2	-3	-3	-2	-3	-2	-2	-2								
		Usos del Territorio	Agricultura	-3	-3	-2	-3	-3	-2	-2	-2	-3	-2	-2	11	11	-47	-69	-193	
			Zonas Residuales									-3	-3	-2	3	3	-6			
			Zona Industrial							-2	-4				2	2	-16			
	Recreativos	Pesca		-4	-3	-3				-3	-2	-2	-2	-1	8	8	-35			
				2	2	3				2	2	1	1	1	5	5	-19			
		Zona Verde							-3	-2	-3	-2	-2	2	2	3	2		3	

Fuente: (elaboración propia, 2024)



menor, o incluso neutro en algunos casos, lo que significa que los efectos negativos en el entorno son mínimos o nulos.

La Matriz de Leopold brinda una perspectiva completa de los posibles impactos ambientales vinculados al proyecto de la Compañía Azucarera Tres Valles. A través de la evaluación de diversos factores ambientales y componentes, se han identificado acciones con potenciales efectos tanto negativos como positivos en el entorno.

Con un valor final de evaluación de -137, se reconoce que el proyecto no genera impactos adversos en el entorno, y no alcanza un nivel crítico o medio de severidad. Aunque existen áreas moderadamente críticas del proyecto, como las instalaciones eléctricas, de control, hidráulicas y el modelo de fertilización, su contribución al impacto total no excede el umbral. Por lo tanto, se considera que el proyecto es aceptable desde una perspectiva socioambiental, aunque se recomienda la implementación de medidas de mitigación y monitoreo para minimizar su impacto ambiental.

#### 6.4.2.11 GESTIÓN DE LOS INTERESADOS

Este proceso implica identificar, analizar y gestionar las expectativas, necesidades y preocupaciones de todas las partes interesadas involucradas en el proyecto, desde los accionistas y directivos hasta los empleados, las comunidades locales y otras partes externas. Para gestionar efectivamente a los interesados, es crucial establecer una comunicación clara y abierta, así como establecer canales de retroalimentación para garantizar que sus preocupaciones sean abordadas de manera oportuna y adecuada.

Además, se deben identificar y priorizar los intereses de cada grupo de interés, desarrollando estrategias específicas para gestionar y mitigar cualquier conflicto de intereses que pueda surgir durante el curso del proyecto. Además, es esencial involucrar a los interesados en las diferentes etapas del proyecto, desde la planificación y el diseño hasta la implementación y el cierre. Esto no solo ayuda a garantizar su compromiso y apoyo continuo, sino que también les brinda la oportunidad de contribuir con ideas y soluciones que puedan mejorar el proyecto y su impacto en la comunidad y el medio ambiente.

Una gestión efectiva de los interesados es clave para garantizar la aceptación y el éxito del proyecto, así como para construir relaciones sólidas y duraderas con todas las partes involucradas.

#### 6.4.2.11.1 PLAN DE LA GESTIÓN DE INTERESADOS

El plan de gestión de los interesados es un documento clave que establece cómo se identificarán, gestionarán y comunicarán las necesidades, expectativas, intereses y preocupaciones de todas las partes interesadas involucradas en el proyecto

**Tabla 57. Matriz de Interesados del Proyecto**

<b>Nombre del Proyecto</b>		
Diseño y Planificación del Sistema Automatizado de Riego en la Finca Granadilla		
<b>Introducción</b>		
Se realizará un análisis exhaustivo para identificar a todas las partes interesadas relevantes, incluidos los accionistas, directivos, empleados, comunidades locales, reguladores, proveedores y otros grupos relevantes.		
<b>Identificación de los Interesados</b>		
<b>Actores</b>	<b>Responsabilidades en el Proyecto</b>	<b>Nivel de Autoridad</b>
Sub-Gerente General	Encargado de tomar decisiones y asignar los recursos financieros y humanos para el desarrollar el proyecto.	ALTO
Jefe de Proyectos de Investigación	Lidera el proceso de investigación y desarrollo de tecnologías que mejoren y optimicen el sistema de riego, que va desde identificar nuevas herramientas, equipos y tecnologías que aumenten la eficiencia del riego, reduzcan costos operativos y minimicen el impacto ambiental.	ALTO
Gerente de Investigación y Proyectos	Las responsabilidades radican en dar seguimiento desde la investigación y evaluación de tecnologías hasta la planificación, diseño, implementación y puesta en marcha del sistema de riego automatizado. Se encarga de coordinar con otros departamentos como ingeniería, finanzas, para garantizar la asignación adecuada de los recursos, cumplimiento de plazos y la gestión del presupuesto.	ALTO
Gerencia Agrícola	Se asegura que el sistema de riego se adapte a las necesidades específicas de la producción de la compañía, logrando optimizar el uso del agua, reducir los costos y maximizando la productividad del cultivo de caña.	MEDIO
Departamento de Riegos	Realiza las evaluaciones detalladas de las necesidades hídricas del cultivo, proponen el diseño de una red de distribución y son quienes coordinan las operaciones diarias del sistema.	MEDIO
Gerencia de Calidad	Asegura que el proyecto cumpla con los estándares de calidad, seguridad y eficiencia establecidos por la compañía, regulaciones, siendo fundamental su participación en la supervisión del proyecto desde parte inicial hasta su puesta en marcha.	MEDIO

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 58. Continuación de la Tabla 57**

<b>Identificación de los Interesados</b>		
<b>Actores</b>	<b>Responsabilidades en el Proyecto</b>	<b>Nivel de Autoridad</b>
Departamento de Energía	Lidera las iniciativas para integrar el uso de energía renovable, para alimentar el sistema de riego, reduciendo la dependencia de combustible y mitigando impacto ambiental del proyecto.	MEDIO
Proveedores	Suministran el equipos y tecnologías de automatización de riego, sistemas de control, sensores, software de gestión entre otros.	MEDIO
Personal Técnico	Personal que labora directamente en el campo.	BAJO
Autoridades regulatorias y Gubernamentales	Entidades encargadas de supervisar y regular el uso del recurso hídrico y la implementación de la tecnología de riego en todo el sector, asegurando el cumplimiento de normativas ambientales.	MEDIO

Fuente: (elaboración propia, 2024)

#### 6.4.2.11.2 INFLUENCIA Y AUTORIDAD DE LOS INTERESADOS

La influencia y la autoridad de los interesados son aspectos críticos que deben considerarse en el plan de gestión de los interesados. Estos aspectos determinan el nivel de impacto que cada parte interesada puede tener en el proyecto y la capacidad que poseen para afectar sus resultados.

**Tabla 59. Influencia y Autoridad de los Interesados**

		<b>Autoridad sobre el Proyecto</b>	
		<b>Baja</b>	<b>Alta</b>
<b>Influencia Sobre el Proyecto</b>	<b>Alta</b>	Ente Financiador Departamento de Riegos Gerencia Industrial	Sub-Gerente General Director del Proyecto Jefe de Investigación y Automatización Gerencia Agrícola
	<b>Baja</b>	Departamento de Energía Personal Técnico Pobladores de la Zona	Alcaldía Municipal MiAmbiente Proveedores

Fuente: (elaboración propia, 2024)

### 6.4.2.11.3 INTERÉS Y AUTORIDAD DE LOS INTERESADOS

La matriz de interés/autoridad ayuda a visualizar y clasificar a los interesados en función de su nivel de interés en el proyecto y su capacidad para influir en sus resultados. Esta evaluación proporciona información valiosa para desarrollar estrategias de gestión de interesados que aborden las necesidades y expectativas de cada grupo de manera efectiva.

**Tabla 60. Interés y Autoridad de los Interesados**

		Autoridad sobre el Proyecto		
		Baja	Medio	Alta
Interés Sobre el Proyecto	A Favor	Gerencia Industrial Proveedores	Ente Financiador Departamento de Riegos	Sub-Gerente General Director del Proyecto Jefe de Investigación y Automatización Gerencia Agrícola
	Neutro	Departamento de Energía Personal Técnico Pobladores de la Zona		Alcaldía Municipal MiAmbiente
	En Contra			

Fuente: (elaboración propia, 2024)

### 6.4.2.11.4 INFLUENCIA E IMPACTO DE LOS INTERESADOS

**Influencia de los interesados:** Se refiere al grado de poder o capacidad que un interesado tiene para afectar las decisiones, acciones y resultados del proyecto. Los interesados con alta influencia pueden tener la capacidad de impulsar cambios significativos en el proyecto o de

obstaculizar su progreso si no están satisfechos con ciertos aspectos. Identificar a los interesados con mayor influencia permite priorizar la gestión de sus expectativas y necesidades.

**Impacto de los interesados:** Se refiere al grado en que el proyecto puede afectar los intereses, objetivos o condiciones de los interesados. Los interesados con alto impacto son aquellos cuyas actividades, recursos o resultados pueden ser significativamente afectados por el proyecto. Es importante comprender cómo el proyecto puede impactar a diferentes partes interesadas para mitigar posibles efectos negativos y maximizar los beneficios.

**Tabla 61. Influencia e Impacto de los Interesados**

		Impacto sobre el Proyecto	
		Baja	Alta
Influencia Sobre el Proyecto	Alta	Departamento de Riegos Gerencia Industrial	Ente Financiador Sub-Gerente General Director del Proyecto Jefe de Investigación y Automatización Gerencia Agrícola
	Baja	Departamento de Energía Personal Técnico Pobladores de la Zona	Alcaldía Municipal MiAmbiente Proveedores

Fuente: (elaboración propia, 2024)

#### 6.4.2.11.5 MATRIZ DE EXPECTATIVAS Y CLASIFICACIÓN DE LOS INTERESADOS

La matriz de expectativas y clasificación de los interesados es una herramienta fundamental en la gestión de proyectos, que permite visualizar de manera sistemática las expectativas, intereses y nivel de poder de cada uno de los interesados en el proyecto. Esta matriz se construye a partir de la recopilación de información sobre las necesidades, objetivos y percepciones de los diferentes actores involucrados. En esta sección, exploraremos cómo utilizar esta herramienta para categorizar a los interesados en función de su nivel de influencia y su actitud hacia el proyecto.

Mediante la identificación de los interesados clave y la comprensión de sus expectativas, podemos desarrollar estrategias efectivas para gestionar sus requerimientos y garantizar su compromiso y apoyo a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto.

**Tabla 62. Matriz de Expectativas y Clasificación de los Interesados**

Información de Identificación		Información de Evaluación				Clasificación de Interesados	
Nombre	Rol en el Proyecto	Recursos Principales	Expectativas	Influencia	Fase de Mayor Interés	Interno / Externo	Partidario/ Neutro/Reticente
Ente Financiado	Patrocinador	Financiar 75% del costo del proyecto	Proporciona los recursos financieros necesarios para el desarrollo del proyecto.	ALTA	Planificación	Externo	Partidario
Sub-Gerente General	Equipo de proyecto	Toma de decisiones	Encargado de tomar decisiones, liderar y asignar los recursos para el desarrollo del proyecto.	ALTA	Planificación Desarrollo Cierre	Interno	Partidario
Director del Proyecto	Equipo de proyecto	Lidera la ejecución de los entregables	Un proyecto que aumente la productividad y reduzca el consumo de recursos hídricos y costos operativos.	ALTA	Todas las Fases	Interno	Partidario
Jefe de Proyectos de Investigación	Equipo de proyecto	Proporciona soluciones en beneficio de la compañía.	Lidera el proceso de investigación y desarrollo de tecnologías que mejoren y optimicen el sistema de riego.	ALTA	Todas las Fases	Interno	Partidario

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 63. Continuación de la Tabla 62**

Información de Identificación		Información de Evaluación				Clasificación de Interesados	
Nombre	Rol en el Proyecto	Recursos Principales	Expectativas	Influencia	Fase de Mayor Interés	Interno / Externo	Partidario/ Neutro/Reticente
Gerente de Investigación y Proyectos	Equipo de proyecto	Coordina los procesos de investigación.	Responsable de dar seguimiento desde la investigación y evaluación de tecnologías hasta la planificación, diseño, implementación y puesta en marcha.	MEDIA	Todas las Fases	Interno	Partidario
Gerencia Agrícola	Equipo de proyecto	Que el sistema brinde los rendimientos de productividad esperados.	Instalación de un sistema de riego que se adapte a las necesidades específicas de la producción de la compañía	MEDIA	Planificación	Interno	Partidario
Departamento de Riegos	Equipo de proyecto	Implementar un sistema automatizado de riego.	Realiza las evaluaciones detalladas de las necesidades hídricas del cultivo.	MEDIA	Implementación	Interno	Partidario
Gerencia Industrial	Equipo de proyecto	Instalación de un sistema de riego automatizado.	Asegura que el proyecto cumpla con los estándares de calidad, seguridad y eficiencia establecidos	MEDIA	Implementación	Interno	Partidario

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 64. Continuación de la Tabla 62**

Información de Identificación		Información de Evaluación				Clasificación de Interesados	
Nombre	Rol en el Proyecto	Recursos Principales	Expectativas	Influencia	Fase de Mayor Interés	Interno / Externo	Partidario/ Neutro/Reticente
Departamento de Energía	Equipo de proyecto	Reducir el consumo de energía.	Lidera las iniciativas para integrar el uso de energía renovables.	MEDIA	Planificación	Interno	Partidario
Proveedores	Equipo de proyecto	Proporcionan de Tecnología e insumos al proyecto.	Suministran el equipo y tecnologías de automatización de riego, sistemas de control, sensores, software de gestión entre otros.	BAJO	Adquisición	Externo	Neutro
MiAmbiente	Autoridades regulatorias y Gubernamentales	Preservación del medio ambiente	Velar por la protección, conservación de los recursos naturales y el medio ambiente y promover prácticas que contribuyan al desarrollo sostenible.	BAJO	Implementación	Externo	Neutro
Alcaldía Municipal	Autoridades regulatorias y Gubernamentales	Encargada del bienestar de los ciudadanos en el municipio.	Proporcione los permisos y licencias que requiere el proyecto para la generación del sistema de riego.	MEDIO	Desarrollo	Externo	Partidario

Fuente: (elaboración propia, 2024)

## 6.5 MEDIDAS DE CONTROL

Algunas de las medidas de control a tener en consideración en el desarrollo del proyecto son:

1. **El monitoreo en tiempo real:** Que los sensores instalados en el sistema de riego presenten en tiempo real la situación actual del cultivo, niveles de humedad que alcanzan, las temperaturas promedio, y la calidad del agua que llega a cada sector, y demás parámetros que servirán de pauta para tomar decisiones en busca de ajustar el suministro de agua a los cultivos.

2. **Contar medidas de fugas y pérdidas:** Esto permitirá contar con un sistema de detección de las fugas que se presenten a lo largo de la red de distribución del agua, lo que permitirá dar una solución rápida a cualquier problema que pudiera afectar la distribución efectiva del agua.

3. **Capacitación continua:** El mantener a todo el personal que opera el sistema capacitado en el uso del sistema, garantiza el funcionamiento óptimo y la eficiencia de los procesos.

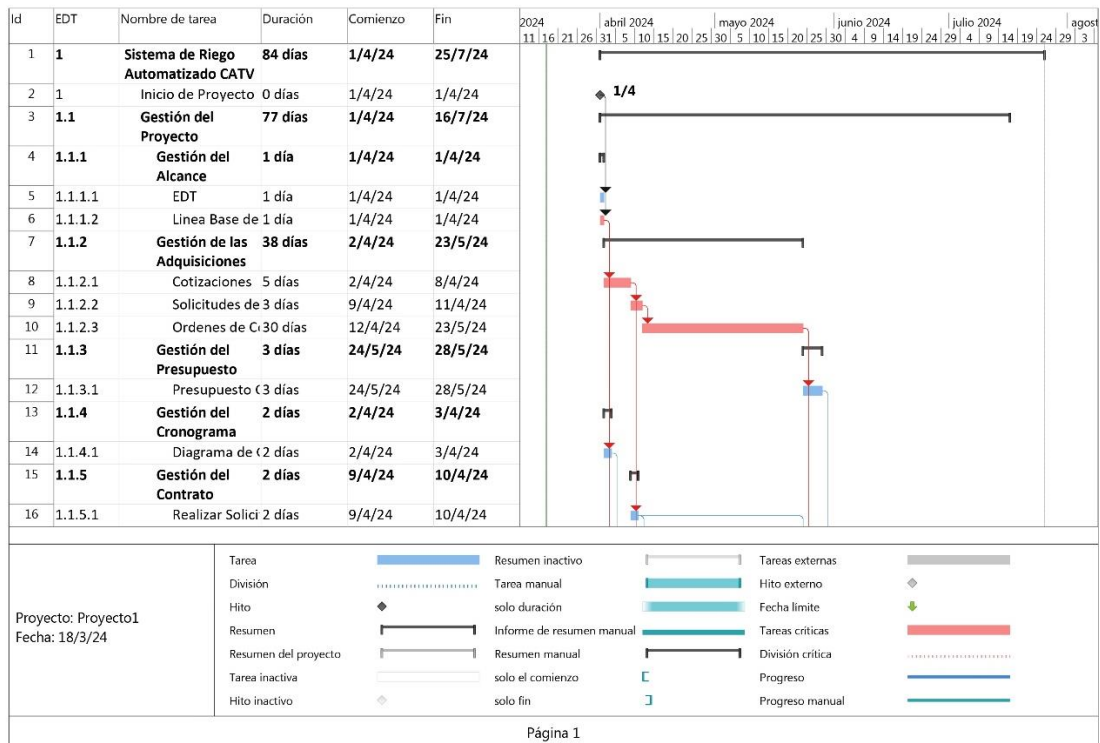
4. **Monitoreo Ambiental:** Permitirá evaluar si se está generando impacto del proyecto en el entorno natural, como daños a la calidad del suelo, la misma contaminación del agua, o la biodiversidad, de presentarse estas alteraciones la compañía contará con medidas correctivas y de mejora continua en busca de prácticas sostenibles.

Estas medidas contribuirán significativamente a la sostenibilidad del ambiente en busca de un manejo responsable del agua, contar con estas medidas de control en el sistema de automatización de riego de riego se traduce a beneficios económicos y agrícolas para la Compañía Azucarera Tres Valles.

## 6.6 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN Y PRESUPUESTO

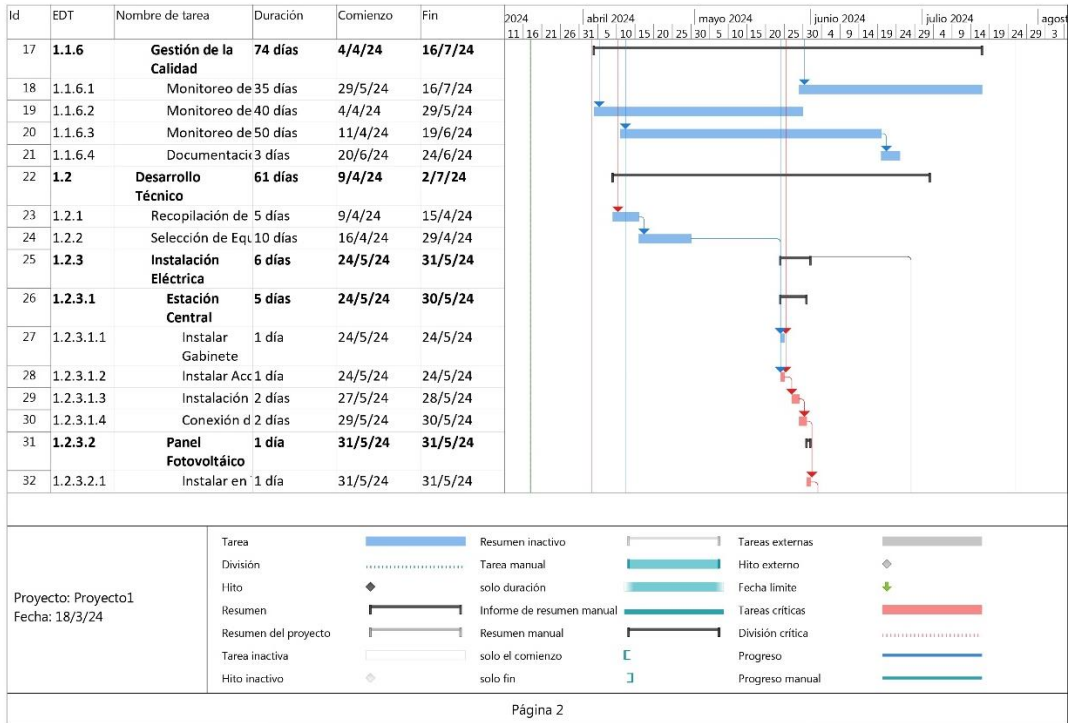
### 6.6.1 CRONOGRAMA DEL PROYECTO

El cronograma del proyecto es una herramienta fundamental en la gestión de proyectos que proporciona una representación visual de las actividades planificadas y su secuencia temporal. Este documento detalla las tareas específicas que deben completarse, los plazos para su ejecución y las dependencias entre ellas. El cronograma permite a los equipos de proyecto tener una visión clara de las actividades y los hitos clave, lo que facilita la asignación de recursos, el seguimiento del progreso y la identificación de posibles desviaciones del plan. Además, ayuda a establecer expectativas realistas sobre el tiempo necesario para completar el proyecto y permite realizar ajustes oportunos en caso de cambios en los requisitos o circunstancias del proyecto.



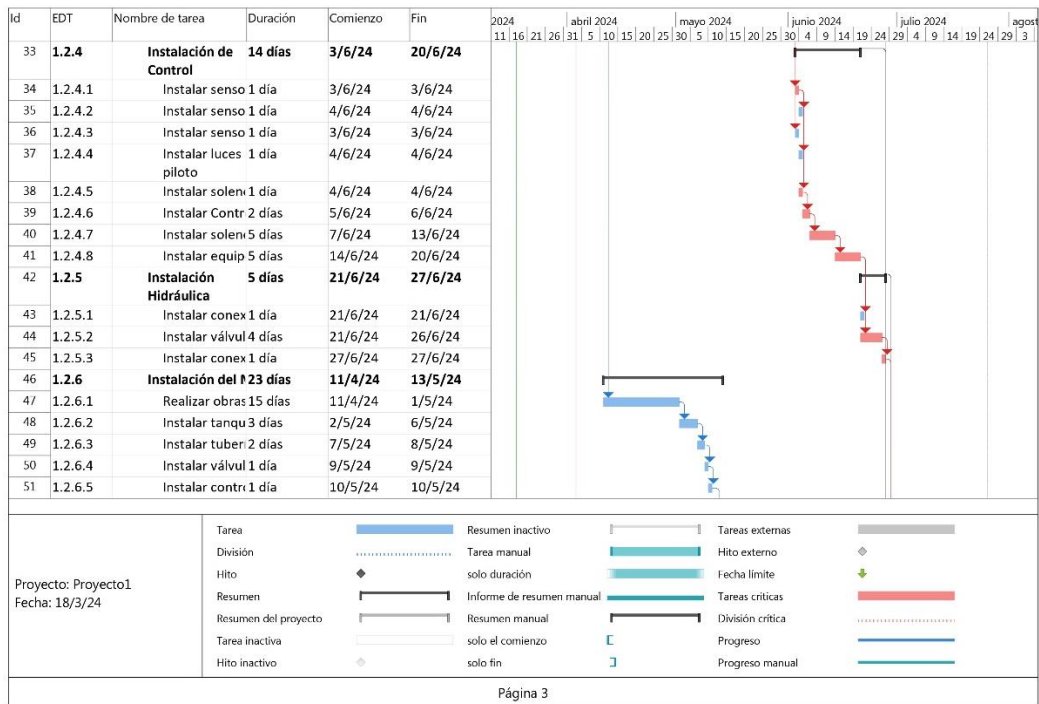
**Ilustración 41. Cronograma del Proyecto**

Fuente: (elaboración propia, 2024)



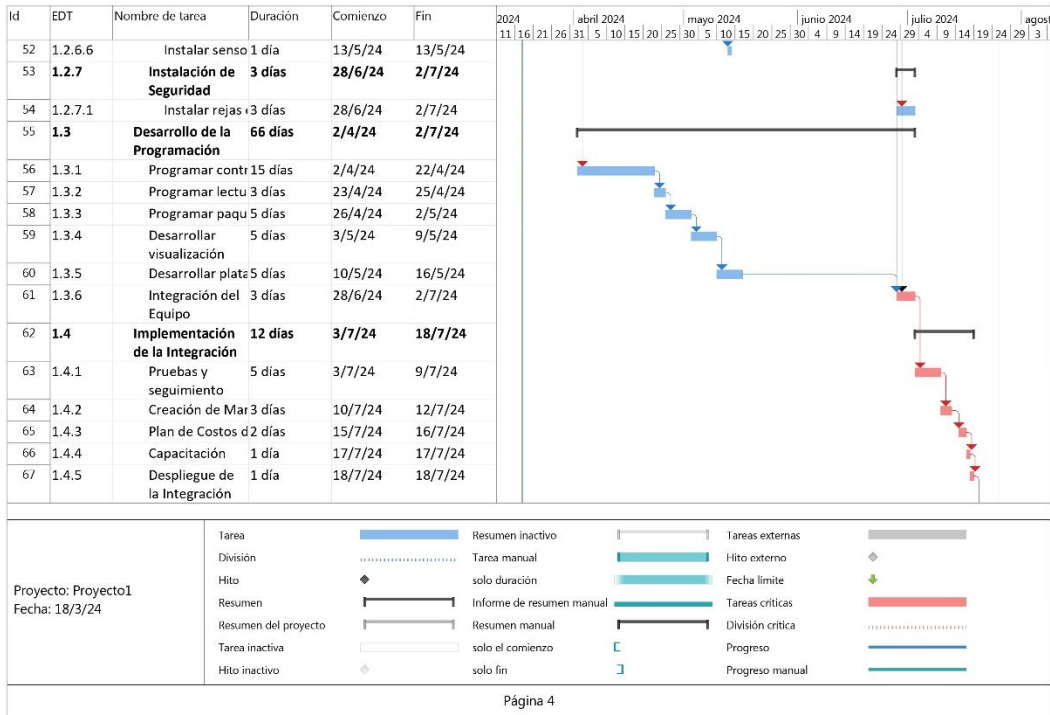
**Ilustración 42. Continuación del Cronograma del Proyecto**

Fuente: (elaboración propia, 2024)



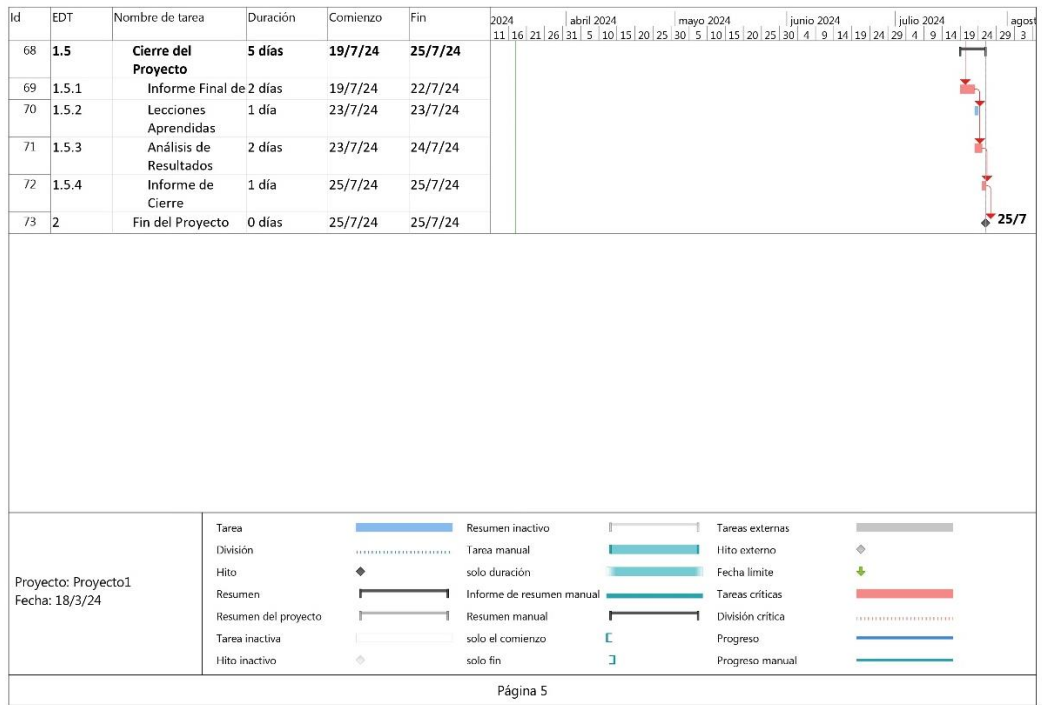
**Ilustración 43. Continuación del Cronograma del Proyecto**

Fuente: (elaboración propia, 2024)



**Ilustración 44. Continuación del Cronograma del Proyecto**

Fuente: (elaboración propia, 2024)



**Ilustración 45. Continuación del Cronograma del Proyecto**

Fuente: (elaboración propia, 2024)

## 6.6.2 PRESUPUESTO GENERAL

Dentro del marco de la gestión del proyecto, la gestión de los costos desempeña un papel crucial en el aseguramiento del uso eficiente de los recursos financieros asignados al proyecto. En particular, el Presupuesto General, se centra en la elaboración de un presupuesto detallado que refleje con precisión los recursos financieros necesarios para llevar a cabo todas las actividades y entregables del proyecto. Este proceso implica la identificación de los costos asociados con cada aspecto del proyecto, la estimación de los recursos monetarios requeridos y la compilación de esta información en un presupuesto integral.

**Tabla 65. Presupuesto General del Proyecto**

Paquete de Trabajo	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
<b>Instalación de Control</b>			<b>L 62,500.00</b>
Cable PUR para Sensor M12 5 Pines 4 polos IP65	10	L 300.00	L 3,000.00
Sensor de Conductividad Eléctrica 4-20 mA	1	L 9,500.00	L 9,500.00
Sensor de presión IFM rosca G 1/4", 0-10 bar, 4-20 mA con Accesorio de soporte	10	L 5,000.00	L 50,000.00
<b>Instalación de Seguridad</b>			<b>L 44,600.00</b>
Contrato de Servicio Construcción e Instalación de Jaulas	5	L 7,000.00	L 35,000.00
Tubo HG 1.5"	6	L 1,600.00	L 9,600.00
<b>Instalación del Modelo de Fertilización</b>			<b>L 290,730.00</b>
Mesa de Fertilización por Canales	1	L 269,230.00	L 269,230.00
Mezclador de fertilizante y su estructura	2	L 6,000.00	L 12,000.00
Sensor de PH en tubería	1	L 9,500.00	L 9,500.00
<b>Instalación Eléctrica</b>			<b>L 727,164.30</b>
Cable eléctrico AWG	5	L 2,500.00	L 12,500.00
Contrato de Servicio Instalación Eléctrica a Gabinete y Circuitería	1	L 10,000.00	L 10,000.00
Contrato Wiseconn para equipo de control	1	L 663,664.30	L 663,664.30
Modem 4G LTE Netgear	1	L 6,000.00	L 6,000.00
PC en riel din de tipo industrial	1	L 18,000.00	L 18,000.00
Relé 24 VDC, 400 VAC	2	L 5,000.00	L 10,000.00
Set Pernos, tornillo y arandelas	2	L 3,500.00	L 7,000.00
<b>Instalación Hidráulica</b>			<b>L 405,118.93</b>
Accesorios de Riego	1	L 150,444.80	L 150,444.80
Construcción de Loza y Techo	1	L 81,400.00	L 81,400.00
Instalación de Mesa de Dosificación	1	L 171,774.13	L 171,774.13
Manguera de Comando Hidráulica 250 m	5	L 300.00	L 1,500.00

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 66. Continuación de la Tabla 65**

Paquete de Trabajo	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
<b>Materiales Eléctricos</b>			<b>L 346,070.00</b>
Solenoides Aquativ 12-24 VDC, 0-10 bar, 1/8" BSP	15	L 1,500.00	L 22,500.00
Válvula IR-RXZ-IR10"	2	L 66,690.00	L 133,380.00
Válvula IR-RXZ-IR6"	3	L 32,110.00	L 96,330.00
Válvula IR-RXZ-IR8"	2	L 46,930.00	L 93,860.00
<b>Valor Monetario del Riesgo</b>			<b>L 88,530.00</b>
Reserva para contingencias	1	L 88,530.00	L 88,530.00
<b>Gran Total</b>			<b>L 1,964,713.23</b>

Fuente: (elaboración propia, 2024)

De acuerdo con las directrices establecidas en la política de depreciación de la compañía para los proyectos ejecutados en el ámbito de riego, los activos fijos asociados a dichos proyectos son depreciados a lo largo de un período de 8 años para ajustarse con los ciclos productivos de la caña, conforme se especifica en el apartado 6.4.2.4 en la tabla 29. De igual forma, en el mismo apartado se observa que, en casos donde los equipos utilizados presenten una vida útil diferente, tal como los sensores de humedad cuya depreciación se extiende a un lapso de 4 años, según el mismo apartado mencionado, se deben integrar estos costos al flujo de efectivo del proyecto en el instante preciso en que se requiera su sustitución. Este proceso se rige internamente mediante un sistema de adquisición de equipos que los asigna a un grafo contable específico, donde se contabiliza la depreciación ajustada a la vida útil diferenciada de los mencionados instrumentos, asimismo se considera que el costo total de la inversión es de L 1,964,713.23, lo que incluye el costo del equipo, instrumentación, mano de obra y cualquier otro gasto incurrido en el mismo, con base a este valor total, se considera la depreciación de todo el proyecto por un valor neto dividido en los 8 años del ciclo del cultivo. Esta práctica asegura la precisión en la contabilización de los costos asociados a la depreciación de los activos, permitiendo una gestión eficiente de los recursos financieros y una mayor transparencia en los estados financieros de la empresa.

En consonancia con el presupuesto asignado, se han identificado varios indicadores que permiten evaluar el desempeño previsto del proyecto en relación con sus objetivos iniciales. Estos indicadores facilitan la determinación del cumplimiento de los objetivos, ofreciendo una perspectiva clara de la situación financiera de la compañía. Además, permiten identificar áreas de

mejora, respaldan la toma de decisiones informadas y facilitan la comunicación del estado del proyecto. A continuación, se enumeran algunos de los indicadores identificados:

**Tabla 67. Tabla de Indicadores**

Indicadores Principales	Criterio	Objetivo
Costo Operativo Actual	L822,157.80	Se busca comprender y analizar cuánto cuesta actualmente operar con un sistema de riego convencional. Establecer una base de referencia para comparar con los costos esperados al implementar un sistema de riego automatizado.
Costo Operativo Esperado	L321,609.20	El propósito es estimar los costos que la compañía tendrá en el periodo de implementación del proyecto, estos cálculos ayudan a prepararse financieramente y establecer presupuestos realistas.
Gastos de Mantenimiento	L37,523.66	Permite determinar los costos asociados al mantenimiento del sistema o la infraestructura, al tener una estimación de los gastos la compañía puede monitorear y controlar este costo.
Utilidad Bruta (Ahorro)	L 285,002.03	Mide la rentabilidad de la compañía en relación con sus costos directos de producción, indicador que permite evaluar la eficiencia operativa en la generación de ingresos.
Tasa Interna de Retorno (TIR)	27.40%	La TIR es la tasa que ayuda a determinar la viabilidad financiera del proyecto al ser la TIR mayor que la tasa de descuento el proyecto se considera rentable.
Valor Actual Neto (VAN)	L695,483.87	Determinar si la inversión genera el rendimiento esperado en comparación con su costo inicial y los flujos de efectivo futuro que se espera se generen.
Estructura de Financiamiento	L1,407,137.42	Determina la forma como se obtendrán los recursos financieros necesarios para el desarrollo del sistema automatizado los cuales en esta ocasión vendrán 75% financiados y 25% serán capital propio.
	L469,045.80	

Fuente: (elaboración propia, 2024)

## 6.7 CONCORDANCIA DE LOS SEGMENTOS DE LA TESIS CON LA PROPUESTA

**Tabla 68. Concordancia de la investigación**

Capítulo I			Capítulo II	Capítulo III			Capítulo VI	Capítulo V	
Título de la Investigación	Objetivo General	Objetivos Específicos	Teoría /Metodología de Sustento	Variables	Poblaciones	Técnicas	Conclusiones	Nombre de la Propuesta	Objetivos de la Propuesta
Diseño Y Planificación De Riego Automatizado Para La Sostenibilidad Agrícola En La Compañía Azucarera Tres Valles	Evaluar y desarrollar la planificación de un sistema de control automatizado en la Compañía Azucarera Tres Valles, con el propósito de regular de manera eficiente el suministro de agua a las áreas de cultivo, maximizar la productividad, minimizar el costo de recurso hídricos y reducir los costos operativos del sistema de riego, durante el año 2024.	1. Analizar cómo la implementación del sistema automatizado de riego impacta la eficiencia operativa actual de la producción de caña de azúcar, evaluando indicadores clave de desempeño.	Teoría de la Automatización de Procesos	Eficiencia Operativa	La población bajo estudio se constituye por todas las fincas (63 fincas) de cultivo de la Compañía Azucarera Tres Valles que se benefician del sistema de riego por goteo existente.	Ficha de Observación	1. La evaluación de un sistema automatizado de riego en la Compañía Azucarera Tres Valles ha demostrado un impacto significativo en la eficiencia operativa y el consumo de recursos hídricos. Según los datos recopilados, se observó una reducción promedio del 23% en el consumo de agua y un aumento del 53% en la eficiencia operativa en las áreas de cultivo donde se ha implementado riego automatizado según el historial. Estos resultados indican una mejora sustancial en la gestión del agua y una optimización de los recursos disponibles. Además, en el capítulo seis, titulado Adaptabilidad, se detalla el diseño y la planificación del sistema de riego automatizado, proporcionando una visión integral de su implementación y funcionamiento.	Diseño y Planificación de Riego Automatizado para la Sostenibilidad Agrícola en la Finca Granadilla propia de la Compañía Azucarera Tres Valles en la Zafra 2024.	1. Definir de manera precisa los objetivos y alcances del proyecto, identificando las necesidades específicas de la Finca Granadilla en términos de gestión del agua y optimización de la productividad agrícola para la Zafra 2024.

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 69. Continuación de la Tabla 68**

Capítulo I			Capítulo II	Capítulo III			Capítulo VI	Capítulo V	
Título de la Investigación	Objetivo General	Objetivos Específicos	Teoría /Metodología de Sustento	VARIABLES	Poblaciones	Técnicas	Conclusiones	Nombre de la Propuesta	Objetivos de la Propuesta
		2. Comparar distintas tecnologías y metodologías disponibles para automatizar el riego de caña de azúcar, considerando su sostenibilidad, productividad y rentabilidad en el contexto específico de la Compañía Azucarera Tres Valles.		Sostenibilidad		Encuestas a Expertos	2. Tras comparar la tecnología actual de riego con el sistema de riego automatizado, se identificaron mejoras significativas en eficiencia operativa y ahorros de recursos. Los datos muestran que el sistema de riego por goteo automatizado presenta una reducción promedio del 53% en los costos operativos y un aumento del 7% en la productividad en comparación con los métodos tradicionales. Estos hallazgos respaldan la selección del sistema automatizado como la opción más rentable y sostenible para la Compañía Azucarera Tres Valles.		2. Planificar detalladamente todas las actividades relacionadas con el proyecto, desde la elaboración de cronogramas hasta la asignación de recursos y la coordinación de equipos multidisciplinarios, garantizando una ejecución eficiente y dentro de los plazos establecidos.

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 70. Continuación de la Tabla 68**

Capítulo I			Capítulo II	Capítulo III			Capítulo VI	Capítulo V	
Título de la Investigación	Objetivo General	Objetivos Específicos	Teoría /Metodología de Sustento	Variables	Poblaciones	Técnicas	Conclusiones	Nombre de la Propuesta	Objetivos de la Propuesta
		3. Evaluar la proyección del impacto financiero directo de la implementación del sistema automatizado en la reducción del consumo de agua y costos operativos variables y fijos en riego por goteo, cuantificando el cambio en relación con los estándares previos de consumo.	Teoría de Gestión Integral de Proyectos	Costos Financieros			3. La implementación del proyecto de automatización agrícola se destaca como un avance crucial para mejorar la eficiencia y la rentabilidad en las operaciones. Los datos estadísticos y financieros revelan un ahorro anual sustancial de L 451,153.00 al utilizar el sistema automatizado en comparación con el sistema tradicional, derivado principalmente de la reducción de jornales de riego con un valor de L 247,032.00, eficiencia del sistema con un valor de L 108,200.00, ahorro de horas de riego con un valor de L 13,721.00 y eficiencia energética con un total de L 82,200.00. Estos datos brindan un sólido punto de partida para el análisis financiero detallado realizado en el capítulo 6, donde se observa que la financiación bancaria del 75%, junto con un retorno esperado del inversionista del 15% y un plazo de recuperación de 5 años, respaldan la viabilidad económica a largo plazo del proyecto.		3. Realizar un análisis financiero exhaustivo que incluya el retorno de la inversión, evaluando costos, beneficios y riesgos asociados al proyecto, con el fin de tomar decisiones informadas y asegurar su viabilidad económica a largo plazo.

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 71. Continuación de la Tabla 68**

Capítulo I			Capítulo II	Capítulo III			Capítulo VI	Capítulo V	
Título de la Investigación	Objetivo General	Objetivos Específicos	Teoría /Metodología de Sustento	Variables	Poblaciones	Técnicas	Conclusiones	Nombre de la Propuesta	Objetivos de la Propuesta
		4. Definir métricas y criterios de eficiencia y rentabilidad para medir el éxito del sistema automatizado de riego, permitiendo una evaluación cuantitativa y cualitativa de los beneficios obtenidos.		Productividad y Rentabilidad		Análisis de Datos	4. La definición de métricas y criterios específicos para evaluar la eficiencia y rentabilidad del sistema automatizado de riego en la Compañía Azucarera Tres Valles establece parámetros concretos de éxito. Con un rango de inversión por hectárea entre L 10,000.00 y L 18,000.00 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) superior al 23% según criterio de aceptación del proyecto por parte de la gerencia de la compañía, un ahorro mínimo del 20% en el consumo de recursos hídricos y una reducción del personal de riego en campo a 2 jornales por hectárea, se garantiza una evaluación cuantitativa y cualitativa exhaustiva de los beneficios obtenidos, asegurando la viabilidad económica y operativa del proyecto de automatización de riego en el capítulo 6.		4. Establecer estándares de calidad para el diseño y planificación que asegure el progreso del proyecto, identificando posibles desviaciones respecto al plan inicial y adoptando medidas correctivas para garantizar el cumplimiento de los objetivos establecidos.

Fuente: (elaboración propia, 2024)

**Tabla 72. Continuación de la Tabla 68**

Capítulo I			Capítulo II	Capítulo III			Capítulo VI	Capítulo V	
Título de la Investigación	Objetivo General	Objetivos Específicos	Teoría /Metodología de Sustento	VARIABLES	Poblaciones	Técnicas	Conclusiones	Nombre de la Propuesta	Objetivos de la Propuesta
		5. Diseñar y planificar un sistema automatizado de riego en la Compañía Azucarera Tres Valles S.A. de C.V., enfocado en mejorar la eficiencia operativa, reducir el consumo de recursos hídricos, optimizar costos y promover la sostenibilidad, a través de la integración de estrategias de gestión del cambio, un plan integral de implementación y una propuesta fundamentada que incorpore las mejores prácticas identificadas en la investigación.		Consumo de Recursos			5. La efectiva implementación del sistema automatizado de riego en la Compañía Azucarera Tres Valles requiere un enfoque integral para abordar los desafíos organizacionales y superar las barreras potenciales. Según los datos de las encuestas, se destaca la necesidad de ajustar roles y proporcionar capacitación, 100% y 94%, respectivamente, para adaptarse a la innovación. Lo que resulta en la necesidad de capacitación del personal en nuevas tecnologías, comunicación clara sobre los beneficios del sistema y el desarrollo de una cultura empresarial orientada a la eficiencia y la sostenibilidad. Al gestionar estos aspectos de manera proactiva, la compañía puede optimizar la eficiencia operativa, reducir el consumo de recursos hídricos y promover la sostenibilidad en el cultivo de caña de azúcar.		5. Establecer un plan de comunicación claro que defina los canales, frecuencia y contenido de la comunicación entre los miembros del equipo, los stakeholders y otras partes interesadas en el proyecto.

Fuente: (elaboración propia, 2024)

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avilés, D. E. (2021). *Diseño De Sistema De Riego Automatizado Mediante El Uso De Sistema Solar Fotovoltaico En La Comunidad De San Pedro De Silimane, Intibucá*. Tegucigalpa: Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC. Obtenido de <https://repositorio.unitec.edu/bitstream/handle/123456789/12336/Dise%c3%bl0%20de%20sistema%20de%20riego%20automatizado%20mediante%20el%20uso%20de%20sistema%20solar%20fotovoltaico%20en%20la%20comunidad%20de%20San%20Pedro%20de%20Silimane%2c%20Intibuc%c3%a1>.
- Becerra, D. (2022). Teorías aplicables a la protección ambiental de los recursos hídricos compartidos internacionalmente. *Via Inveniendi Et Iudicandi*, 124-148. Obtenido de <https://doi.org/10.15332/19090528.7744>
- Brunete, A. (2022). Automatización Industrial. *Universidad Politécnica de Madrid*. Obtenido de [https://bookdown.org/alberto\\_brunete/intro\\_automatica/sobre-los-autores.html](https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/sobre-los-autores.html)
- Cardador, P. (2015). *Análisis de los factores de influencia en la adopción de herramientas colaborativas basadas en software social*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Obtenido de [https://oa.upm.es/38119/1/PEDRO\\_FERNANDEZ\\_CARDADOR.pdf](https://oa.upm.es/38119/1/PEDRO_FERNANDEZ_CARDADOR.pdf)
- Carrasco, E. S., & Coral, M. A. (2022). Una revisión de procesos de implementación para sistemas de riego automatizado. *ReCIBE, Revista electrónica De Computación, Informática, Biomédica Y Electrónica*, 11. Obtenido de <https://doi.org/10.32870/recibe.v11i1.216>
- Castro, P., & Águila, M. (2019). *Sistema de riego automatizado en tiempo real con balance hídrico, medición de humedad del suelo y lisímetro*. México: Agricultura técnica en México. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0568-25172008000400009&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0568-25172008000400009&script=sci_abstract&tlng=pt)
- CEPAL. (2021). *Estadísticas ambientales y de cambio climático para América Latina y el Caribe*. Obtenido de <https://biblioguias.cepal.org/c.php?g=934230&p=6736670>
- Cherlinka, V. (2018). *Sensores De Humedad Del Suelo*. Obtenido de <https://eos.com/es/blog/sensores-de-humedad-del->



- Johnson, J. A. (2018). The Economic Feasibility of Irrigation Automation in Honduras. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 16-24.
- Judicial, P. (1991). *Codigo de salud*. Obtenido de Codigo de salud: <https://arsa.gob.hn/decreto-no-65-91-codigo-de-salud-de-honduras/>
- Judicial, P. (2009). *Ley Genral del Agua*. Obtenido de La Gaceta: [https://portalunico.iaip.gob.hn/portal/ver\\_documento.php?uid=MTMxNDAzODkzNDc2MzQ4NzEyNDYxOTg3MjM0Mg==](https://portalunico.iaip.gob.hn/portal/ver_documento.php?uid=MTMxNDAzODkzNDc2MzQ4NzEyNDYxOTg3MjM0Mg==)
- LATAM. (11 de Febrero de 2022). *Productividad agrícola: factores que influyen y cómo optimizar*. Obtenido de <https://es.totvs.com/blog/gestion-agricola/productividad-agricola-factores-que-influyen-y-como-optimizar/>
- LEGISLATIVO, P. (1992). *LEY PARA LA MODERNIZACION Y EL DESARROLLO DEL SECTOR AGRICOLA*. Obtenido de <https://www.tsc.gob.hn/biblioteca/index.php/leyes/134-ley-para-la-modernizacion-y-el-desarrollo-del-sector-agricola>
- Legislativo, P. (1993). *Ley General del Ambiente*. Obtenido de <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC004880/>
- Lewis, B. (1973). *Planeacion de instalaciones*.
- Martínez, P. S. (2014). *Evaluación financiera de los proyectos de riego ejecutados en compañía azucarera 3 Valles*. Tegucigalpa: Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC. Obtenido de <https://repositorio.unitec.edu/bitstream/handle/123456789/7536/11213049-11213035-julio2014-m09-t.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Medrano, M. Z. (2017). Sistema de riego automatizado. *Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila*, 7. Obtenido de <https://pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/693>
- Mejías, J. (11 de 11 de 2023). *JavierMejías*. Obtenido de Early Adopters: La clave al lanzar un nuevo modelo: <https://javiermegias.com/blog/2012/12/early-adopters-clave-nuevo-modelo-de-negocio-curva-adopcion-tecnologia/>

- Oxfam. (2017). *La importancia del abastecimiento de agua*. Obtenido de [https://blog.oxfamintermon.org/la-importancia-del-abastecimiento-de-agua/#Como\\_funciona\\_el\\_abastecimiento\\_de\\_agua\\_potable](https://blog.oxfamintermon.org/la-importancia-del-abastecimiento-de-agua/#Como_funciona_el_abastecimiento_de_agua_potable)
- PAC. (2011). *Performance-centered Adaptive Curriculumla, Funciones básicas, características y arquitectura de los Sistemas Automatizados*. Obtenido de [http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion\\_de\\_referencia\\_ISE2\\_1\\_1.pdf](http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE2_1_1.pdf)
- Pacheco, P. A. (2005). *Aplicación de prácticas de conservación en* . Honduras : Zamorano.
- Pérez, D., & Marceles, K. (2019). Sistema de Riego con Tecnología IoT: Smart Drip System. *Revista Ibérica De Sistemas y Tecnologías De Información*, 121-133. Obtenido de <https://www.proquest.com/scholarly-journals/sistema-de-riego-con-tecnología-iot-smart-drip/docview/2348878035/se-2>
- Pérez, M., & Marceles, J. (2019). La adopción de tecnologías agrícolas en Honduras: un análisis de los factores culturales. *Revista de Ciencias Sociales Hondureñas*, 5.
- PMI, P. M. (2017). *Guía De Los Fundamentos Para La Dirección De Proyectos Guía Del Pmbok*. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
- PÚBLICA, S. D. (1996). *NORMAS TÉCNICAS DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES*. Obtenido de [https://www.chmhonduras.org/phocadownloadpap/regional\\_sps/LEGISLACION/normas-tecnicas-de-las-descargas-de-aguas-residuales.pdf](https://www.chmhonduras.org/phocadownloadpap/regional_sps/LEGISLACION/normas-tecnicas-de-las-descargas-de-aguas-residuales.pdf)
- QuestionPro. (10 de diciembre de 2023). *QuestionPro*. Obtenido de Calculadora de Muestras: <https://www.questionpro.com/es/calculadora-de-muestra.html>
- Rojas, I. D. (2021). Competencias profesionales e Industria 4.0: análisis exploratorio para ingeniería industrial y administrativa en Medellín. *Revista Interamericana De Investigacion, Educacion y Pedagogia*, 14, 169-194. Obtenido de <https://doi.org/10.15332/25005421.6299>
- Samuelson, P. A. (2010). *Economics*. En P. A. Samuelson. McGraw-Hill.

Solórzano, R. (2015). *Efecto de la adopción tecnológica en riego por goteo y variedades en el incremento de la productividad de la caña de azúcar en Azucarera Tres Valles*. Tegucigalpa: Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC. Obtenido de <https://repositorio.unitec.edu/bitstream/handle/123456789/7224/11253190-enero2015-m34-t.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Velatia. (11 de noviembre de 2023). *Velatia*. Obtenido de ¿Cuáles son las claves de la industria 4.0?: <https://www.velatia.com/es/blog/cuales-son-las-claves-de-la-industria-4-0/>

## ANEXOS

### ANEXO 1: FORMATO DE FICHA DE OBSERVACION

Ficha de Observación	
Nombre de la Finca	
Distrito	
Tercio	
Departamento	
Municipio	
Empresa Ejecutora	
Propiedad del Terreno	
Recurso Hídrico	
Área del Terreno en Hectáreas	
Producción Anual en TCH	
Caudal Aplicado en Metros Cúbicos	
Personal Capacitado para Operar y Mantener Sistemas de Automatización	
Riesgos a Considerar	
Nombre y Firma	
Fecha	

## ANEXO 2: FORMATO DE ENCUESTA



Universidad Tecnológica Centroamericana

### ENCUESTA

Somos estudiantes de la maestría en Administración de Proyecto de UNITEC, estamos realizando esta encuesta para nuestro proyecto final de graduación el cual tiene como nombre El Diseño y Planificación de Riego Automatizado para la Sostenibilidad Agrícola en la Compañía Azucarera Tres Valles, de la Aldea El Porvenir, Cantarranas, Francisco Morazán.

1. ¿Cuál es su rol actual en el proyecto de automatización de riego?
  - Agricultor
  - Ingeniero Agrónomo
  - Responsable de Tecnología
  - Supervisor
  - Administrativo
  
2. ¿Qué tan familiarizado está con los sistemas de automatización de riego implementados en la compañía?
  - No familiarizado
  - Poco familiarizado
  - Neutral
  - Familiarizado
  - Muy familiarizado
  
3. ¿Cómo calificaría el nivel de innovación tecnológica introducido por el proyecto de automatización de riego?
  - Bajo
  - Moderado
  - Alto
  
4. ¿Cree que la innovación tecnológica ha mejorado la eficiencia en el manejo del riego?

- Si
- No

5. ¿La introducción de la automatización de riego ha requerido la adquisición de nuevas habilidades o capacitación para el personal?

- Si
- No

6. ¿La automatización de riego ha mejorado la eficiencia operativa en comparación con métodos de riego convencionales?

- Si
- No

7. ¿El cambio hacia la automatización de riego ha generado resistencia entre los miembros del equipo?

- Si
- No

8. ¿Considera usted que el proyecto de automatización de riego impactará en la estructura organizativa de la empresa?

- Si
- No

9. ¿Cómo se ha gestionado la resistencia al cambio por parte de los colaboradores durante la implementación del proyecto?

- Buena
- Regular
- Aceptable

10. En una escala del 1(bajo) al 5(Alto) ¿cómo evaluaría la efectividad global del proyecto de automatización de riego y sus impactos en la organización?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

11. ¿El proceso de automatización de riego ha afectado positivamente la calidad de los productos agrícolas o el rendimiento de los cultivos?

- Si
- No

12. ¿La automatización de riego ha requerido ajustes en los roles y responsabilidades del personal?

- Si
- No

**Muchas Gracias**