



FACULTAD DE POSTGRADO
TESIS DE POSTGRADO

**ANÁLISIS COSTO BENEFICIO DE RIEGO POR GOTEO EN
CAÑA DE AZÚCAR EN COMPAÑÍA CHUMBAGUA**

SUSTENTADO POR:
DONALD JOSÉ MONTOYA HERNÁNDEZ
MERLIN ALCIDES GÓMEZ LEIVA

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

SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS, C.A.
AGOSTO 2018

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA
UNITEC**

**FACULTAD DE POSTGRADO
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

RECTOR

MARLON BREVÉ REYES

SECRETARIO GENERAL

RÓGER MARTÍNEZ MIRALDA

VICERRECTORA ACADÉMICO

DESIREE TEJADA CALVO

VICEPRESIDENTE CAMPUS SPS

CARLA MARÍA PANTOJA

DECANA DE LA FACULTAD DE POSTGRADO

CLAUDIA MARÍA CASTRO VALLE

**ANÁLISIS COSTO BENEFICIO DE RIEGO POR GOTEO EN
CAÑA DE AZÚCAR EN COMPAÑÍA CHUMBAGUA**

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

**MÁSTER EN
ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

**ASESOR METODOLÓGICO
JUAN JACOBO PAREDES HELLER**

**ASESOR TEMÁTICO
HÉCTOR PERDOMO**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN EVALUADORA
ABEL SALAZAR
LUIS RUIZ**



FACULTAD DE POSTGRADO

ANÁLISIS COSTO BENEFICIO DE RIEGO POR GOTEO EN CAÑA DE AZÚCAR EN COMPAÑÍA CHUMBAGUA

AUTORES:

Donald José Montoya Hernández y Merlin Alcides Gómez Leiva

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente documento tiene como objetivo realizar un estudio de pre-factibilidad para la instalación de sistema de riego por goteo en 280 hectáreas de caña de azúcar para compañía Chumbagua. Se realizó el planteamiento de la hipótesis la cual afirma que la instalación del sistema de riego por goteo generará una tasa interna de rendimiento mayor al costo de capital. La metodología utilizada es de enfoque cuantitativo, fundamentado en un diseño no experimental transversal, descriptivo por lo que no se hizo uso de encuestas. El estudio técnico determinó los requerimientos del proyecto para su desarrollo óptimo. Como resultado del estudio económico financiero, el cual se hizo con una proyección de diez años, se obtuvo un VAN de L. 3,290,037.00 y una TIR de 18.4%, determinando que el proyecto es factible. Para la planeación, ejecución, control y cierre del proyecto se hace uso de la metodología del PMI con un presupuesto de L. 11,641,526.62, el tiempo de ejecución del proyecto será de 91 días.

Palabras Claves: Sistema de Riego, Caña de Azúcar, Agricultura.



FACULTAD DE POSTGRADO

SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN CAÑA DE AZUCAR EN COMPAÑÍA AZUCARERA CHUMBAGUA

AUTHORS:

Donald José Montoya Hernández Y Merlin Alcides Gómez Leiva

ABSTRACT

The objective of this document is to carry out a pre-feasibility study for the installation of a drip irrigation system on 280 hectares of sugarcane for the Chumbagua Company. The investigation hypothesis, states that the installation of the drip irrigation system will generate an internal rate of return higher than the cost of capital. The methodology used is a quantitative approach, based on a transverse, descriptive, non-experimental design, so no surveys were used. The technical study determined the requirements of the project for its optimal development. As a result of the financial economic study, which was done with a projection of ten years, a NPV of L. 3,290,037.00 and an IRR of 18.40% was obtained, determining that the project is feasible. For the planning, execution, control and closure of the project, the PMI methodology is used with a budget of L. 11,641,526.62, the project execution time will be 91 days.

Keywords: Irrigation System, Sugar Cane, Agriculture.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios, primeramente, por darme la sabiduría, conocimiento para culminar esta nueva etapa profesional, por poner en mi camino las personas idóneas. Todo lo que soy y tengo se lo debo a Él.

A mis padres, José Montoya por enseñarme el valor de la perseverancia y trabajar por lo que uno quiere. A mi madre, Alba Hernández, por enseñarme a triunfar, por su amor, cuidado y cariño.

A mi esposa Fabiola, mis hijos Misael e Isaac que han sido el motivo de seguir adelante y a quienes agradezco su comprensión por todo el tiempo que duró la maestría.

Donald José Montoya H.

Dedico el presente proyecto primeramente a Dios por darme la sabiduría, conocimiento necesario para culminar con una nueva etapa profesional y brindarme las condiciones ideales ya que mi salud y mis éxitos se los debo a Él.

A mis padres Eliseo Gómez por enseñarme el valor de la responsabilidad y la perseverancia para poder cumplir con todas las metas que me he propuesto cumplir. A mi madre, Mercedes Leiva por su amor, por motivarme a continuar con mis estudios y por su cariño.

A mi esposa Fani Pérez, mis hijos Merlin y Fernando por permitir tomarme el tiempo necesario para mis estudios durante la maestría y por animarme a culminar mis estudios.

Merlin Gómez

AGRADECIMIENTO

Agradecemos primeramente a Dios por permitirnos alcanzar esta meta preciada. A nuestros padres: José Francisco Montoya y Alba del Carmen Hernández (por Donald José Montoya Hernández) y Eliseo Gómez y Mercedes Leiva (por Merlin Alcides Gómez Leiva).

A la Universidad Tecnológica Centroamericana por ofrecernos la oportunidad de una especialización en una institución de alto prestigio.

A cada uno de los catedráticos que nos impartieron las clases con mucha dedicación y esfuerzo.

A nuestro asesor metodológico Ing. Juan Jacobo Paredes Heller y asesor temático Lic. Héctor Orlando Perdomo, quienes pacientemente invirtieron tiempo para que pudiéramos realizar esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN | 1 |
| 1.2 ANTECEDENTES | 3 |
| 1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA..... | 4 |
| 1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA | 4 |
| 1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... | 4 |
| 1.3.3 PREGUNTAS DEL PROBLEMA | 4 |
| 1.4 OBJETIVOS..... | 5 |
| 1.4.1 OBJETIVO GENERAL..... | 5 |
| 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 5 |
| 1.5 JUSTIFICACIÓN | 5 |
| CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO | 7 |
| 2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL..... | 7 |
| 2.1.1 ANÁLISIS DEL MACRO ENTORNO..... | 7 |
| 2.1.2 ANÁLISIS DEL MICRO ENTORNO | 12 |
| 2.1.3 ANÁLISIS INTERNO..... | 14 |
| 2.2 TEORÍA DE SUSTENTO..... | 17 |
| 2.2.1 ESTUDIO TÉCNICO | 17 |
| 2.2.1.1 RIEGO DE LA CAÑA DE AZÚCAR..... | 19 |
| 2.2.2 ESTUDIO ECONÓMICO | 27 |
| 2.2.2.1 DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS | 28 |
| 2.2.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA | 32 |
| 2.3 MARCO CONCEPTUAL | 34 |
| CAPÍTULO III METODOLOGÍA..... | 37 |
| 3.1 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES | 37 |
| 3.1.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA | 37 |
| 3.1.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES..... | 39 |

| | |
|--|----|
| 3.2 HIPÓTESIS | 45 |
| 3.3 ENFOQUE Y MÉTODOS | 45 |
| 3.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN..... | 46 |
| 3.4.1 POBLACIÓN..... | 47 |
| 3.4.2 UNIDAD DE ANÁLISIS | 48 |
| 3.4.3 UNIDAD DE RESPUESTA..... | 48 |
| 3.5 TÉCNICA E INSTRUMENTOS APLICADOS | 48 |
| 3.5.1 INSTRUMENTOS..... | 48 |
| 3.5.2 TÉCNICAS | 49 |
| 3.6 FUENTES DE INFORMACIÓN | 52 |
| 3.6.1 FUENTES PRIMARIAS | 52 |
| 3.6.2 FUENTES SECUNDARIAS | 52 |
| CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y RESULTADOS | 54 |
| 4.1 ESTUDIO TÉCNICO..... | 54 |
| 4.1.1 LÁMINA DE RIEGO..... | 54 |
| 4.1.2 TOPOGRAFÍA | 55 |
| 4.1.3 TEXTURA DE SUELO..... | 56 |
| 4.1.4 FUENTE DE AGUA | 57 |
| 4.1.5 BOMBA DE RIEGO | 61 |
| 4.1.6 TUBERÍA PRINCIPAL..... | 63 |
| 4.1.7 TUBERÍA SECUNDARIA | 64 |
| 4.1.8 EMISORES..... | 66 |
| 4.1.9 TENDIDO ELÉCTRICO..... | 68 |
| 4.1.10 ACCESORIOS..... | 69 |
| 4.1.11 EQUIPO | 71 |
| 4.1.12 MANTENIMIENTO..... | 72 |
| 4.2 ESTUDIO FINANCIERO..... | 75 |
| 4.2.1 INVERSIÓN INICIAL | 75 |
| 4.2.2 ESTRUCTURA Y COSTO DE CAPITAL | 76 |
| 4.2.3 INGRESOS..... | 77 |
| 4.2.4 COSTOS | 78 |

| | |
|--|-----|
| 4.2.5 DEPRECIACIÓN | 79 |
| 4.2.6 TÉCNICAS DE PRESUPUESTO DE CAPITAL | 79 |
| 4.2.6.1 PERÍODO DE RECUPERACIÓN..... | 79 |
| 4.2.6.2 VPN Y TIR..... | 80 |
| 4.2.7 PUNTO DE EQUILIBRIO | 80 |
| 4.2.8 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD | 81 |
| 4.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS | 82 |
| 4.4 APLICABILIDAD | 83 |
| 4.4.1 NOMBRE DE LA PROPUESTA DEL PROYECTO | 83 |
| 4.4.2 PROPUESTA DEL PROYECTO..... | 83 |
| 4.4.2.1 GESTIÓN DE LA INTEGRACIÓN..... | 83 |
| 4.4.2.2 GESTIÓN DEL ALCANCE | 93 |
| 4.4.2.3 GESTIÓN DEL TIEMPO | 96 |
| 4.4.2.4 GESTIÓN DEL COSTO | 98 |
| 4.4.2.5 GESTIÓN DE CALIDAD | 100 |
| 4.4.2.6 GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS..... | 104 |
| 4.4.2.7 GESTIÓN DE COMUNICACIONES | 107 |
| 4.4.2.8 GESTIÓN DE RIESGOS..... | 112 |
| 4.4.2.9 GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES | 115 |
| 4.4.2.10 GESTIÓN DE LOS INTERESADOS..... | 115 |
| CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 117 |
| 5.1 CONCLUSIONES..... | 117 |
| 5.2 RECOMENDACIONES. | 118 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 119 |
| ANEXOS..... | 121 |
| ANEXO 1. UBICACIÓN DE FINCA LA SIERRA..... | 121 |
| ANEXO 2. PLANO DEL SISTEMA DE RIEGO | 122 |
| ANEXO 3. COTIZACIONES..... | 123 |
| ANEXO 4. INVERSIÓN INICIAL, INGRESOS DEPRECIACIÓN Y COSTOS | 127 |
| ANEXO 5. ANÁLISIS FINANCIERO | 130 |
| ANEXO 6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL SISTEMA DE RIEGO | 131 |

| | |
|---|-----|
| ANEXO 7. PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE RIEGO | 132 |
| ANEXO 8. AFORO DE FUENTE DE AGUA..... | 133 |
| ANEXO 9. FORMATO DE OBSERVACIONES FÍSICAS DE CAMPO | 134 |
| ANEXO 10. ENTREVISTA A EXPERTO DE RIEGO POR GOTEO | 135 |
| ANEXO 11. ENTREVISTA A EXPERTO EN SISTEMAS ELÉCTRICOS | 139 |
| ANEXO 12. COMPONENTES DEL SISTEMA RIEGO GOTEO..... | 142 |
| ANEXO 13. AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN..... | 145 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Superficie Equipada para Riego y Porcentaje de Superficie Cultivada..... | 8 |
| Tabla 2 Usos Principales de la Tierra..... | 11 |
| Tabla 3 Hectáreas por Sistema de Riego..... | 14 |
| Tabla 4 Evapotranspiración Promedio Mensual de los Últimos 5 Años..... | 17 |
| Tabla 5 Matriz Metodológica..... | 38 |
| Tabla 6 Operacionalización de las Variables..... | 40 |
| Tabla 7 Plan o Estrategia de la Investigación..... | 47 |
| Tabla 8 Formato de Recopilación de Datos Observados en Campo..... | 51 |
| Tabla 9 Evapotranspiración de los últimos 6 años en Compañía Chumbagua..... | 55 |
| Tabla 10 Texturas de suelo de lotes de la finca..... | 57 |
| Tabla 11 Aforos de fuentes de agua..... | 59 |
| Tabla 12 Especificaciones de bomba eléctrica de acuerdo al diseño (ver Anexo 3)..... | 62 |
| Tabla 13 Tubería principal del sistema de riego..... | 64 |
| Tabla 14 Tubería secundaria del sistema de riego..... | 66 |
| Tabla 15 Accesorios del sistema de riego..... | 71 |
| Tabla 16 Maquinaria a utilizar en la instalación del sistema de riego..... | 72 |
| Tabla 17 Dosis permisibles para limpieza de materia orgánica en el sistema de riego..... | 74 |
| Tabla 18 Inversión inicial del proyecto..... | 76 |
| Tabla 19 Estructura y costo de capital..... | 76 |
| Tabla 20 Histórico de rendimientos temporal (Chumbagua)..... | 77 |
| Tabla 21 Histórico de rendimientos riego goteo (Chumbagua)..... | 78 |
| Tabla 22 Ingresos proyectados del sistema de riego..... | 78 |
| Tabla 23 Presupuesto de gastos..... | 78 |
| Tabla 24 Depreciación de activos fijos..... | 79 |
| Tabla 25 Cálculo del período de recuperación..... | 80 |
| Tabla 26 Cálculo del valor presente neto y tasa interna de rendimiento..... | 80 |
| Tabla 27 Punto de Equilibrio..... | 81 |
| Tabla 28 Análisis de sensibilidad..... | 82 |
| Tabla 29 Interesados del proyecto..... | 85 |
| Tabla 30 Cuadro de evaluación de interesados..... | 87 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 31 Restricciones del proyecto | 89 |
| Tabla 32 Plan del proyecto | 91 |
| Tabla 33 Diccionario de la estructura de desglose de trabajo | 95 |
| Tabla 34 Cronograma de actividades | 97 |
| Tabla 35 Costos estimados del proyecto | 99 |
| Tabla 36 Métrica de calidad del proyecto | 101 |
| Tabla 37 Línea base de calidad | 102 |
| Tabla 38 Matriz de actividades de calidad | 103 |
| Tabla 39 Criterios de liberación de personal del proyecto | 105 |
| Tabla 40 Matriz de roles y funciones | 106 |
| Tabla 41 Registro de polémicas | 107 |
| Tabla 42 Formato de control de versiones | 110 |
| Tabla 43 Matriz de comunicaciones..... | 110 |
| Tabla 44 Ponderación para la evaluación cuantitativa de riesgos | 112 |
| Tabla 45 Probabilidad x impacto | 112 |
| Tabla 46 Evaluación cuantitativa de riesgos | 113 |
| Tabla 47 Plan de respuesta a los riesgos | 114 |
| Tabla 48 Matriz de selección de proveedores. | 115 |
| Tabla 49 Interesados del proyecto..... | 115 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 Ubicación de Ingenios Azucareros de Honduras | 2 |
| Figura 2 Crecimiento de las Tierras de Cultivo de Regadío y Secano a Nivel Mundial. | 11 |
| Figura 3 Cultivos Cosechados en Superficies Equipadas Para Riego con Dominio Total. | 13 |
| Figura 4 Crecimiento anual % en Sistemas de Riego Compañía..... | 14 |
| Figura 5 Producción de los últimos años en compañía Chumbagua..... | 15 |
| Figura 6 Comparativo de ingenios de Honduras en el 2018 | 15 |
| Figura 7 Milímetros de Lluvia en los Meses de Mayor Demanda de Agua del Cultivo..... | 16 |
| Figura 8 Estudio Técnico de un Proyecto. | 18 |
| Figura 9 Riego por Superficie..... | 19 |
| Figura 10 Riego por Aspersión Tradicional..... | 20 |
| Figura 11 Riego por Aspersión Semifijo..... | 21 |
| Figura 12 Riego por Pivote..... | 22 |
| Figura 13 Riego por Goteo..... | 23 |
| Figura 14 Estructura de Análisis Económico..... | 28 |
| Figura 15 Estados de Resultados..... | 30 |
| Figura 16 Enfoque de la investigación..... | 46 |
| Figura 17 Esquema General de Instalación de Riego por Goteo..... | 50 |
| Figura 18 Medir la pendiente de un terreno | 55 |
| Figura 19 Cálculo de la fuente de agua (río Chamelecón)..... | 58 |
| Figura 20 Río Chamelecón..... | 60 |
| Figura 21 Canal de entrada del Chamelecón al sistema de bombeo | 60 |
| Figura 22 Plano con información de la bomba de riego (ver Anexo 2)..... | 61 |
| Figura 23 Bomba eléctrica carcasa partida | 63 |
| Figura 24 Nomenclatura de la tubería primaria en el diseño (Ver Anexo 2)..... | 64 |
| Figura 25 Instalación de tubería secundaria..... | 65 |
| Figura 26 Esquema del distanciamiento de siembra y cinta de goteo..... | 67 |
| Figura 27 Surcado y enterrado de cinta de goteo | 67 |
| Figura 28 Riego de germinación de caña de azúcar con riego por goteo..... | 68 |
| Figura 29 Filtros de grava en sistema de riego goteo..... | 70 |
| Figura 30 Válvula hidráulica..... | 70 |

| | |
|---|-----|
| Figura 31 Surcador y enterrador de cinta | 72 |
| Figura 32 Sistema de mezclado de ácido y cloro. | 73 |
| Figura 33 Cálculo para dosificación de cloro..... | 74 |
| Figura 34 Drenaje de agua del sistema de goteo..... | 75 |
| Figura 35 Matriz Poder / Interés | 86 |
| Figura 36 Análisis financiero (ver Anexo 5)..... | 90 |
| Figura 37 Diagrama para el control de cambios | 92 |
| Figura 38 Estructura de Desglose de Trabajo | 94 |
| Figura 39 Diagrama de Gantt a nivel de entregables y sub-entregables (ver Anexo 6)..... | 98 |
| Figura 40 Presupuesto por Semana | 100 |
| Figura 41 Organigrama del proyecto | 104 |
| Figura 42 Matriz Poder/Interés | 116 |

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo tiene finalidad de realizar un análisis desde el punto de vista técnico y financiero del sistema de riego por goteo en caña de azúcar para la compañía Chumbagua y así determinar el riego para las futuras ampliaciones del cultivo o mejoras en las ya existentes, para garantizar una mejor optimización del recurso agua en milímetros de riego aplicados al cultivo. La agricultura moderna se caracteriza por la implementación de mejores técnicas para incrementar la productividad, una de ellas es a través de sistemas de riego más eficientes en la operatividad y con menores costos. El incremento de la producción y la disminución de los costos operativos permitirá una mejor rentabilidad y la sostenibilidad de la empresa en el tiempo.

1.1 INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar pertenece a la familia de las gramíneas y al género *Saccharum*. Llegó al continente americano en el año de 1493, estableciéndose a sus inicios en Cuba, Haití, República Dominicana, Puerto Rico, México, Colombia. La producción de azúcar se dio desde la colonia como dulces de panelas procesadas por medio de trapiches. Este cultivo se adapta a todo tipo de suelos, siendo el franco arcilloso los más adecuados para su óptimo desarrollo, que estos suelos sean bien drenados, profundos y bien aireados, con un PH de 5 a 7.5 que permita la dinámica de los nutrientes (Subirós Ruiz, 1995, p. 4).

La caña de azúcar es de los cultivos más importantes debido a que nos permite obtener el azúcar necesario para degustar una gran variedad de alimentos y bebidas. Al mismo tiempo genera una gran fuente de empleo y suministro de energía a gran parte de la población en las áreas de influencia de los ingenios azucareros.

Honduras cuenta con seis ingenios azucareros;

- 1) Compañía Azucarera Chumbagua, ubicada en San Marcos Santa Bárbara.
- 2) Compañía Azucarera Hondureña S.A (CAHSA) ubicado en villa Nueva Cortez.
- 3) Azucarera del Norte S.A (AZUNOSA) ubicado en Progreso Yoro.
- 4) Tres valles. Ubicado en el valle del zamorano.
- 5) Ingenio Choluteca, ubicado en el departamento de Choluteca.
- 6) Ingenio La Grecia, ubicado en el departamento de Choluteca.

La figura 1 presenta la ubicación geográfica de cada uno de los ingenios azucareros que existen en Honduras, el Ingenio CHUMBAGUA ubicado en el departamento de Santa Bárbara, Ingenio CAHSA ubicado en el departamento de Cortés, Ingenio AZUNOSA ubicado en el departamento de Yoro, Ingenio TRES VALLES ubicado en departamento de Francisco Morazán, Ingenios CHOLUTECA y LA GRECIA en el departamento de Choluteca.

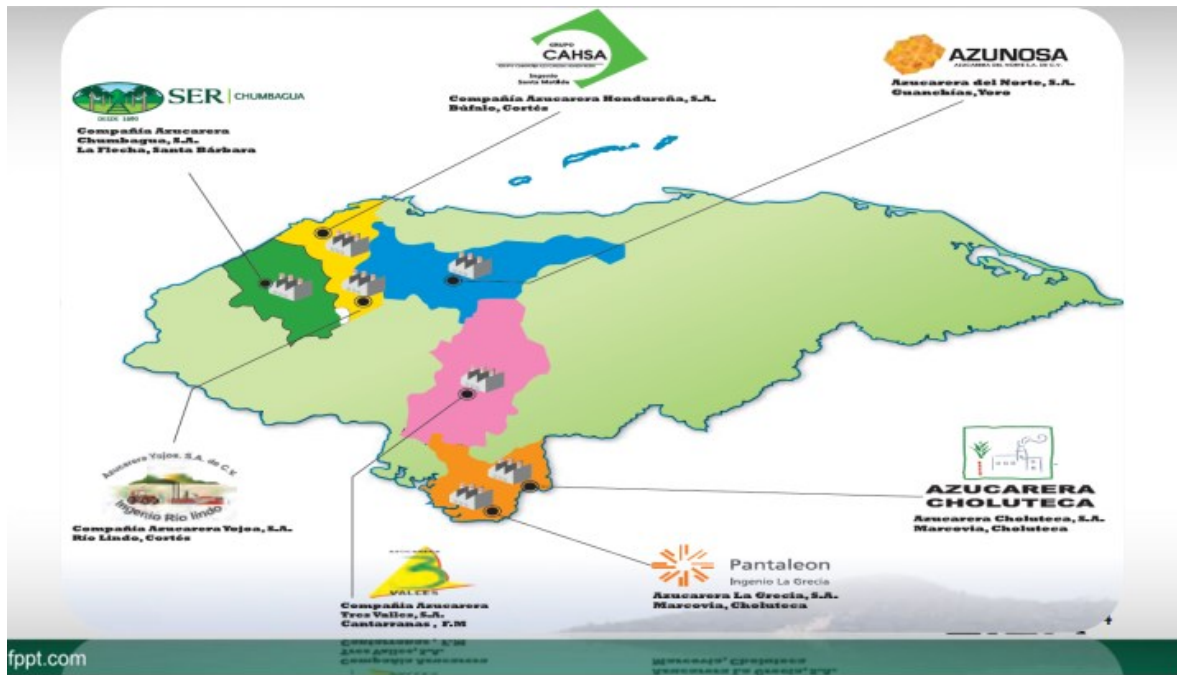


Figura 1 Ubicación de Ingenios Azucareros de Honduras

Fuente: (ANDI, 2018)

Los cuales satisfacen la demanda del mercado nacional con un 70% de su producción, el resto de quintales producidos son para la venta en el mercado mundial. A excepción de AZUNOSA que toda su producción es para suplir la demanda de azúcar de Coca Cola. Estos ingenios azucareros realizan la cosecha en los meses comprendidos de diciembre a mayo, concentrando la mayor cantidad de sus actividades en los meses de verano, que es donde se les facilita realizar las labores del corte alce y transporte de la caña como su materia prima para su proceso de extracción de azúcar y demás derivados en sus plantas de fabricación.

1.2 ANTECEDENTES

Por ser la caña de azúcar un cultivo que produce grandes cantidades de plantas por hectárea y el 70% del peso de cada tallo es agua, la demanda de agua es considerable durante el ciclo de crecimiento hasta su cosecha. Por esta razón es necesario tener sistemas de riegos eficientes que garanticen el uso óptimo del recurso agua y que el cultivo pueda obtener la cantidad necesaria durante su crecimiento así obtener rendimientos agrícolas que permitan a la empresa mantenerse dentro del mercado del azúcar. Además de tener un sistema de riego que optimice el recurso agua, también es necesario que los costos de los sistemas de riego permitan obtener un máximo rendimiento y a menor costo.

La empresa para lograr sus objetivos en cuanto a rendimiento agrícola cuenta sistemas de riego: goteo, aspersión, gravedad y pivote. Actualmente la empresa posee 5,335 hectáreas de riego por aspersión, 69 hectáreas de goteo, 1,014 gravedad presa, 156 hectáreas pivote y temporal (no se riega) 709 hectáreas. Todos estos sistemas representan el 24 por ciento del costo de producción agrícola que abarca desde costos de mano de obra, consumo de combustibles, costos de reparación de equipos, accesorios etc.

El uso del riego en la industria azucarera hondureña se ha incrementado en los últimos años, esto es debido a la incertidumbre en el comportamiento climatológico con la ausencia de lluvias por periodos largos. Lo que en años con menos precipitación han provocado una baja en la producción de quintales de azúcar, poniendo en riesgo las inversiones en los ingenios azucareros. En Compañía Chumbagua, el riego representa un 24% de los costos de producción de la caña de azúcar, lo cual nos exige hacer uso más eficiente del agua mediante un sistema de riego que nos permita mantener o bajar los costos de producción y de esta manera seguir manteniéndonos en el mercado del azúcar.

Las láminas de riego aplicadas en Chumbagua (Departamento Estadísticas, 2018):

- 1) En aspersión se aplica 53 mm de agua /m² de suelo con un tiempo de 3 horas de trabajo, con una ETO de 5.98 mm, lo que nos indica que en teoría se tienen una frecuencia de riego de 9 días.
- 2) Al regar por goteo se aplica una lámina diaria de 5-6mm.
- 3) En el riego por gravedad se aplica > de 100 mm de agua con intervalos de 2 días, pero que no es retenida en su totalidad por el suelo.

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

A continuación, se presenta el enunciado y formulación del problema, así también las preguntas de investigación, los objetivos generales y específicos. La justificación por la cual se está realizando el presente trabajo.

1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

Compañía Chumbagua es una empresa que está en constantes cambios y mejora de los procesos productivos del cultivo de caña de azúcar, así como también de la óptima utilización de los recursos naturales que el cultivo necesita para su desarrollo, sobre todo el recurso hídrico que es de vital importancia para el crecimiento de las plantaciones de caña. Por esta razón, se hace necesario mejorar cada día la eficiencia del recurso agua sin afectar la productividad del cultivo.

Actualmente el riego representa el veinte y cuatro por ciento de los costos agrícolas y debe plantearse una solución que vaya orientada a la reducción de estos sin afectar la producción del cultivo. Por otra parte, la compañía es usuario del río Chamelecón en la época de verano que reduce considerablemente su caudal y las lluvias eventuales durante el verano en la zona de Copán afecta la operatividad de los sistemas de riego presurizados.

1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Compañía Chumbagua cuenta con varios sistemas de riego que le han permitido mejorar su productividad, sin embargo, es necesario implementar el sistema de riego por goteo para optimizar el agua de riego, esto debido a que es un usuario más de la fuente de agua río Chamelecón del cual dependen otros agricultores, presas hidroeléctricas y ganaderos. Sumado a esto se debe hacer un mejor uso y aprovechamiento de los fertilizantes aplicados al cultivo. Lo anterior nos lleva a la siguiente pregunta:

¿Es factible desde el punto de vista técnico y financiero instalar el sistema de riego por goteo en caña de azúcar en Compañía Chumbagua?

1.3.3 PREGUNTAS DEL PROBLEMA

A continuación se presentan las preguntas de investigación que se deben considerar para dar respuesta al tema de investigación:

- 1) ¿La instalación de riego por goteo en caña de azúcar es factible financieramente para compañía Chumbagua?
- 2) ¿Cuáles son los aspectos técnicos necesarios para la instalación de riego por goteo en caña de azúcar?
- 3) ¿Qué planificación se debe realizar para la ejecución del proyecto instalación de riego por goteo en caña de azúcar?

1.4 OBJETIVOS

Se presentan a continuación los objetivos planteados a cumplir en este trabajo de investigación y serán la guía de esta tesis.

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Con el siguiente objetivo general se presente exponer la problemática a estudiar en el tema de investigación sobre el riego por goteo en el cultivo de caña de azúcar, el cual se describe de la siguiente manera:

Evaluar la factibilidad de instalar el riego por goteo en caña de azúcar para Compañía Chumbagua.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

En la presente investigación se definen los objetivos específicos a cumplir durante todo el proceso de estudio de riego por goteo en el cultivo de caña de azúcar.

- 1) Aplicar un análisis financiero que sirva como base para decidir la inversión de la instalación de riego por goteo en caña de azúcar.
- 2) Emplear un estudio técnico para determinar las necesidades de materiales, insumos y equipos para la instalación de riego por goteo en caña de azúcar.
- 3) Construir un plan gestión integral para la instalación de riego por goteo en caña de azúcar, aplicando las áreas de conocimiento del PMBOOK.

1.5 JUSTIFICACIÓN

Honduras es un país vulnerable al cambio climático y se ve seriamente afectado por el fenómeno del niño cuando este se presenta, lo que provoca ausencia de lluvias y el agotamiento de las fuentes de agua, impactando enormemente en la agricultura sin ninguna excepción de cultivos. Esto nos exige hacer un uso más eficiente de los recursos naturales disponibles (agua), y para

mitigar este impacto en la agricultura es necesario la implementación de sistemas de riego más eficientes y de bajo costo operativo para lograr mantener los costos de producción en niveles que permitan a la empresa recuperar sus inversiones en el menor tiempo posible y generar ganancias.

Compañía Chumbagua está en un proceso continuo de ampliación y renovación de áreas de caña de azúcar para incrementar su producción y reducir los costos. Para ello es necesario determinar la factibilidad de implementar el sistema de riego por goteo para la optimización del agua para riego. Una vez realizado este trabajo, servirá de referencia para futuras tomas de decisiones en los proyectos de inversión de riego tanto en nuevas áreas de ampliación como en la renovación de las áreas existentes.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

(Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio (2010), afirma que el desarrollo de la perspectiva teórica es un proceso y un producto. Un proceso de inmersión en el conocimiento existente y disponible que puede estar vinculado con nuestro planteamiento del problema, y un producto (marco teórico) que a su vez es parte de un producto mayor: el reporte de investigación. En este capítulo se presenta el problema de investigación desde una perspectiva teórica. Se muestra cada una de las fuentes de donde se recopiló la información para la construcción del marco teórico, además de presentar la teoría de sustento de la hipótesis.

2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El análisis de la situación actual se presenta dividido en análisis macro, micro y análisis interno, con el propósito de comprender como se ha venido desarrollando el crecimiento agrícola en áreas bajo riego tanto a nivel mundial como a nivel de país.

2.1.1 ANÁLISIS DEL MACRO ENTORNO

La caña de azúcar constituye el cultivo principal a nivel mundial en términos de producción. Su producción genera alrededor de mil cuatrocientos cincuenta millones de toneladas de azúcar las cuales son producidas en 22 millones de hectáreas alrededor del mundo. Brasil e India son los países que generan aproximadamente el 60% de la producción de azúcar a nivel mundial. La caña de azúcar se cultiva en más de un centenar de países cuyas condiciones son templadas, subtropicales y tropicales. Este cultivo es sobre todo para climas tropicales y sus producciones se pueden ver afectadas por las variaciones de clima en temperatura, humedad relativa y radiación solar.

Según (Roldán Cañas, Díaz Jiménez, Pérez Arellano, & Moreno Pérez, 2010, p. 108):

El recurso agua está sometido a la presión de una demanda cada vez más exigente en cantidad y calidad, condicionada por aspectos sociales, políticos y ambientales. La creciente dificultad para garantizar la satisfacción de las demandas se traduce, por un lado, en una mayor competencia entre los sectores usuarios tradicionales -agricultura, industria y abastecimiento urbano- por los escasos recursos disponibles; esta competencia ya está restringiendo las actividades de desarrollo de muchos países. Por otro lado, la creciente escasez de recursos hídricos está originando una mayor competencia entre regiones o países por el acceso a los mismos. Como consecuencia de todas estas fuentes de competencia, el agua está pasando a ser considerada cada vez más como un recurso escaso y valioso que demanda rigor en su manejo y un cuidado extremo.

Una de las claves para la resolución de estos problemas está en el sector agrícola, ya que el regadío es el principal consumidor de agua, particularmente en las zonas áridas y semiáridas, con un 70% del consumo a escala mundial. (p. 108)

Según la (FAO, 2015a) En 2050 habrá agua suficiente para producir los alimentos necesarios para una población mundial que superará los 9,000 millones de personas, pero el consumo excesivo, la degradación de los recursos y el impacto del cambio climático reducirá el suministro de agua en muchas regiones, especialmente los países en desarrollo, según advierten la FAO y el Consejo Mundial del Agua (CMA). De acuerdo a datos publicados por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), la superficie mundial que está equipada para riego en la agricultura es la siguiente:

Tabla 1 Superficie Equipada para Riego y Porcentaje de Superficie Cultivada.

| Continente | Regiones | Subregiones | Superficie equipada para el riego (millón de hectáreas) | | | Por agua subterránea | | Superficie equipada para el riego como % de la superficie cultivada | | |
|-----------------|----------|---|---|--------------|--------------|----------------------|-------------|---|-------------|-------------|
| | | | año | 1973 | 1993 | 2013 | Superficie | % sobre total | 1973 | 1993 |
| Mundo | | | 196.1 | 265.9 | 325.1 | 124.7 | 38.4 | 13.6 | 17.3 | 20.6 |
| África | | | 8.7 | 12.0 | 15.6 | 3.0 | 19.2 | 4.6 | 5.6 | 5.8 |
| | | África Septentrional | 4.5 | 5.9 | 7.4 | 2.5 | 34.6 | 18.3 | 20.9 | 25.6 |
| | | África Subsahariana | 4.2 | 6.1 | 8.2 | 0.4 | 5.4 | 2.6 | 3.3 | 3.4 |
| | | <i>Sudano Saheliana</i> | <i>2.0</i> | <i>2.4</i> | <i>2.9</i> | <i>0.12</i> | <i>4.0</i> | <i>5.6</i> | <i>5.7</i> | <i>4.8</i> |
| | | <i>Golfo de Guinea</i> | <i>0.3</i> | <i>0.5</i> | <i>0.6</i> | <i>0.09</i> | <i>14.7</i> | <i>0.6</i> | <i>0.9</i> | <i>0.9</i> |
| | | <i>África Central</i> | <i>0.1</i> | <i>0.1</i> | <i>0.1</i> | <i>0.02</i> | <i>12.1</i> | <i>0.5</i> | <i>0.6</i> | <i>0.6</i> |
| | | <i>África Oriental</i> | <i>0.3</i> | <i>0.5</i> | <i>1.4</i> | <i>0.04</i> | <i>3.0</i> | <i>0.8</i> | <i>1.5</i> | <i>2.8</i> |
| | | <i>África del Sur</i> | <i>1.2</i> | <i>1.6</i> | <i>2.3</i> | <i>0.17</i> | <i>7.7</i> | <i>4.7</i> | <i>6.0</i> | <i>7.0</i> |
| | | <i>Islas del Océano Índico</i> | <i>0.4</i> | <i>0.8</i> | <i>0.9</i> | <i>0.005</i> | <i>0.5</i> | <i>15.4</i> | <i>23.0</i> | <i>21.4</i> |
| Américas | | | 34.4 | 45.7 | 52.2 | 23.7 | 45.5 | 9.4 | 11.8 | 13.1 |
| | | América Septentrional | 27.1 | 34.2 | 34.3 | 20.1 | 58.7 | 10.4 | 13.1 | 14.9 |
| | | <i>América Septentrional</i> | <i>23.0</i> | <i>28.1</i> | <i>27.8</i> | <i>17.4</i> | <i>62.7</i> | <i>9.5</i> | <i>11.9</i> | <i>13.6</i> |
| | | <i>México</i> | <i>4.1</i> | <i>6.1</i> | <i>6.5</i> | <i>2.7</i> | <i>41.3</i> | <i>21.4</i> | <i>24.7</i> | <i>25.3</i> |
| | | Centroamérica y Caribe | 1.0 | 1.7 | 1.8 | 0.6 | 33.8 | 8.5 | 11.5 | 13.0 |
| | | <i>Centroamérica</i> | <i>0.3</i> | <i>0.4</i> | <i>0.8</i> | <i>0.2</i> | <i>29.9</i> | <i>4.3</i> | <i>5.6</i> | <i>10.6</i> |
| | | <i>Caribe - Grandes Antillas</i> | <i>0.8</i> | <i>1.3</i> | <i>1.0</i> | <i>0.4</i> | <i>37.1</i> | <i>13.2</i> | <i>18.1</i> | <i>15.9</i> |
| | | <i>Caribe - Pequeñas Antillas y Bahamas</i> | <i>0.01</i> | <i>0.01</i> | <i>0.02</i> | <i>0.006</i> | <i>28.9</i> | <i>2.4</i> | <i>7.4</i> | <i>14.8</i> |
| | | América del Sur | 6.3 | 9.8 | 16.0 | 3.0 | 18.5 | 6.6 | 8.7 | 10.5 |
| | | <i>Guyana</i> | <i>0.2</i> | <i>0.2</i> | <i>0.2</i> | <i>0.0</i> | <i>0.0</i> | <i>36.0</i> | <i>34.6</i> | <i>38.9</i> |
| | | <i>Andes</i> | <i>2.5</i> | <i>4.0</i> | <i>6.5</i> | <i>1.2</i> | <i>18.5</i> | <i>15.2</i> | <i>23.0</i> | <i>33.2</i> |
| | | <i>Brasil</i> | <i>1.0</i> | <i>2.7</i> | <i>5.4</i> | <i>1.2</i> | <i>21.7</i> | <i>2.1</i> | <i>4.5</i> | <i>6.5</i> |
| | | <i>América del Sur</i> | <i>2.7</i> | <i>2.8</i> | <i>3.8</i> | <i>0.6</i> | <i>14.9</i> | <i>8.0</i> | <i>8.3</i> | <i>7.8</i> |

Fuente: FAO (2016).

Continuación de la Tabla 1.

| Continentes Regiones | Subregiones | Superficie equipada para el riego (millón de hectáreas) | | | Por agua subterránea | | Superficie equipada para el riego como % de la superficie cultivada | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|---|--------------|--------------|----------------------|-------------|---|-------------|-------------|
| | | año | 1973 | 1993 | 2013 | Superficie | % sobre total | 1973 | 1993 |
| Asia | | 132.8 | 178.6 | 232.7 | 90.0 | 38.7 | 25.8 | 31.6 | 40.9 |
| Oriente Medio | | 12.7 | 20.7 | 24.7 | 11.2 | 45.2 | 19.6 | 30.4 | 40.6 |
| | <i>Península Arábiga</i> | 0.7 | 2.2 | 2.5 | 2.2 | 88.7 | 23.8 | 38.8 | 49.3 |
| | <i>Cáucaso</i> | 1.3 | 2.2 | 2.1 | 0.1 | 6.9 | 34.0 | 59.3 | 65.5 |
| | <i>Irán (República Islámica del)</i> | 6.3 | 7.3 | 9.6 | 6.0 | 62.1 | 35.8 | 38.9 | 57.5 |
| | <i>Oriente Próximo</i> | 4.5 | 9.1 | 10.5 | 2.9 | 27.3 | 11.0 | 22.6 | 29.3 |
| Asia Central | | 9.0 | 14.4 | 13.2 | 1.1 | 8.0 | 16.9 | 27.7 | 28.5 |
| Asia Meridional y Oriental | | 111.1 | 143.5 | 194.8 | 77.8 | 39.9 | 28.0 | 32.2 | 42.2 |
| | <i>Asia Meridional</i> | 49.6 | 72.1 | 98.0 | 55.5 | 56.6 | 23.5 | 33.6 | 45.7 |
| | <i>Asia Oriental</i> | 51.7 | 56.0 | 73.9 | 21.3 | 28.9 | 46.0 | 39.5 | 56.0 |
| | <i>Sudeste Asiático Continental</i> | 4.6 | 9.1 | 14.0 | 0.6 | 4.6 | 13.4 | 21.6 | 28.1 |
| | <i>Sudeste Asiático Meridional</i> | 5.1 | 6.3 | 8.8 | 0.3 | 3.7 | 13.4 | 13.3 | 13.4 |
| Europa | | 18.6 | 27.3 | 21.4 | 7.2 | 33.8 | 5.7 | 8.6 | 7.3 |
| Europa Occidental y Central | | 13.7 | 18.9 | 16.6 | 6.8 | 40.7 | 9.6 | 13.9 | 13.5 |
| | <i>Europa Septentrional</i> | 0.3 | 0.8 | 0.8 | 0.5 | 63.2 | 2.8 | 8.8 | 9.7 |
| | <i>Europa Occidental</i> | 2.0 | 3.6 | 4.4 | 2.3 | 51.9 | 4.5 | 8.5 | 10.3 |
| | <i>Europa Central</i> | 3.2 | 5.0 | 1.0 | 0.1 | 14.6 | 6.6 | 10.9 | 2.4 |
| | <i>Europa Mediterránea</i> | 8.3 | 9.6 | 10.5 | 3.8 | 36.6 | 19.7 | 24.4 | 31.4 |
| Europa Oriental | | 4.9 | 8.4 | 4.8 | 0.5 | 10.0 | 2.7 | 4.7 | 2.8 |
| | <i>Europa Oriental</i> | 1.8 | 3.1 | 2.4 | 0.01 | 0.3 | 3.6 | 6.3 | 5.4 |
| | <i>Federación de Rusia</i> | 3.1 | 5.3 | 2.4 | 0.5 | 20.0 | 2.3 | 4.0 | 1.9 |
| Oceanía | | 1.6 | 2.4 | 3.3 | 0.8 | 24.9 | 3.7 | 4.9 | 6.8 |
| Australia y Nueva Zelandia | | 1.6 | 2.4 | 3.2 | 0.8 | 24.9 | 3.7 | 4.9 | 6.9 |
| Islas del Pacífico | | 0.001 | 0.003 | 0.004 | 0.0004 | 10.0 | 0.2 | 0.5 | 0.6 |

Fuente: FAO (2016).

De acuerdo a los datos de cuadros anteriores se observa que en el año 2013 el continente asiático tenía 40.9% de hectáreas con riego de la superficie cultivada lo que permite ver un incremento considerable en el uso del riego en la agricultura desde 1973 a la fecha teniendo un incremento del 15.1% en los últimos 40 años. Seguido de esto el continente africano ha alcanzado un 20.6% de hectáreas con riego de la superficie cultivada alcanzo un 7.3% desde el año 1973, todo esto para lograr cumplir la demanda mundial de alimentos y materia prima para la agroindustria. En el continente americano se contaba con 13.1% con riego de la superficie cultivada en el 2013 teniendo un crecimiento del 3.7% desde el año 1973. No así en el continente europeo donde el área en el uso de riego se ha ido reduciendo en los últimos 20 años pasando de un 8.6% en el año 1993 a 7.3% del área cultivada en el año 2013. En Oceanía por ser un continente de menor superficie cultivada cuenta con 6.8% del área cultivada con riego incrementándose en un 3.1% desde el año 1973.

A nivel mundial se observa un incremento de la superficie cultivada bajo riego, pasando de un 13.6% en el año 1973 a 20.6%, siendo la fuente de agua subterránea utilizada en un 38.4% lo que corresponde a 124.7 millones de hectáreas. Existe un creciente aumento de la salinización y contaminación de las masas de agua y con la consecuencia de la degradación de los ecosistemas relacionados con el agua. La escasez de agua es cada día mayor. Hay un uso intensivo de las fuentes de aguas subterráneas. La mayoría de los continentes están sufriendo grandes daños de los ecosistemas sobretodo la calidad de los suelos y la pérdida de biodiversidad (FAO, 2011, p. 5).

FAO (2011) afirma:

La superficie cultivada en el mundo ha crecido un 12 por ciento en los últimos 50 años. La superficie regada mundial se ha duplicado durante el mismo período, lo cual representa la mayor parte del incremento neto en las tierras cultivadas. En el entretanto, la producción agrícola ha crecido entre 2,5 y 3 veces, gracias a un aumento significativo en el rendimiento de los cultivos principales. (p. 11)

La humanidad ha venido en un continuo crecimiento y cambiando sus hábitos de consumo, pero no se hace nada para planificar el futuro de los recursos de los cuales dispone. Se puede observar los crecientes acontecimientos a nivel mundial producto del cambio climático, que muchas veces trae consigo la muerte de miles de personas, sobre todo las que tienen menos recursos económicos o que viven en pobreza extrema. Es necesario realizar una planificación del consumo de los principales recursos que proporcionan los alimentos a la humanidad, la buena administración del suelo y el agua es vital para la continuidad de la producción de alimentos de una población que día a día demanda más.

En la siguiente imagen podemos observar el crecimiento de las tierras de cultivo de regadío y secano (1961-2008). Hay un incremento del uso de agua para los cultivos y una reducción significativa de hectáreas cultivadas por persona debido al crecimiento demográfico de cada año.

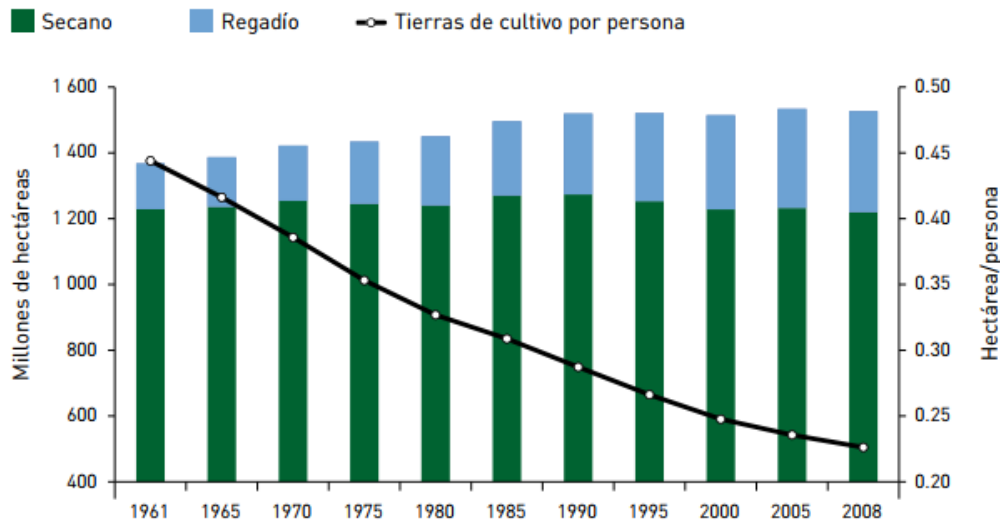


Figura 2 Crecimiento de las Tierras de Cultivo de Regadío y Secano a Nivel Mundial.

Fuente: (FAO 2010b)

En la siguiente tabla se observa los cambios y usos principales de uso de tierras (millones de hectáreas) habiendo un incremento del uso de riego para los cultivos, se observa que hay un incremento de 162 millones de hectárea bajo riego en casi 50 años.

Tabla 2 Usos Principales de la Tierra.

| | 1961 | 2009 | Incremento neto 1961-2009 |
|--------------------|-------|-------|---------------------------|
| Tierras cultivadas | 1 368 | 1 527 | 12% |
| • Secano | 1 229 | 1 226 | -0.2% |
| • Regadío | 139 | 301 | 117% |

Fuente: (FAO 2010b, c)

Una de los retos en el uso del agua para riego en la agricultura, debe seguir siendo la implementación de sistemas de riego más eficientes y localizados como el riego por goteo, tanto para optimizar el agua como el mejor uso de los recursos disponibles e incrementar la productividad. Esto por la competencia del uso del agua dulce para el consumo humano y la creciente demanda de alimentos de la población mundial.

Según Netafim(2006) quienes son expertos en sistemas de riego por goteo afirman:

La implementación del riego por goteo y el fertirriego en la caña de azúcar ha comprobado ser técnicamente posible y económicamente viable. En diversas situaciones agro-ecológicas, el riego por goteo registró una producción mayor (de 50 a 90 tons/ha), la reducción del agua (de un 30 a un 45%) y de fertilizantes (de un 25 a un 30%). Además, el riego por goteo contribuye a la mejora en el contenido de sacarosa comparado con los surcos convencionales y los métodos de riego por aspersión de pivote central, aéreo o de línea.

2.1.2 ANÁLISIS DEL MICRO ENTORNO

La economía de Honduras depende en gran medida de la agricultura, por lo que es de suma importancia la inversión en infraestructura de sistemas de riego para asegurar la producción y así abastecer el consumo interno e incrementar las exportaciones de productos no tradicionales.

FAO (2015b), afirma que: la superficie potencial regable se estima en 500,000 ha, distribuidas de la siguiente forma: 100,000 ha en las tierras altas del interior, 340,000 ha en las tierras bajas de la vertiente Atlántico y 60,000 ha en las tierras bajas de la vertiente del Pacífico.

Las actividades de riego fueron iniciadas por las empresas internacionales bananeras en los años 1920 en los fértiles valles de Sula, Aguán y La Ceiba en la costa Atlántica, y luego comenzaron los pequeños productores en el corredor central desde Choluteca hasta Comayagua. En 1952 se inició el riego público en Comayagua con los Distritos de Riego de Selguapa (2,463 ha), Las Flores (2,428 ha) que ya operaban en 1959, y en 1978 se ejecutó el Distrito San Sebastián (180 ha). En 1988 existían 66,425 ha con infraestructura de riego, 50,818 ha pertenecían al sector privado y 15,607 ha al sector público. En 1991 la superficie con infraestructura de riego se incrementó a 73,210 ha (56,152 ha del sector privado y 17,058 ha del sector público), de las cuales se regaron 55,000 ha (47,000 ha privadas y 8,000 ha públicas). Durante los años 1990 la superficie con infraestructura de riego se mantuvo sin grandes variaciones. (FAO, 2015b)

A continuación, se presenta dato de la FAO correspondiente a cultivos cosechados en superficies equipadas para el riego con dominio total. Superficie total cosechada: 87,430 en 2008 (intensidad de cultivo sobre superficie equipada para riego: 97%). La figura muestra que los cuatro cultivos que hacen más uso de agua para riego son: el maíz (31,000 hectáreas), el plátano macho (13,000 hectáreas), la caña de azúcar (12,000 hectáreas) y el banano (9,000 hectáreas).

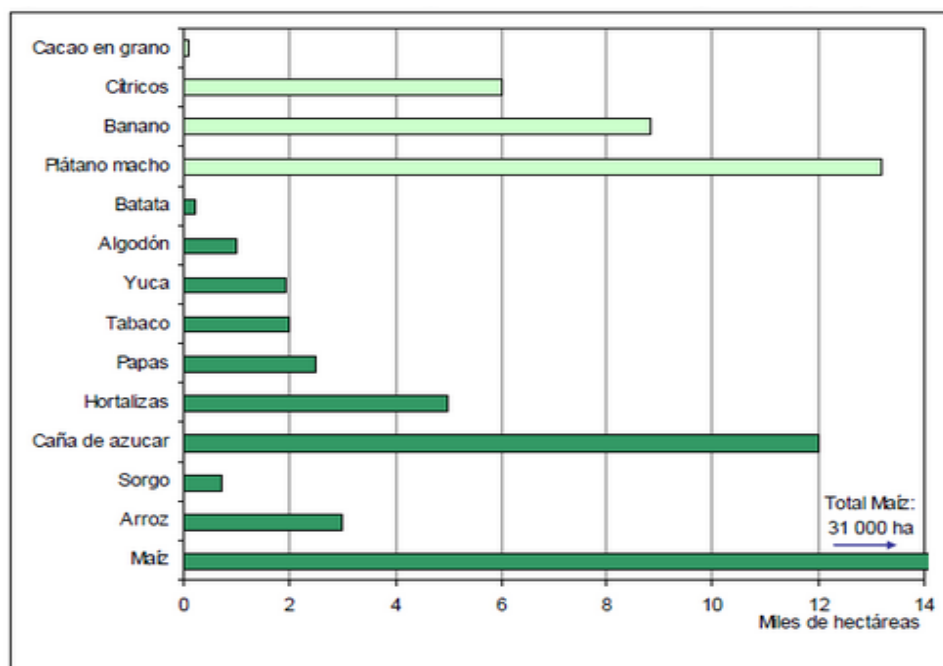


Figura 3 Cultivos Cosechados en Superficies Equipadas Para Riego con Dominio Total.
Fuente: (FAO 2016).

Tendencias en la gestión de los recursos hídricos en la agricultura

La estrategia del sector agrícola y planes de inversión han sido desarrollados usando parámetros y metas establecidas en la Visión del País 2010-2038 y el Plan de Nación 2010-2022. Esta dirección se mantiene a futuro con la búsqueda del cumplimiento de las metas de erradicación de extrema pobreza y el riego para 400,000 hectáreas para asegurar 100 por ciento de los requerimientos nacionales de alimento.

Contribuyendo a lo anterior se prevén los proyectos de la Estrategia de Cooperación Técnica del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) en Honduras (2011-2014) que incluye en su cartera el “Desarrollo Institucional para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos para la Producción Agrícola Bajo Riego”.

La integración y desarrollo del sector privado con el sector público será esencial en la implementación del Plan de Nación. También se brindará apoyo para fortalecer el comercio y las asociaciones de los productores, escuelas agrícolas, universidades y organizaciones de investigación. (FAO, 2015b)

Según La Gaceta (2014) afirma: Honduras en el 2014 tenía 12,000 hectáreas de caña de azúcar con el sistema de riego por goteo. Esta cantidad de hectáreas con goteo ha ido incrementándose más en los ingenios azucareros ubicados en el litoral pacífico donde los periodos secos son más largos y la única forma de asegurar la producción es tener la caña de azúcar bajo riego, con el fin de optimizar los fertilizantes, el agua y por ende incrementar la producción.

2.1.3 ANÁLISIS INTERNO

Actualmente la empresa cuenta con una superficie 7,283 hectáreas para uso comercial, lo que representa el 90% del área bajo riego y que se detallan a continuación.

Tabla 3 Hectáreas por Sistema de Riego.

| Hectareas por sistema de riego | | | | | |
|--------------------------------|-----------|----------------|------------|------------|--------------|
| Aspersión | Goteo | Gravedad Presa | Pivote | Temporal | TOTAL |
| 3,389 | | 22 | 156 | 690 | 4,257 |
| 1,946 | 69 | 992 | | 18 | 3,026 |
| 5,335 | 69 | 1,014 | 156 | 709 | 7,283 |

Fuente: (Chumbagua 2018)

La empresa ha ido en constante crecimiento del área de producción en los últimos seis años, teniendo hasta el año 2017 un crecimiento del cincuenta y ocho por ciento, a este mismo ritmo las inversiones en sistemas de riego, que le han permitido incrementar la producción en toneladas métricas por hectárea. La compañía ha invertido más en el riego por aspersión, porque cuenta con fuentes de agua como ríos, quebradas y lagunas como cosechas de agua. Pero la operatividad y la logística para operar los sistemas de aspersión en grandes cantidades es mayor y más compleja, es por esto que se requiere optimizar más el recurso agua, la logística con la que se cuenta e implementar un sistema de riego como el goteo es mayor cada año.

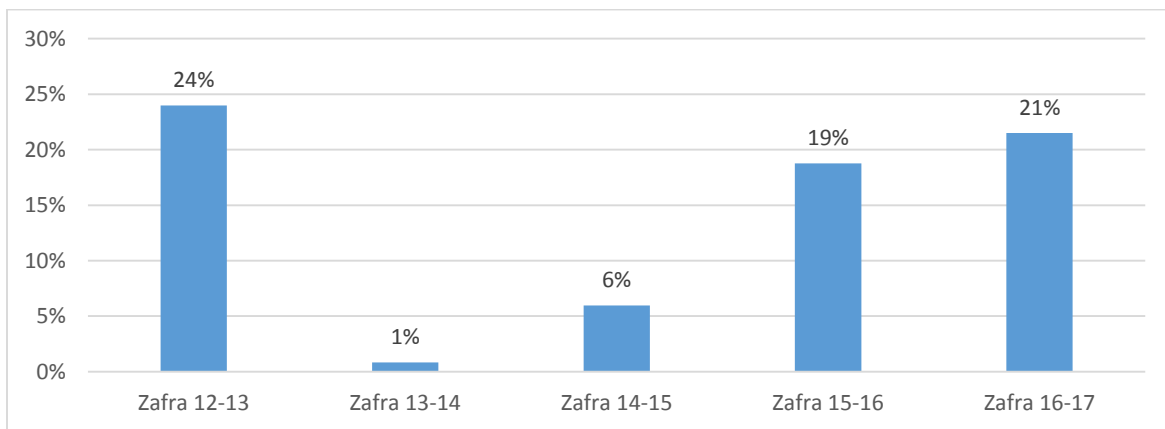


Figura 4 Crecimiento anual % en Sistemas de Riego Compañía.

Fuente: (Chumbagua 2018).

La figura 5 muestra las producciones obtenidas en las últimas 9 zafras, siendo en la zafra 2016-2017 como la de mayor producción. El crecimiento se ha debido al incremento de áreas de ampliación y la utilización de sistemas de riego.

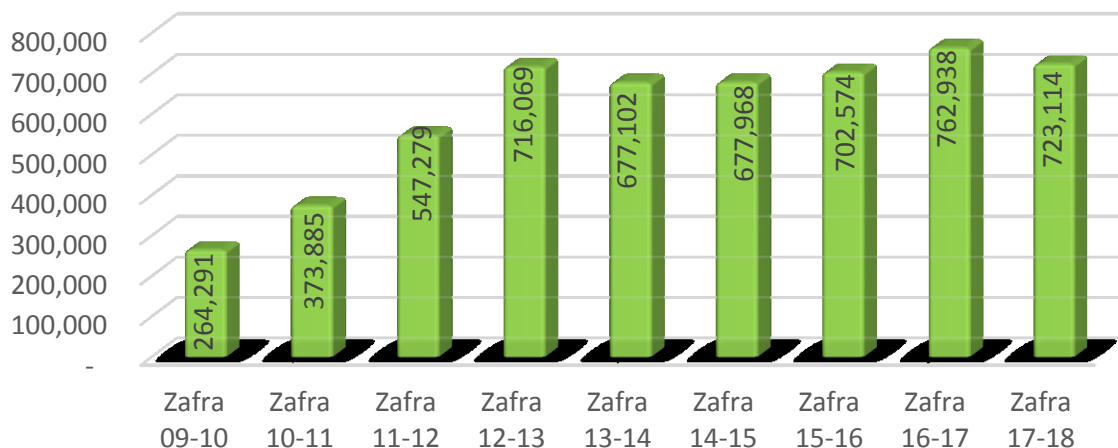


Figura 5 Producción de los últimos años en compañía Chumbagua

Fuente: (Chumbagua 2018).

La figura 6 muestra las toneladas métricas y hectáreas cosechadas durante el ciclo agrícola 2017-2018 en los ingenios de Honduras. Compañía Chumbagua se encuentra en el cuarto lugar en producción total de toneladas métricas.

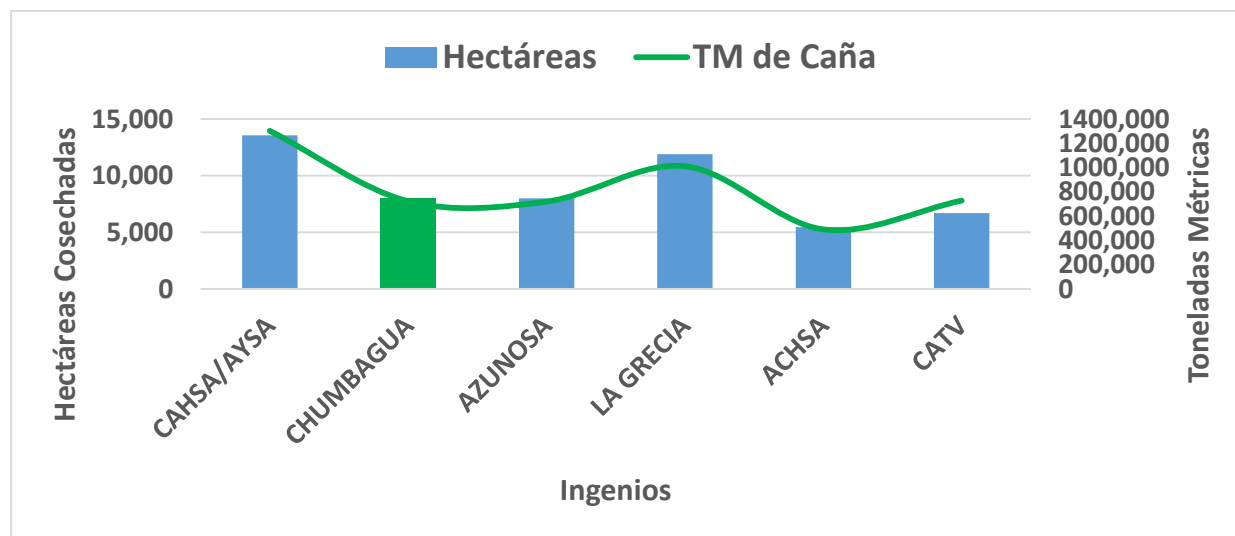


Figura 6 Comparativo de ingenios de Honduras en el 2018

Fuente: (Chumbagua 2018).

Durante los últimos dos años, ha habido una disminución de las lluvias sobre todo en los últimos tres meses de verano, en la zona donde están ubicadas las plantaciones, por esta razón se ha incrementado a un promedio de 4.55 riegos por hectáreas para suplir la demanda del consumo de agua de la caña, haciendo que los costos de riego se incrementen año con año. En el siguiente cuadro se observa la reducción drástica de lluvias en los meses de verano de los últimos años, lo cual causa una necesidad de riegos como complemento del aporte de agua de las lluvias al cultivo de la caña, para evitar el estrés por sequía, para que no haya una reducción en la producción.

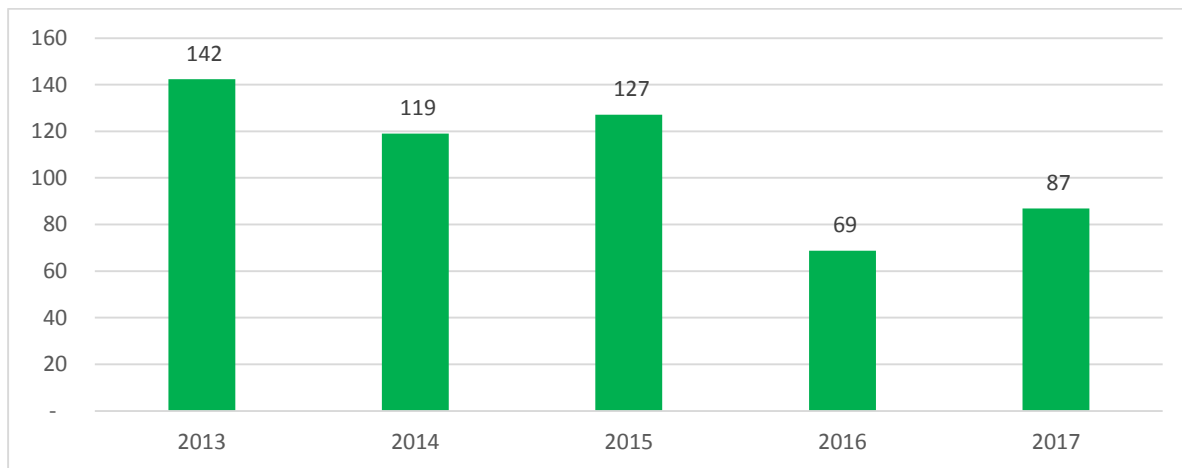


Figura 7 Milímetros de Lluvia en los Meses de Mayor Demanda de Agua del Cultivo.

Fuente: (Chumbagua 2018)

La estación meteorológica permite hacer una medición estimada de la evaporación del agua por efecto del sol más el agua que consume la planta por la transpiración (ETO) para un desarrollo normal, nos da la pauta del aporte de riego que debemos hacer de acuerdo al Coeficiente de cobertura del cultivo (Kc) para no detener el crecimiento del cultivo de la caña. Por el tipo de suelos arcillosos, poco profundos en las plantaciones, el cultivo de la caña en la compañía alcanza una cobertura total del suelo desde los 6 a 7 meses de edad, por esta razón se usa un Kc de 0.80 debido a que el cultivo tarda en hacer un efecto sombría sobre la superficie total del área cultivada. En el siguiente cuadro se puede observar la evapotranspiración promedio mensual en milímetros en las plantaciones de caña de la compañía, lo cual nos da un indicador del consumo promedio de agua y la evaporación causada por la radiación solar. Esta información es medida con la estación meteorológica y es de suma importancia para poder validar la cantidad de agua diaria que debe de aportar en cada uno de los estadios del cultivo y que servirá de referencia para determinar la

frecuencia de riego y dimensionar cada uno de los sistemas de riego que se requieran, así como también la frecuencia de riego y asegurar que la planta va tener agua disponible en el suelo.

En la tabla 4, se puede observar la evapotranspiración promedio mensual registrada en milímetros según la estación meteorológica instalada en Compañía Chumbagua. El mes de enero se puede observar que la evapotranspiración es menor con relación a los meses de febrero, marzo y abril donde la evapotranspiración promedio es de 3 mm, que corresponden al período seco por ausencia de las lluvias y es en este período que el cultivo demanda más agua porque la planta está en mayor actividad fotosintética, debido a la mayor cantidad de horas luz.

Dichos datos permiten tomar decisiones de la lámina de agua que se debe aplicar al cultivo, también es un insumo para diseñar el sistema de riego por goteo, se recomienda tomar la mayor evapotranspiración registrada para el diseño, de esta manera se garantiza que el sistema de riego aportara el agua necesaria al cultivo de la caña de azúcar.

Tabla 4 Evapotranspiración Promedio Mensual de los Últimos 5 Años.

| Años | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 2013 | 2.15 | 3.12 | 2.38 | 3.56 | 3.49 | 3.59 | 2.71 | 3.48 | 3.67 | 1.65 | 2.56 | 2.12 |
| 2014 | 1.74 | 3.33 | 3.94 | 3.65 | 3.38 | 3.60 | 4.02 | 3.87 | 3.67 | 2.92 | 1.66 | 1.94 |
| 2015 | 1.28 | 2.63 | 3.64 | 3.81 | 3.79 | 3.36 | 3.65 | 4.11 | 3.63 | 3.18 | 2.78 | 2.42 |
| 2016 | 1.77 | 0.31 | 2.71 | 3.17 | 3.83 | 3.83 | 1.76 | 5.75 | 5.02 | 3.96 | 1.69 | 3.06 |
| 2017 | 2.75 | 3.09 | 2.39 | 3.32 | 4.48 | 3.95 | 3.76 | 3.78 | 4.38 | 3.29 | 2.45 | 1.54 |

Fuente: (Chumbagua 2018)

2.2 TEORÍA DE SUSTENTO

Para analizar la factibilidad del riego por goteo en caña de azúcar en la compañía se hará uso de un análisis técnico económico y así determinar la factibilidad de instalar riego por goteo en caña de azúcar para compañía Azucarera Chumbagua.

2.2.1 ESTUDIO TÉCNICO

Baca Urbina (2013) Afirma: a través del análisis técnico operativo de un proyecto se consigue:

- 1) Verificar la posibilidad técnica de la fabricación del producto que se pretende.

2) Analizar y determinar el tamaño, la localización, los equipos, las instalaciones y la organización óptimos requeridos para realizar la producción.

En resumen, se pretende resolver las preguntas referentes a dónde, cuánto, cuándo, cómo y con qué producir lo que se desea, porque el aspecto técnico-operativo de un proyecto comprende todo aquello que tenga relación con el funcionamiento y la operatividad del propio proyecto. Las partes que conforman el estudio técnico se muestran en la siguiente figura

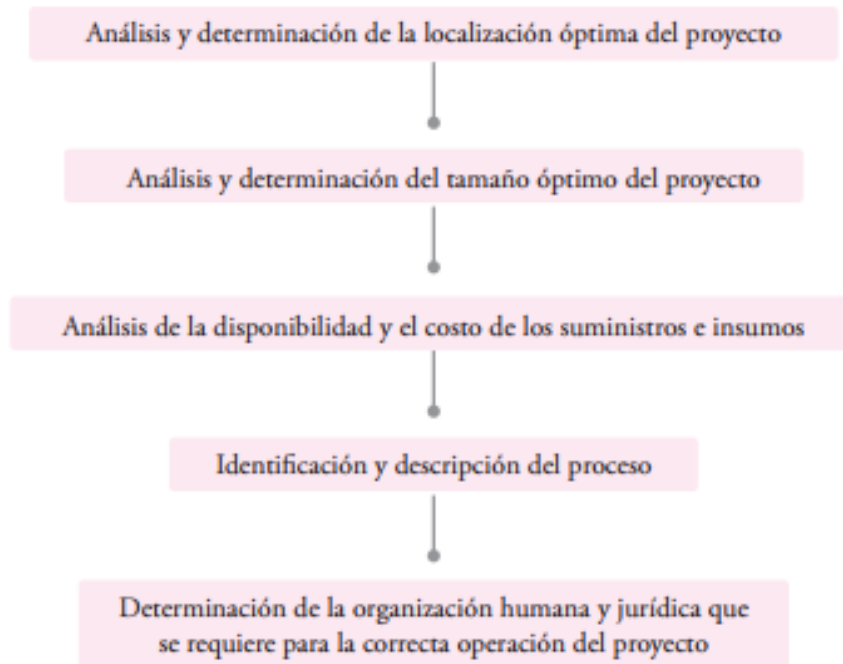


Figura 8 Estudio Técnico de un Proyecto.

Fuente: (Baca Urbina 2013)

El estudio técnico debe ser capaz de tener herramientas necesarias para diseñar, administrar y optimizar el funcionamiento del nuevo producto a obtener. Para determinar el tamaño óptimo del proyecto es necesario conocer con mayor precisión tiempos predeterminados o tiempos y movimientos del proceso, o en su defecto diseñar y calcular esos datos con una buena dosis de ingenio y de ciertas técnicas. Si no se conocen estos elementos, el diseño del proyecto viene a ser un arte más que un acto de ingeniería. Por ejemplo, cuando una cocinera elabora el platillo de su especialidad, nunca reflexiona en la optimización de los tiempos y de los ingredientes, lo que le importa es el resultado final: un sabor exquisito en su comida, y es un arte porque no cualquiera lo hace. La optimización del tamaño de la planta y de las condiciones de trabajo es similar a obtener un platillo de sabor igual al de la mejor cocinera, pero se deben optimizar todas las operaciones, de

manera que dichas operaciones, o sea el sabor en su comida, puedan repetirse, cuantas veces se quiera, al menor costo, en el menor tiempo posible, y esto sí es un verdadero acto de ingeniería. Se ha demostrado que el uso racional del riego permite alcanzar un alto nivel de rendimiento en el cultivo, aprovechando mejor los fertilizantes que se aplican por el sistema de goteo, lo que provoca una disminución de los costos. Y para obtener altos rendimientos en el cultivo, la correcta administración del agua es fundamental. Debemos usar con la máxima eficiencia posible el recurso que tenemos más a mano.

2.2.1.1 RIEGO DE LA CAÑA DE AZÚCAR.

Los sistemas de riego utilizados para el riego de la caña de azúcar, dependerán de la disponibilidad de agua en las zonas donde se hagan las plantaciones. En resumen, todos los sistemas de riego son excelentes de acuerdo al manejo y control que se tenga para optimizar al máximo el uso del agua para riego. La caña de azúcar es una gramínea que se adapta varias condiciones meteorológicas, tolera periodos largos con ausencia de lluvia, pero se ve afectada su productividad. (Subirós Ruiz, 1995)

Según Subirós Ruiz (1995), dentro de los sistemas más utilizados para riego están los siguientes:

- 1) Riego por superficie: Distribuir el agua por canales internos del lote a regar y derivar el agua sobre la superficie cultivada hasta que el suelo quede totalmente húmedo. Dentro de estos sistemas de riego está el riego por surcos o surcos alternos. Para esto es necesario hacer una nivelación del terreno para permitir una óptima distribución del recurso agua.



Figura 9 Riego por Superficie.

Fuente: (Chumbagua, Merlin Gómez 2018).

El riego por gravedad es el más económico, pero es el menos eficiente, ya que del agua aplicada solo se aprovecha un 30%, el otro porcentaje se pierde por escorrentía y conducción por canales de terracería, este sistema tiene la desventaja de provocar erosión del suelo y por ende arrastrar nutrientes, y algunos ingenios azucareros lo usan para evacuar el agua que desecha la fábrica, después de un proceso de decantación por las lagunas de tratamiento de aguas residuales.

Riego por aspersión: Consiste en distribuir agua en forma de lluvia sobre la superficie del suelo mediante aspersores instalados en campo que reciben el agua presurizada en la tubería de conducción, que es presurizada por una bomba. Este sistema nos permite tener un mejor control de la lámina de riego a aplicar en relación al riego por gravedad. Y su eficiencia sobre el uso del agua para riego mejora hasta un 86% del agua aplicada. La lámina aplicada con los aspersores Nelson F100 es de 53mm en 3 horas de trabajo por posición, esta lámina de riego nos asegura una frecuencia de riego de 9 días, en donde la evapotranspiración ETO diaria es de 6mm.



Figura 10 Riego por Aspersión Tradicional.

Fuente: (Merlin Gómez, 2018)

2) Dentro del sistema de riego por aspersión más usado en la industria cañera esta:

2.1) El Aspersión Tradicional; el cual consiste en el uso de motobombas o bomba eléctrica ubicada en la fuente, la cual bombea el agua dentro de la tubería de conducción de aluminio, en la cual están ubicados los laterales, en donde se instalan los aspersores que distribuyen el agua sobre la superficie del suelo. Los aspersores más utilizados en este sistema tienen descargas de 150 a 200 galones por minuto.

2.2) El Aspersión Semifijo; este sistema consta de una unidad de bombeo que presuriza la tubería de conducción PVC enterrada a una profundidad para que no sea dañada por el laboreo del cultivo. Cuenta con hidrantes y laterales a cada 108 metros, distribuidos en las cabeceras de los lotes. En estos hidrantes se instalan los laterales de tubería PVC resistente a los rayos UV, en estos laterales se instalan los aspersores que tienen una descarga de 60 gpm. Este sistema de riego es más eficiente con relación al Aspersión Tradicional, ya que se facilita más la operatividad debido al menor diámetro de tubería, lo portátil y liviano de los aspersores y los accesorios que en él se usan.



Figura 11 Riego por Aspersión Semifijo.

Fuente: (Merlin Gómez, 2018).

Los sistemas de aspersión tienen una serie de ventajas y desventajas de las cuales las más relevantes son:

1) Ventajas:

1.1) Permiten regar con aguas que tengan partículas en suspensión, siempre y cuando estas no contengan arenas que dañen el sistema de bombeo y los aspersores.

1.2) El monto de la inversión es menor en comparación a un sistema de goteo.

1.3) La supervisión de la operación de riego es más práctica, debido a que se ve el área húmeda de trabajo de cada aspersor.

1.4) Este sistema de riego no es una instalación fija, por lo que permite movilizarla a otras áreas que requieran del riego.

2) Desventajas;

- 2.1) Este sistema de riego se ve afectado por las ráfagas de viento, evitando de esta manera una buena cobertura de la superficie. Esto puede ocasionar problemas en la uniformidad de germinación de la caña de azúcar y el riego de cañas planta y socas.
- 2.2) Aunque su inversión inicial sea menor en comparación con el riego por goteo, los costos de reparación son mayores, por la cantidad de tubería, accesorios y aspersores en movimientos de todos los días de trabajo.
- 2.3) La instalación de los laterales en el campo no siempre es uniforme, ya que, en la mayoría de las veces de su instalación, queda más a criterio de los regadores que al diseño previo a su adquisición.
- 2.4) Los accesorios son más susceptibles a los hurtos y extravíos en cada movimiento durante la temporada de riego.
- 2.5) Se requiere hacer uso de un tractor y un troco para los movimientos a cada lote a regar.

3) Riego por Pivote: Es un sistema por aspersion que cuenta con una estructura de acero galvanizado, la que está soportada por torres de metal que tienen ruedas se mueven de manera sincronizada y automatizada. Estas torres están equipadas con bajantes de mangueras con boquillas en el extremo que asperja el agua sobre el área cultivada.

La lámina de riego a aplicar se puede regular por la velocidad de avance o rotación.



Figura 12 Riego por Pivote.

Fuente: (Chumbagua, Merlin Gómez, 2018).

4) Riego por Goteo: Es un sistema de riego presurizado que nos permite hacer un uso más eficiente de hasta un 96% del agua aplicada. Para la instalación de este sistema se hace un levantamiento topográfico del terreno, en donde se toman en cuenta las curvas a nivel y la ubicación de la fuente

de agua, se toma en cuenta el distanciamiento de siembra para calcular la cantidad de cinta de goteo por Ha.

Este consta de un sistema de bombeo, filtros de grava o de anillas, una red de tuberías de conducción, válvulas y cintas de goteo enterradas a una profundidad de 15 a 25 Cm, esta cinta cuenta con emisores (goteros), estos emisores pueden ser auto compensados o convencionales. La siembra para este sistema de riego se hace en doble surco, para el aprovechamiento de cada lateral o cinta de goteo, la separación entre surcos puede variar entre 60 Cm hasta 90 Cm. Y de 1,20 metros a 1,50 metros entre surcos. La distancia de los laterales o longitud de los surcos dependerá del diseño que se haya planteado para optimizar los diámetros de tubería y los bloques de riego.

En el mercado hay un sin número de cintas con goteros incrustados e insertados, para el riego de plantas ornamentales, hortalizas y árboles frutales que han sido adaptadas a las necesidades de riego de cada cultivo.

Tipos de cintas de Goteo:

- 1) Cinta auto-compensada: esta cinta tolera regar en pendientes irregulares, en donde cada gotero tiene la misma descarga de agua, permitiendo de esta manera un riego más uniforme en la superficie. En el mercado existen cintas de goteo auto compensado para riego enterrado en caña que tienen una tecnología de trampas que no permiten la incrustación de las raíces del cultivo en el gotero.



Figura 13 Riego por Goteo.

Fuente: (Merlin Gómez, 2018).

- 2) Cinta convencional; esta cinta no tolera diferenciación de pendientes, está diseñada para riego sobre superficies planas, es de más bajo costo, pero funciona muy bien en sus condiciones de diseño.

Ventajas y Desventajas del sistema de riego por Goteo:

A continuación, se describe una serie de ventajas y desventajas identificadas en la operación del riego por goteo enterrado en caña de azúcar:

1) Ventajas:

- 1.1) Este sistema nos permite un mejor control de la lámina de riego aplicada en cada estadio del cultivo de la caña de azúcar.
- 1.2) Se fertiliza durante el riego, haciendo usos de un sistema de inyección y una fuente de fertilizantes solubles. Esto nos permitirá hacer un uso más eficiente de los nutrientes de acuerdo a la curva de absorción de la plantación para asegurar una mejor producción.
- 1.3) La humedad por el riego es concentrada cerca del sistema radicular y en el entresurco del cultivo. Esto baja la incidencia de malezas en el resto de la superficie del área cultivada.
- 1.4) Se tiene un mejor control de la suspensión del riego en la madurez fisiológica de la caña de azúcar. Para motivarla a que concentre el azúcar deseado.
- 1.5) Se obtienen mejores rendimientos en la producción, por el uso adecuado y eficiente del agua para riego y la fertilización por el sistema de goteo.

2) Desventajas:

- 2.1) La inversión inicial por Hectárea instalada es alta, de L. 48,320.00 a L. 53,152.00, y va en dependencia desde la fuente de agua hasta el área más distante que se pretende regar, esta inversión también esto puede variar de acuerdo a las condiciones del terreno como topografía y accesibilidad a la finca.
- 2.2) La vida útil de la cinta de goteo dependerá de la calidad del agua y el programa de mantenimiento que se esté realizando.
- 2.3) Por ser un goteo enterrado hay incidencia de taponamiento por incrustación de raíces del cultivo en los goteros.
- 2.4) Se adhieren algas y otras materias orgánicas a en el cuerpo del gotero, lo que provoca una descarga des-uniforme del agua, lo que también reduce la vida útil del goteo.

2.5) La cosecha en los lotes con este sistema de riego debe ser en condiciones totalmente secas, porque cuando se cosecha en húmedo, los daños a la cinta son altos.

Se deben hacer reparaciones periódicas por fugas en los laterales, provocado por los daños durante la cosecha en húmedo. Por esta razón es muy importante tomar en cuenta los siguientes factores en la instalación de un sistema de riego por goteo enterrado en caña de azúcar.

1) Lamina de riego

Determinar la lámina de riego diaria a aplicar para el diseño del sistema, para esto se toma en cuenta: ETC, tipo de cultivo, frecuencia de riego.

2) Fuente de agua.

Identificar y aforar la fuente de agua a utilizar, esta deberá ser la suficiente para poder alimentar el sistema de goteo haciendo un mínimo impacto ecológico. La fuente de agua puede ser superficial de ríos, canales de riego, reservorios, pozos y lagunas.

3) Calidad del agua.

Hacer un análisis del agua para determinar la dureza que nos dirán la cantidad de sales, hierro, materia orgánica y otras partículas en suspensión que contenga el agua. Esta permitirá determinar:

3.1) Área de filtrado.

3.2) Filtros de grava, de maya, o hidro-ciclón.

3.3) Programa de mantenimiento del goteo, para la limpieza de los goteros con cloro, ácido y lavados de cinta.

4) Topografía del terreno.

Se lleva a cabo mediante un levantamiento topográfico que permitirá identificar los puntos más altos y bajos del área donde se instalará el sistema de riego. Esta información se descarga en el programa AutoCAD para poder utilizarlo en el programa de diseño de riego. La cinta de goteo es el elemento más importante en un sistema de goteo porque permite distribuir el agua de riego cerca del área radicular de la plantación. Por esta razón es importante tomar en cuenta; los goteros auto compensados tienen un flujo turbulento o transitorio en los que se intenta obtener un caudal constante independientemente de la presión. La autorregulación se consigue mediante una pieza móvil y flexible de caucho que se deforma bajo la presión, disminuyendo la sección de paso del agua y limitando así el caudal sin importar la topografía del terreno.

Los goteros convencionales que se pueden utilizar en terrenos planos y no toleran diferencias de altura porque provocan una des uniformidad del riego.

Con la información topográfica se alimenta el software de diseño de riego, ingresando la lámina de riego a aplicar, tipo de cultivo, tiempo de riego, el cual le brinda la siguiente información:

- 5.1) Velocidad del agua en galones por minuto debe ser $<$ a 2 metros por segundo.
- 5.2) Consumo de agua en m³ del sistema.
- 5.3) Diámetro y cantidad de tubería de conducción PVC.
- 5.4) Metros lineales de cinta de goteo.
- 5.5) Dimensión del sistema de bombeo en galones por minuto.
- 5.6) Carga dinámica del sistema de bombeo.
- 5.7) Válvulas ventosas e hidráulicas.
- 5.8) Accesorios de PVC.
- 5.9) Metros de excavación y tapado.
- 5.10) Horas máquina.
- 5.11) Cantidad y mano de obra calificada para la instalación.

5) Textura del suelo.

Identificar la textura del suelo para determinar el distanciamiento de goteros a utilizar. En suelos arcillosos el distanciamiento entre goteros puede ser de 35 cm a 50 cm de distancia, por las propiedades físicas del suelo, el bulbo de humedad puede desplazarse hasta el sistema radicular de la planta sin ningún problema.

En suelos arenosos el distanciamiento entre goteros debe ser menor, de 20 a 30 centímetros, porque las condiciones físicas del suelo permiten que el agua baje y no permite desplazarse de una forma más horizontal sobre la superficie del terreno.

6) Distanciamiento de siembra.

El distanciamiento de siembra permite obtener lo relacionado a la ubicación de las mangueras de goteo con respecto a la planta, comenta que existen varias metodologías utilizadas en el país, siendo las más usadas una manguera por surco cuando existe un espaciamento entre ellos de 1,50 a 1,75 m y el doble surco. Cuando se utiliza la siembra de la caña en doble surco, el espaciamento entre las líneas de goteo varía entre 1,80 a 2,40 m, el de plantas varía entre 0,40 a 0,60 m y la

manguera se coloca en medio del doble surco, asegurando que de una sola línea de goteo abastezca de agua a las dos líneas de cultivo en medio de ella.

La manguera se debe de desplazar hacia la derecha o izquierda del centro de la planta entre 5 a 10 cm para evitar el estrangulamiento de las líneas de goteo por las raíces de la planta, sólo cuando se utiliza el espaciamiento de 1,50 a 1,75 m entre surco. La profundidad a la cual debe de ser colocada la manguera de goteo es de 15 a 20 cm para evitar daños por cosecha. Los espaciamientos recomendados entre goteros varían entre 0,30 a 0,50 m, con caudales que oscilan entre 1.m a 1.5metros y también dependerá de la textura de suelo. En suelos arenosos los espaciamientos de goteros deben ser menores. La longitud de los laterales debe ser acondicionado al equipo de cosecha, esto es muy importante porque los equipos de acarreo puedan entrar por una cabecera de los lotes y salir por el otro extremo, para que no se crucen los surcos de caña porque pueden provocar daño a las cintas de goteo en suelos húmedos.

7) Fuente de energía para el bombeo.

Tomar en cuenta la fuente de energía a utilizar para alimentar el bombeo que alimentará de agua el sistema de goteo. La fuente puede ser de combustión interna. Es la bomba adaptada a un motor diésel. Eléctrica. Una bomba adaptada a un motor trifásico. Para esta es importante determinar los caballos de fuerza de la bomba y dimensionar el banco de transformadores y la demanda de energía de la misma.

2.2.2 ESTUDIO ECONÓMICO

Baca Urbina (2013) El estudio económico o análisis económico dentro de la metodología de evaluación de proyectos, consiste en expresar en términos monetarios todas las determinaciones hechas en el estudio técnico.

Las decisiones que se hayan tomado en el estudio técnico en términos de cantidad de materia prima necesaria y cantidad de desechos del proceso, cantidad de mano de obra directa e indirecta, cantidad de personal administrativo, número y capacidad de equipo y maquinaria necesarios para el proceso, etc.— ahora deberán aparecer en forma de inversiones y gastos. La parte del análisis económico pretende determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, cuál será el costo total de la operación de la planta (que

busque las funciones de producción, administración y ventas), así como otra serie de indicadores que servirán como base para la parte final y definitiva del proyecto, que es la evaluación económica.

Baca Urbina (2013). En la figura 14, se muestra la estructuración general del análisis económico. Las flechas indican dónde se utiliza la información obtenida en ese cuadro. Por ejemplo, los datos de la inversión fija y diferida son la base para calcular el monto de las depreciaciones y amortizaciones anuales, el cual, a su vez, es un dato que se utiliza tanto en el balance general como en el punto de equilibrio y en el estado de resultados. La información que no tiene flecha antecedente, como los costos totales, el capital de trabajo y el costo de capital, indica que esa información hay que obtenerla con investigación. Como se observa, hay cuadros de información, como el balance general y el estado de resultados, que son síntesis o agrupamientos de información de otros cuadros. Para la evaluación económica es necesario contar con el estado de resultados, balance general y el costo de capital.

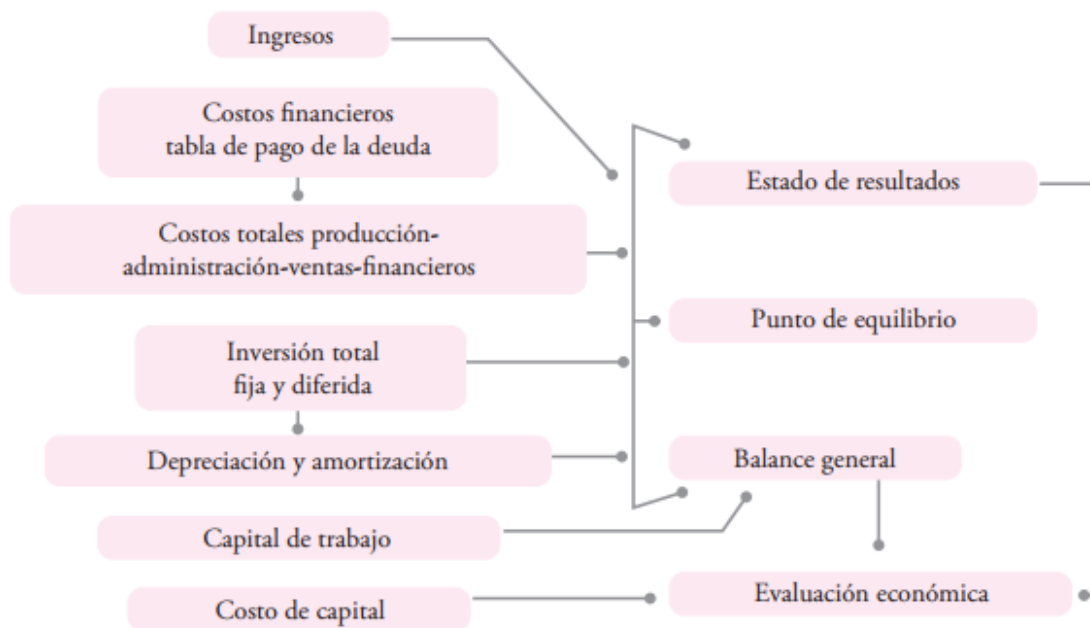


Figura 14 Estructura de Análisis Económico.

Fuente: Baca Urbina (2013)

2.2.2.1 DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS

- 1) Costos: es un desembolso en efectivo o en especie hecho en el pasado (costos hundidos), en el presente (inversión), en el futuro (costos futuros) o en forma virtual (costos de oportunidad). (Baca Urbina, 2013)

- 2) Costos de producción: los costos de producción no son más que un reflejo de las determinaciones realizadas en el estudio técnico. Por lo general un error en el costeo de producción es porque se realizó un error de cálculo en el estudio técnico. (Baca Urbina, 2013) Costos administrativos: Estos costos provienen de las funciones administrativas que se realizan en la empresa. Sin embargo, tomados en un sentido amplio, no sólo significan los sueldos del gerente o director general y de los contadores, auxiliares, secretarias, así como los gastos generales de oficina. Una empresa de cierta envergadura puede contar con direcciones o gerencias de planeación, investigación y desarrollo, recursos humanos y selección de personal, relaciones públicas, finanzas o ingeniería (aunque este costo podría cargarse a producción). (Baca Urbina, 2013)
- 3) Costos financieros: Son los intereses que se deben pagar en relación con capitales obtenidos en préstamo. Algunas veces estos costos se incluyen en los generales y de administración, pero lo correcto es registrarlos por separado, ya que un capital prestado puede tener usos muy diversos y no hay por qué cargarlo a un área específica. (Baca Urbina, 2013)
- 4) Inversión inicial total: la inversión inicial comprende la adquisición de todos los activos fijos o tangibles y diferidos o intangibles necesarios para iniciar las operaciones de la empresa, con excepción del capital de trabajo. (Baca Urbina, 2013)
- 5) Cronograma de inversiones: cálculo del tiempo apropiado para capitalizar o registrar los activos de forma contable. (Baca Urbina, 2013)
- 6) Depreciaciones y amortizaciones: el término depreciación tiene exactamente la misma connotación que amortización, pero el primero sólo se aplica al activo fijo, ya que con el uso estos bienes valen menos; es decir, se deprecian; en cambio, la amortización sólo se aplica a los activos diferidos o intangibles, ya que, por ejemplo, si se ha comprado una marca comercial, ésta, con el uso del tiempo, no baja de precio o se deprecia, por lo que el término amortización significa el cargo anual que se hace para recuperar la inversión. (Baca Urbina, 2013)
- 7) Capital de trabajo: desde el punto de vista contable el capital de trabajo se define como la diferencia aritmética entre el activo circulante y el pasivo circulante. Desde el punto de vista práctico, está representado por el capital adicional (distinto de la inversión en activo fijo y diferido) con que hay que contar para que empiece a funcionar una empresa; esto es, hay que financiar la primera producción antes de recibir ingresos. (Baca Urbina, 2013)
- 8) Punto de equilibrio: el punto de equilibrio es el nivel de producción en el que los ingresos por ventas son exactamente iguales a la suma de los costos fijos y los variables.

9) Estado de resultados: la finalidad del análisis del estado de resultados o de pérdidas y ganancias es calcular la utilidad neta y los flujos netos de efectivo del proyecto, que son, en forma general, el beneficio real de la operación de la planta, y que se obtienen restando a los ingresos todos los costos en que incurra la planta y los impuestos que deba pagar. (Baca Urbina, 2013)

En la siguiente imagen se muestra un estado de resultados:

| Flujo | Concepto |
|-------|------------------------------|
| + | Ingresos |
| - | Costo de producción |
| = | Utilidad marginal |
| - | Costos de administración |
| - | Costos de venta |
| - | Costos financieros |
| = | Utilidad bruta |
| - | ISR (42%) |
| - | RUT (10%) |
| = | Utilidad neta |
| + | Depreciación y amortización |
| - | Pago a principal |
| = | Flujo neto de efectivo (FNE) |

Figura 15 Estados de Resultados.

Fuente: (Baca Urbina, 2013)

De acuerdo a la imagen vista anteriormente se puede realizar el cálculo del estado de resultados partiendo de: Ingresos Obtenidos menos los Costos de Producción da como resultado la Utilidad Marginal a esta última se le restan los Costos Administrativos, Costos de Venta y Costos Financieros. Lo anterior nos da como resultado la Utilidad Bruta, a esta se le restan los Impuestos Sobre la Renta e Impuestos sobre la Utilidad dándonos como resultado la Utilidad Neta a quien se le suma la Depreciación y Amortización y restamos a esta el Pago que se hace al monto principal dando como resultado el Flujo Neto Efectivo.

10) Costo de capital o tasa mínima de rendimiento aceptable (TMAR): para formarse cualquier empresa debe realizar una inversión inicial. El capital que forma esta inversión puede provenir de varias fuentes: sólo de personas físicas (inversionistas), de éstas con personas morales (otras empresas), de inversionistas e instituciones de crédito (bancos) o de una mezcla de inversionistas, personas morales y bancos. Como sea que haya sido la aportación de capitales, cada uno de ellos

tendrá un costo asociado al capital que aporte, y la nueva empresa así formada tendrá un costo de capital propio. (Baca Urbina, 2013)

La TMAR se define como: (Ver ecuación 1).

$$1) \text{ TMAR} = i + f + if$$

Donde:

i = Premio al riesgo

f = Inflación

11)Financiamiento (tabla de pago de la deuda): Una empresa está financiada cuando ha pedido capital en préstamo para cubrir cualquiera de sus necesidades económicas. Si la empresa logra conseguir dinero barato en sus operaciones, es posible demostrar que esto le ayudará a elevar considerablemente el rendimiento sobre su inversión. Debe entenderse por dinero barato los capitales pedidos en préstamo a tasas mucho más bajas que las vigentes en las instituciones bancarias. (Baca Urbina, 2013)

Según (Baca Urbina, 2013), existen cuatro formas de pagar un préstamo:

- 11.1) Pago de capital e intereses al final de los años.
- 11.2) Pago de interés al final de cada año, y de interés y todo el capital al final del último año.
- 11.3) Pago de cantidades iguales al final de cada uno de los años.
- 11.4) Pago de intereses y una parte proporcional del capital al final de cada uno de los años.

12)Balance general: Activo, para una empresa, significa cualquier pertenencia material o inmaterial; pasivo significa cualquier tipo de obligación o deuda que se tenga con terceros. Capital significa los activos, representados en dinero o en títulos, que son propiedad de los accionistas o propietarios directos de la empresa a igualdad fundamental del balance: (Ver ecuación 2). (Baca Urbina, 2013)

$$2) \text{ Activo} = \text{Pasivo} + \text{Capital}$$

2.2.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA

(Baca Urbina, 2013) la metodología de evaluación de proyectos calcula la rentabilidad de la inversión en términos de los dos índices más utilizados, que son el valor presente neto (*VPN*) y la tasa interna de rendimiento (*TIR*). Todas las cifras monetarias que se obtengan en el análisis o estudio económico del proyecto, ahora se deben transformar a un índice de rentabilidad económica. Las cifras para calcular estos índices de rentabilidad son la inversión inicial (sólo en activo fijo y diferido), la depreciación, los flujos netos de efectivo y algunos datos del financiamiento.

Se tienen tres elementos fundamentales que se deben considerar: el cambio del valor del dinero a través del tiempo, la inflación y la tasa de interés de los financiamientos que la empresa haya solicitado, la cual también estará influida por la inflación. Por esta razón, la primera competencia que debe tenerse en este capítulo es la capacidad de análisis de datos duros. Por supuesto, cualquier error en la selección de los datos o una mala interpretación de los mismos conducirá a resultados no válidos (Baca Urbina, 2013).

El estudio de la evaluación económica es la parte final de toda la secuencia de análisis de la factibilidad de un proyecto.

Valor presente neto (*VPN*): es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial.

Sumar los flujos descontados en el presente y restar la inversión inicial equivale a comparar todas las ganancias esperadas contra todos los desembolsos necesarios para producir esas ganancias, en términos de su valor equivalente en este momento o tiempo cero.

Formula de *VPN*: (Ver ecuación 3).

$$3) \text{VPN} = -P + \frac{\text{FNE}_1}{(1+i)^1} + \frac{\text{FNE}_2}{(1+i)^2} + \frac{\text{FNE}_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{\text{FNE}_n}{(1+i)^n}$$

VPN = Valor presente neto

FNE = Flujo neto de efectivo

i = Tasa mínima aceptable

VS = Valor de salvamento

BACA URBINA (2013), afirma que del VPN se puede concluir lo siguiente:

- 1) Su valor depende exclusivamente de la i aplicada. Como esta i es la $TMAR$, su valor lo determina el evaluador.
- 2) Los criterios de evaluación son: si $VPN \geq 0$, acepte la inversión; si $VPN < 0$, recházela

Tasa interna de retorno (TIR): Se le llama tasa interna de rendimiento porque supone que el dinero que se gana año con año se reinvierte en su totalidad. Es decir, se trata de la tasa de rendimiento generada en su totalidad en el interior de la empresa por medio de la reinversión.

Con el criterio de aceptación que emplea el método de la TIR : si ésta es mayor que la $TMAR$, acepte la inversión; es decir, si el rendimiento de la empresa es mayor que el mínimo fijado como aceptable, la inversión es económicamente rentable.

La TIR es la i que hace el $VPN = 0$

De la ecuación del cálculo del VPN, basta con igualar su valor a cero de la siguiente forma:
(Ver ecuación 4).

$$4) 0 = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n}$$

Si se conoce P , inversión inicial, y los FNE, los flujos netos de efectivo, o ganancia neta anual después de impuestos, en la ecuación anterior, la única incógnita i , la cual se calcula a prueba y error, hasta que el lado derecho de la ecuación se haga cero.

El método costo-beneficio: Una forma alternativa de evaluar económicamente un proyecto, es mediante el método costo-beneficio, el cual consiste en dividir todos los costos del proyecto sobre todos los beneficios económicos que se van a obtener. Si se quiere que el método tenga una base sólida, tanto costos como beneficios deberán estar expresados en valor presente. No se trata entonces de sumar algebraicamente todos los costos por un lado, y beneficios del proyecto por otro lado, sin considerar el cambio del valor del dinero a través del tiempo.

Período de recuperación: Este método, que también se conoce como PP por sus siglas en inglés (Payback Period), consiste en determinar el número de periodos, generalmente en años, requeridos para recuperar la inversión inicial emitida, por medio de los flujos de efectivos futuros que generará el proyecto.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

1) Inversión Inicial: la inversión inicial comprende la adquisición de todos los activos fijos o tangibles y diferidos o intangibles necesarios para iniciar las operaciones de la empresa, con excepción del capital de trabajo. (Baca Urbina, 2013). Esta variable se ve involucrada en el cálculo de la tasa interna de rendimiento, una mayor inversión inicial produce una tasa interna de rendimiento menor.

2) Ingresos: el modelo de negocios de una compañía es generar suficientes ingresos para cubrir los costos y generar utilidades. También se define como la cantidad de dinero que se recibe por la prestación de un bien o servicio. Un mayor nivel de ingresos representa más flujo de efectivo que contribuye al crecimiento de la tasa.

3) Costos: es un desembolso en efectivo o en especie hecho en el pasado (costos hundidos), en el presente (inversión), en el futuro (costos futuros) o en forma virtual (costos de oportunidad). (Baca Urbina, 2013). Altos de costos disminuyen el flujo de efectivo y, por ende, la tasa interna de rendimiento.

4) Depreciación: depreciación tiene exactamente la misma connotación que amortización, pero el primero sólo se aplica al activo fijo, ya que con el uso estos bienes valen menos; es decir, se deprecian; en cambio, la amortización sólo se aplica a los activos diferidos o intangibles, ya que, por ejemplo, si se ha comprado una marca comercial, ésta, con el uso del tiempo, no baja de precio o se deprecia, por lo que el término amortización significa el cargo anual que se hace para recuperar la inversión. (Baca Urbina, 2013)

5) La depreciación ejerce un impacto significativo en los flujos de efectivo ya que representa un gasto no efectivo que es deducible de impuestos y que debe ser sumado a las utilidades después de impuestos. Es decir que a mayor monto de depreciación cargado en un período, menor será el ingreso gravable y, por ende, menor el pago de impuestos; lo que a su vez se traduce en un aumento en los ingresos de efectivo que afectan positivamente la tasa interna de rendimiento.

6) Utilidad: es el ingreso residual que se obtiene al restar los costos totales de los ingresos totales. (Baca Urbina, 2013).

Tiene un grado de afectación positivo las utilidades altas significan más flujo de efectivo que se capitaliza en una mayor tasa interna de rendimiento.

7) Impuestos: los impuestos a los ingresos y a bienes y servicios reducen el ingreso privado y generan recursos para el gasto público. La tasa interna de rendimiento se ve afectada por la

actividad gubernamental debido a que la imposición de más impuestos reduce los ingresos y genera menos utilidades.

8) Lámina de Riego: Espesor de la capa de agua con que una superficie quedaría cubierta por un volumen de agua. Esta lámina de riego se mide en litros de agua distribuidos por metro cuadrado de suelo. Por ejemplo; un mililitro es un litro de agua en un metro cuadrado de suelo.

9) Topografía: son todas las características que definen el relieve que posee una determinada extensión de terreno, identificando los puntos más altos y bajos de la superficie.

10) En los sistemas de riego tiene una afectación negativa, ya que se requerirá una mayor potencia del sistema de bombeo para lograr un riego más uniforme si la pendiente es demasiado elevada.

11) Textura de suelo: es el tamaño de partículas que componen el suelo siendo estas de arena, limo y arcilla. Las concentraciones de estas pueden afectar positiva o negativamente las condiciones óptimas para un riego más uniforme.

12) Fuente de Agua: Es el agua disponible en su estado natural, tanto para consumo humano, animal, agrícola e industrial. (Tarjuelo, 2005)

13) Bomba de riego: Consiste en una carcasa con un impulsor adaptado a un motor, sea este eléctrico o de combustión. Impulsa el agua desde la fuente hasta presurizar el sistema de riego. (Tarjuelo, 2005)

14) Tubería principal: son conductos de PVC, hierro, aluminio o concreto que permite trasladar líquidos o gases de un lugar a otro. En el sistema de riego goteo permitirá trasladar el agua desde el punto de bombeo hasta el terreno a regar. Los diámetros de esta dependerán del volumen de agua a trasladar.

15) Tubería secundaria: son conductos de PVC, hierro, aluminio o concreto que permite trasladar líquidos o gases de un lugar a otro. En el sistema de riego goteo se caracteriza por ser de menor diámetro que las tuberías principales y alimentan a las cintas de goteo.

16) Emisores: son goteros incrustados en la cinta de goteo. Su función es suministrar el agua lenta y directamente al sistema radicular de la planta. El tipo de gotero a utilizar es auto-compensado ya que su descarga de agua es uniforme independientemente de la topografía del terreno.

17) Tendido eléctrico: conjunto de cables eléctricos necesarios para conducir la energía eléctrica de la fuente generadora hasta el lugar de consumo de la misma. En este caso la energía transportada alimentará al equipo de bombeo del sistema de riego.

18) Accesorios: son los que se utilizan como complemento a los elementos principales de un sistema. En el riego por goteo son el conjunto de conectores que permitirán la conexión entre los tubos PVC y las cintas de goteo o bien entre tuberías primarias, secundarias y válvulas.

19) Equipo: conjunto de maquinaria que facilita la realización de actividades que son difíciles de realizar manualmente y que aumentan la productividad. En la instalación del riego por goteo facilitan las actividades de excavación, tapado, traslado y enterrado de tubería y cintas de goteo.

20) Mantenimiento: son todas las acciones que tienen como objetivo preservar un recurso o restaurarlo a un estado en que puede llevar a cabo una función requerida. En el sistema de riego por goteo se realizan actividades preventivas como limpiezas de las tuberías principales, secundarias y cintas de goteo, así también del sistema de filtrado.

21) Toneladas de caña: es la unidad de medida en el sistema métrico para determinar la producción por unidad de área.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

Una vez finalizado el marco teórico se procede a desarrollar la metodología a utilizar en la investigación. Se abordan los temas de variables, hipótesis, enfoque y métodos, así también el diseño de la investigación que comprende población, tamaño de muestra, unidad de análisis y respuesta, las cuales son guiadas por las técnicas e instrumentos utilizados, así como las fuentes de información tanto primarias como secundarias utilizadas durante el estudio. Esta parte de la investigación sirve de base para la obtención de datos a través de las técnicas e instrumentos seleccionados.

3.1 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse (Hernández Sampieri et al., 2010).

Este método consiste en descomponer las variables del problema de investigación, partiendo de lo más general a lo más específico.

3.1.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA

En este apartado se realiza una relación entre el planteamiento del problema y la metodología haciendo uso de variables que permitan el desarrollo de la investigación. Aquí se establece la relación existente entre los objetivos y las preguntas de investigación. A continuación se describe la metodología que guiará la investigación y así determinar el cumplimiento de los objetivos y las respuestas a las preguntas planteadas, para esto se diseñó una matriz que permite relacionar cada objetivo específico. La siguiente tabla, muestra la relación entre las variables dependientes e independientes que se estarán estudiando durante la investigación.

Tabla 5 Matriz Metodológica.

| TITULO: ANALISIS COSTO BENEFICIO DE RIEGO POR GOTEO EN CAÑA DE AZUCAR EN COMPAÑIA CHUMBAGUA | | | | | |
|---|--|--|---|---|-----------------------------|
| PROBLEMA | PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN | OBJETIVOS | | VARIABLES | |
| | | GENERAL | ESPECÍFICO | INDEPENDIENTE | DEPENDIENTE |
| ¿Es factible desde el punto de vista técnico y financiero instalar el sistema de riego por goteo en caña de azúcar en Compañía Chumbagua? | ¿La instalación de riego por goteo en caña de azúcar es factible financieramente para compañía Chumbagua? | Evaluar la factibilidad de instalar el riego por goteo en caña de azúcar para Compañía Chumbagua | Aplicar un análisis financiero que sirva de base para decidir la inversión de la instalación de riego por goteo en caña de azúcar. | Inversión Inicial | Tasa Interna de Rendimiento |
| | ¿Cuáles son los aspectos técnicos necesarios para la instalación de riego por goteo en caña de azúcar? | | Emplear un estudio técnico para determinar las necesidades de materiales, insumos y equipos para la instalación de riego por goteo en caña de azúcar. | Ingresos Costos Depreciación Utilidad Impuestos | |
| | ¿Qué planificación se debe realizar para la ejecución del proyecto instalación de riego por goteo en caña de azúcar? | | Construir un plan de gestión integral para la instalación de riego por goteo en caña de azúcar, aplicando las áreas de conocimiento del PMBOOK | Lámina de riego Topografía Textura de suelo Fuente de agua Bomba de Riego Tubería Primaria Tubería Secundaria Emisores Tendido Eléctrico Accesorios Equipo Mantenimiento Toneladas de Caña Producida sin Riego Toneladas de Caña Producida con Riego | |

3.1.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

En el proceso de investigación es necesario definir de manera conceptual y operacional las variables objeto de análisis. La operacionalización de las variables consiste en realizar un proceso de definición y darles un sentido concreto dentro de la investigación. Luego hay que darles una definición operacional para identificar cuáles son los indicadores que permitirán realizar las mediciones de forma cuantitativa. La técnica de evaluación económica utilizada es la tasa interna de retorno que por medio de su cálculo determina la rentabilidad, esta es afectada por las variables independientes de los estudios técnico y económico realizados en la investigación.

Tabla 6 Operacionalización de las Variables

| Variable Independiente | Definición | | Dimensión | Indicador | Preguntas | Respuestas | Escala | Técnica |
|------------------------|--|--|---------------------------|--------------------|--|------------|--------|---------------------|
| | Conceptual | Operacional | | | | | | |
| Inversión inicial | Cantidad de dinero destinada a la adquisición de todos los activos necesarios para iniciar las operaciones | Valor de activo fijo + Valor de activo diferido | Fija Diferida | Lempiras | ¿Cuánto es la inversión inicial estimada? | Continua | Razón | Teoría fundamentada |
| Ingresos | Cantidad de dinero total que se recibe por la prestación de bienes o servicios | Cantidad demandada * precio del bien o servicio | Toneladas Métricas | Lempiras/ anual | ¿Cuáles son los ingresos proyectados? | Continua | Razón | Teoría fundamentada |
| Costos | Desembolsos en efectivo o especies realizados en el pasado, presente o futuro | Costos Administrativos + Costos de Producción + Costos de Venta + Costos Financieros | Costos Operativos | Lempiras/ anual | ¿Cuáles son los egresos proyectados? | Continua | Razón | Teoría fundamentada |
| Depreciación | Valor monetario que pierden los activos fijos en el tiempo debido a su uso. | (Costo total de activo - Valor residual) * Tasa de depreciación | Tipo de activo | Lempiras/ año | ¿Cuánto es el monto de las depreciaciones? | Continua | Razón | Teoría fundamentada |
| Utilidad | Ingreso residual que se obtiene al restar los costos totales de los ingresos totales. | Ingresos totales – Costos totales | Marginal Bruta Neta | Lempiras/ anual | ¿Cuál es la utilidad proyectada? | Continua | Razón | Teoría fundamentada |

Continuación de la tabla 6

| Variable Independiente | Definición | | Dimensión | Indicador | Preguntas | Respuestas | Escala | Técnica |
|------------------------|---|---|---------------------------------------|---|--|------------|-----------|---------------------|
| | Conceptual | Operacional | | | | | | |
| Impuesto | Instrumento gubernamental de recaudación fiscal empleado para captar recursos monetarios de los bienes privados. | (Ingresos * Tasa ISV) + (Utilidad bruta * Tasa ISR) | Ventas Renta | Lempiras/ anual | ¿Qué obligaciones tributarias se deben cumplir con el estado? | Continua | Razón | Teoría fundamentada |
| Lamina de riego | Espesor de la capa de agua con que una superficie quedaría cubierta por un volumen de agua. Esta lámina de riego se mide en litros de agua distribuidos por metro cuadrado de suelo. Por ejemplo; un mililitro es un litro de agua en un metro cuadrado de suelo. | Horas de trabajo * descarga de agua de goteros | Riego | Milímetros | ¿Cuántas horas de trabajo se necesitan para aportar la lámina de riego al cultivo? | Continua | Razón | Teoría fundamentada |
| Topografía | Consiste en describir y documentar las características de la superficie o relieve de un terreno | Relieve del terreno | Grados de inclinación de la pendiente | % | ¿Cuál es la pendiente del terreno? | Continua | Intervalo | Teoría fundamentada |
| Textura de suelo | Son el tamaño de las partículas del suelo como arena, limo y arcilla. | Caracterización | Tipo de suelo | Arcilloso Franco Franco-Arcilloso | ¿Cuál es la textura de suelo del terreno? | | | Observación |

Continuación de la tabla 6

| Variable Independiente | Definición | | Dimensión | Indicador | Preguntas | Respuestas | Escala | Técnica |
|------------------------|--|--|---------------------|------------------------|---|------------|-----------|---------------------|
| | Conceptual | Operacional | | | | | | |
| Fuente de agua | Es el agua disponible en su estado natural. | Agua disponible | Tipo de fuente | Ríos Pozo Laguna | ¿Cuál es la fuente disponible de agua? | | | Observación |
| Bomba de Riego | Consiste en una carcasa con un impulsor adaptado a un motor sea este eléctrico o de combustión. Impulsa el agua desde la fuente hasta presurizar el sistema de riego. | Presurización del sistema de riego por goteo | Eficiencia de riego | Galones/minutos | ¿De cuántos galones/minutos debe ser la bomba de riego? | Continua | Razón | Teoría fundamentada |
| Tubería Principal | Conducto de PVC que permite trasladar líquidos o gases de un lugar a otro. En el sistema de goteo es el que permitirá trasladar el agua desde el punto de bombeo hasta la cabecera de los lotes a regar. | Medio de transporte por el que circulará el agua a las cabeceras de los lotes de caña. | Eficiencia de riego | Diámetro en pulgadas | ¿Cuál es el diámetro de la tubería primaria para conducir el agua impulsada por la bomba? | Continua | Intervalo | Teoría fundamentada |
| Tubería Secundaria | Conducto de PVC que permite trasladar líquidos o gases de un lugar a otro. En el sistema de goteo es el que permitirá trasladar el agua desde las cabeceras hasta el interior del lote para alimentar las cintas de goteo. | Medio de transporte por el que circulará el agua de las cabeceras a las cintas de goteo. | Eficiencia de riego | Diámetro en pulgadas | ¿Cuál es el diámetro de la tubería secundaria para conducir el agua para alimentar las cintas de goteo? | Continua | Intervalo | Teoría fundamentada |

Continuación de la tabla 6

| Variable Independiente | Definición | | Dimensión | Indicador | Preguntas | Respuestas | Escala | Técnica |
|------------------------|--|--|---------------------------|-------------|---|------------|-----------|---------------------|
| | Conceptual | Operacional | | | | | | |
| Emisores | Goteros incrustados en la cinta de goteo. Estos suministran el agua lenta y directamente a las raíces de la planta para un riego más uniforme y eficiente. | Depositar el agua en las raíces del cultivo. | Eficiencia de riego | Litros/hora | ¿Cuál es la descarga en litros por hora para el sistema de riego por goteo? | Continua | Razón | Teoría fundamentada |
| Tendido Eléctrico | Estructura con cables eléctricos que alimentarán de energía la bomba de riego | Medio de transporte por el que circula la corriente eléctrica alimentar la bomba de riego. | Conducción de energía | KW | ¿De cuántos KVA debe ser el tendido eléctrico para alimentar la bomba de riego? | Continua | Intervalo | Teoría fundamentada |
| Accesorios | Materiales de PVC, conectores que permiten la conexión de tubería con las cintas de goteo. | Conectar la tubería con las cintas de goteo. | Conexiones en terminales | Unidades | ¿Cuántos accesorios se necesitan para la instalación? | Continua | Intervalo | Teoría fundamentada |
| Equipo | Conjunto de maquinaria necesarias para realizar actividades de zanjeo y tapado de tuberías, y enterrado de cinta de goteo. | Selección de equipo con mejor eficiencia energética, para facilitar la instalación del sistema de riego por goteo. | Eficiencia de instalación | Horas | ¿Cuántas horas máquina se necesitan para excavar y tapar zanjos? | Continua | Intervalo | Teoría fundamentada |

Continuación de la tabla Tabla6

| Variable Independiente | Definición | | Dimensión | Indicador | Preguntas | Respuestas | Escala | Técnica |
|---|---|---|---------------------|------------------------|--|------------|-----------|---------------------|
| | Conceptual | Operacional | | | | | | |
| Mantenimiento | Actividades que permiten mantener en funcionamiento cada uno de los elementos que forman el sistema de riego. | Mantener operativo el sistema de riego. | Eficiencia de riego | Lempiras/ Hectárea | ¿Cuántos lempiras por hectárea se necesita invertir para mantener operativo el sistema de riego por goteo? | Continua | Razón | Teoría fundamentada |
| Toneladas de Caña Producidas Sin Riego | Es la producción de caña por unidad de área donde no se ha realizado riego y depende únicamente de la lluvia. | Peso total de los tallos molederos como materia prima para la extracción de azúcar. | Producción | Toneladas/ Hectárea | ¿Cuántas toneladas se producen sin sistemas de riego en caña de azúcar? | Continua | Intervalo | Datos Estadísticos |
| Toneladas de Caña Producidas Bajo Riego | Es la producción de caña por unidad de área donde se ha aplicado riego como complemento de las lluvias. | Peso total de los tallos molederos como materia prima para la extracción de azúcar. | Producción | Toneladas/ Hectárea | ¿Cuántas toneladas de caña se necesitan vender para que el sistema de riego sea rentable? | Continua | Intervalo | Teoría fundamentada |

3.2 HIPÓTESIS

Las hipótesis son las guías de una investigación o estudio. Las hipótesis indican lo que tratamos de probar y se definen como explicaciones tentativas del fenómeno investigado (Hernández Sampieri et al., 2010).

A continuación, se presenta las hipótesis de investigación e hipótesis nula del presente trabajo:

Hi: La instalación de riego por goteo en caña de azúcar para compañía Chumbagua generará una tasa interna de rendimiento mayor que el costo de capital.

Ho: La instalación de riego por goteo en caña de azúcar para compañía Chumbagua no generará una tasa interna de rendimiento mayor o igual al costo de capital.

3.3 ENFOQUE Y MÉTODOS

La investigación se desarrollará con un enfoque cuantitativo debido a que cada fase de la investigación es secuencial, comenzando por el análisis técnico que determinará la viabilidad del proyecto en el campo, a través de distintos estudios y así continuar con el análisis financiero que complementará la investigación. El alcance del estudio por ser de carácter cuantitativo busca medir los parámetros de las variables como: el distanciamiento de siembra, dureza del agua, textura y topografía del suelo.

Se utilizará la técnica de muestreo no probabilístico por ser la más apropiada para nuestra investigación ya que el área seleccionada es a la que se pretende instalar el sistema de riego por goteo y tiene en toda su extensión las mismas características de suelo. (Hernández Sampieri et al., 2010) mencionan que la única ventaja de esta técnica de muestreo es la utilidad que tienen en diseños de estudio que no requieren representatividad de la población sino una cuidadosa y controlada elección de casos con características muy específicas.

La figura 16 muestra el enfoque a utilizar en la investigación. El diseño es del tipo no experimental porque no se manipularán las variables, transversal porque la información solo se va a recolectar una sola vez, ya que la recolección de datos se realizará en un único tiempo y luego se realizará el análisis de las variables en el momento que se está realizando la investigación.

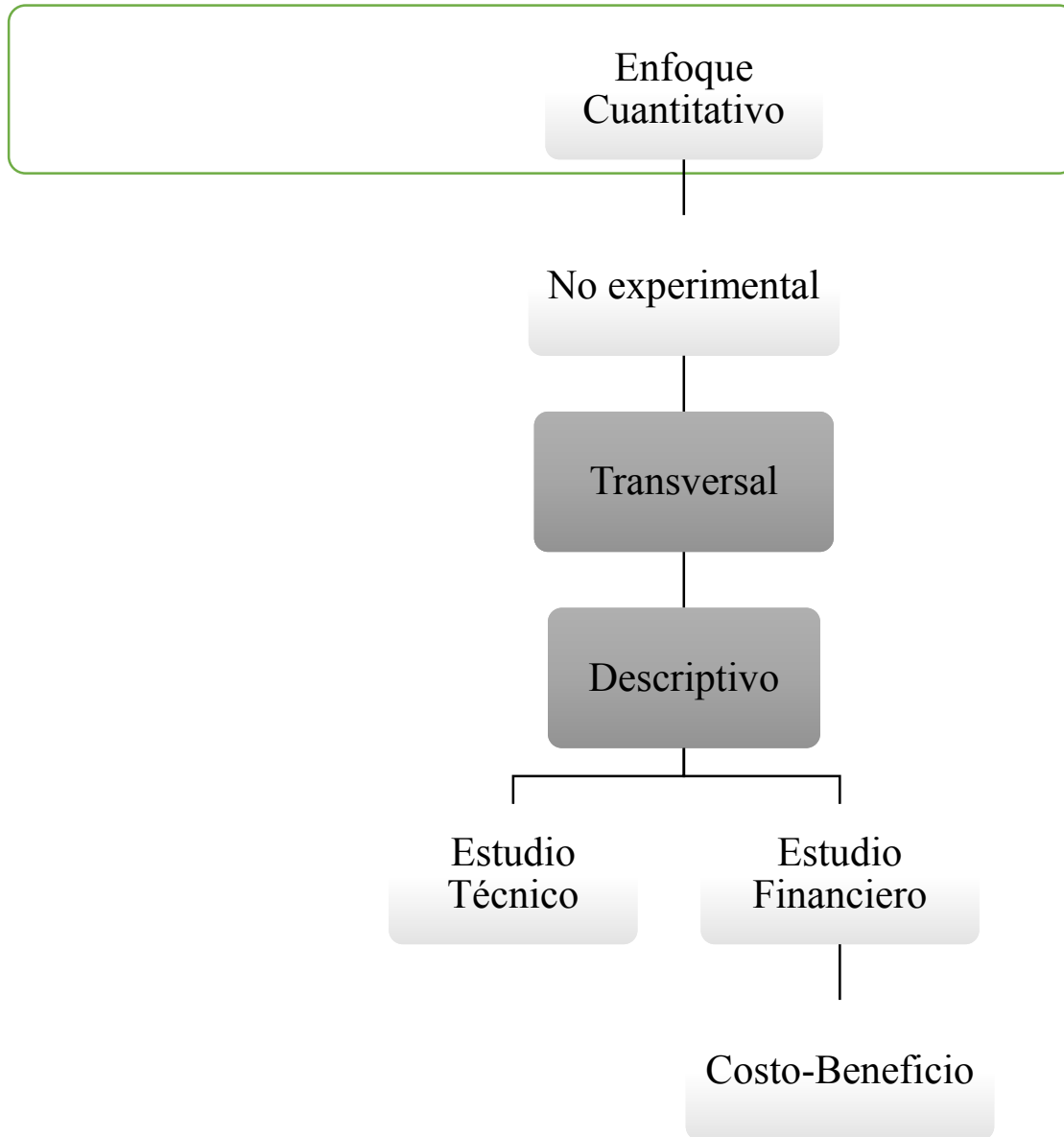


Figura 16 Enfoque de la investigación

3.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño es el plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación y responder al planteamiento (Hernández Sampieri et al., 2010). Son el conjunto de actividades organizadas de modo secuencial que se deben realizar, indicando las técnicas requeridas para la recolección y análisis de los datos. En la tabla 7 se muestran las estrategias que se implementarán en la investigación para cumplir con la realización de los estudios cuantitativos.

Tabla 7 Plan o Estrategia de la Investigación

| Estrategia | Actividades | Recursos | | Tiempo de ejecución | Responsables |
|---|---|------------|---|---------------------|--|
| | | Humanos | Materiales | | |
| Mediciones en campo | Realizar aforo de y recolección de muestra de la fuente de agua. Topografía del terreno. Marcaje del terreno | 2 personas | Libreta Lapiz GPS Estacas y banderines | 2 días | Donald Montoya Merlin Gómez |
| Observación en campo | Selección del punto de bombeo del sistema de riego | 1 persona | Mapa impreso de la finca | 1 día | Merlin Gómez |
| Diseño del sistema de Riego | Diseño hidráulico | 2 personas | Laptop Impresora Software IRICAD | 2 días | Donald Montoya Merlin Gómez |
| Recopilar información de los datos estadísticos de producción | Recopilación de costos de producción de los sistemas de riego | 3 personas | Laptop | 1 día | Donald Montoya Merlin Gómez Persona de presupuesto |
| Reuniones con el personal Agrícola | Análisis de datos estadísticos de rendimientos agrícolas del cultivo, datos de clima, consumo de agua de los distintos tipos de riego de la compañía | 2 personas | Laptop | 2 días | Donald Montoya Merlin Gómez |
| Análisis de información | Analizar factibilidad técnica y económica del proyecto | 2 personas | Laptop | 4 días | Donald Montoya Merlin Gómez |
| Conclusiones y Recomendaciones | Formular las conclusiones y recomendaciones basadas en los resultados obtenidos en el estudio de investigación, así también la propuesta del proyecto | 2 personas | Laptop | | Donald Montoya Merlin Gómez |

3.4.1 POBLACIÓN

(Hernández Sampieri et al., 2010) menciona que una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones. La población para este estudio son 10 lotes de caña de azúcar que tienen una extensión total de 280 hectáreas donde se pretende instalar el sistema de riego por goteo.

3.4.2 UNIDAD DE ANÁLISIS

En la presente investigación se analizarán las variables independientes que influyen en la variable dependiente Costo-Beneficio. Se realizarán los indicadores del análisis técnico (Caudal de la fuente de agua, topografía, textura de suelo, bomba de riego, tubería, lámina de riego y distanciamiento de siembra) con la información recopilada en la guía de datos y, los indicadores financieros (VPN, TIR) a través de la herramienta Costo-Beneficio. La unidad de análisis en de este trabajo de investigación corresponde a los diez lotes de caña que tiene la población.

3.4.3 UNIDAD DE RESPUESTA

Con la unidad de respuesta se pretende cuantificar el costo del proyecto obtenido a través del estudio técnico y el beneficio a través del estudio financiero, para ello se hará uso de del VPN y la TIR, en donde TIR sea mayor al 12% del costo de capital ya que para este proyecto se utilizará capital propio y un VPN después de sumar los flujos descontados del proyecto que sea atractivo de acuerdo a las políticas de inversión de la empresa, esto determinará la rentabilidad de hacer uso de riego por goteo en las 280 hectáreas de caña de azúcar o que dicha área del proyecto quede de Temporal (que siga dependiendo únicamente de la lluvia registrada en la zona).

3.5 TÉCNICA E INSTRUMENTOS APLICADOS

El estudio aplicado en esta investigación es el estudio de retorno de la inversión, con un análisis técnico considerando todas las variables de campo vinculantes en el diseño e instalación del sistema de riego por goteo y un análisis financiero, haciendo uso del formato CAPEX en donde se analizará el valor presente neto y la tasa de rentabilidad de la inversión del proyecto.

3.5.1 INSTRUMENTOS

Un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente. Toda medición o instrumento de recolección de datos debe reunir tres requisitos esenciales: confiabilidad, validez y objetividad. (Hernández Sampieri et al., 2010)

Para el desarrollo de esta investigación se utilizarán los siguientes instrumentos de medición y recolección de datos:

- 1) Medición en campo: se utilizará en la recolección de información técnica, para el aforo de fuente de agua, textura de suelo, distanciamiento de siembra y topografía del terreno.
- 2) Estadísticas de rendimientos históricos de plantíos de caña de azúcar, datos de clima (precipitaciones, evapotranspiración), consumo de agua por tipo de riego de la compañía.
- 3) Costo-Beneficio como instrumento financiero para determinar la factibilidad del proyecto. Para ello se hará uso del cálculo del VPN y TIR, para medir el retorno de la inversión a realizar. Se deben encontrar tanto los ingresos netos como los costos de inversión en un período determinado, así también los impuestos a pagar durante el período que dure el proyecto. Esto permitirá obtener los flujos netos de efectivos en el tiempo indispensables para la realización de los cálculos a una tasa de rentabilidad del 12% (tomada como referencia de otras inversiones).

3.5.2 TÉCNICAS

Las técnicas que se utilizarán durante la investigación permitirán recopilar los datos necesarios para el análisis técnico y financiero para la factibilidad de instalar riego por goteo en caña de azúcar. Dentro de las técnicas utilizadas están:

- 1) Aforo: es el volumen de agua que lleva un río medido en una sección transversal del cauce. El caudal de un río se da, generalmente, en m^3 / s . El caudal puede ser una medida instantánea o también se puede referir a una media. El caudal de un río puede determinar el tipo de inundación posible, de manera que un torrente de poco caudal puede generar inundaciones rápidas y repentinas. (Ver ecuación 5).

$$5) Q \left(\frac{m^3}{s} \right) = A(m^2) * V \left(\frac{m}{s} \right)$$

Donde:

Q es el caudal.

A es el área.

V es la velocidad.

- 2) Diseño hidráulico del sistema de riego: Haciendo uso del software IRRICAD a través de este se determinarán la dimensión de los componentes, como la red de distribución y diámetro de la tubería y funcionamiento de la instalación de riego, horas de trabajo diarias, de modo que cumpla con la demanda de agua del cultivo en el tiempo que se haya establecido.

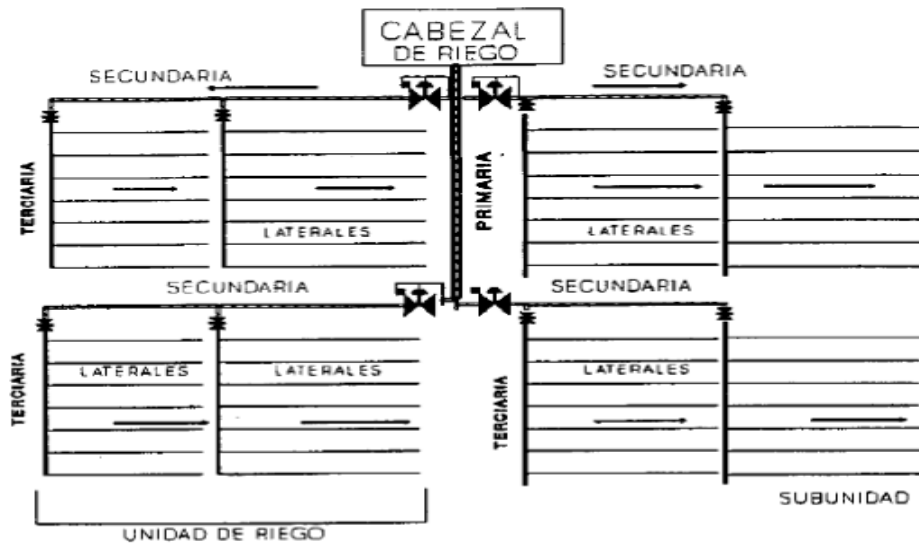


Figura 17 Esquema General de Instalación de Riego por Goteo.

Fuente (Martínez Cortijo, 2001)

- 3) Observación: con esta técnica se obtiene información valiosa para determinar el punto la localización adecuada del punto de bombeo, orientación del filtrado, obras civiles a realizar en el sistema.

Tabla 8 Formato de Recopilación de Datos Observados en Campo

Fuente: Formato Compañía Chumbagua (2018)



SER CHUMBAGUA

**COMPAÑÍA AZUCARERA CHUMBAGUA
S.A. DE C.V.**

Observación de las condiciones Físicas en el área para
instalar los sistemas de riego.

Fecha: _____

Finca: _____

Sistema de Riego: _____

Responsable del Area: _____

| Actividad | Tipo | Si | No | Observaciones |
|-----------------------|--------------------|----|----|---------------|
| Orientación del surco | Norte – Sur | | | |
| | Este – Oeste | | | |
| Textura de suelo | Franco | | | |
| | Franco – Arcilloso | | | |
| | Arcilloso | | | |
| Turbidez del agua | Clara | | | |
| | Ligeramente sucia | | | |
| | Muy sucia | | | |
| Presencia de piedras | | | | |
| Filtrado | Grava | | | |
| | Malla | | | |
| Fuente de energía | Gubernamental | | | |
| | Propia | | | |
| Obra civil | Concreto | | | |
| | Eloques | | | |
| Bomba de riego | Eléctrica | | | |
| | Combustión | | | |
| Existencia de bodega | | | | |

Otras observaciones: _____

Jefe de zona

Responsable del Proyecto

4) Entrevista: con esta técnica se obtiene información importante de personas expertas tanto en instalación de sistemas de riego por goteo como en instalaciones eléctricas y así poder tener una visualización de las variables a tomar en cuenta durante la investigación para el análisis técnico.

5) Métodos del valor del dinero en el tiempo: para determinar la rentabilidad económica del proyecto, se realizará el cálculo del Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Rendimiento (TIR). El VPN permitirá obtener los Flujos Netos de Efectivo (FNE) necesarios para la realización

de la evaluación económica del proyecto y determinar si se maximiza o no la inversión; mientras la TIR servirá como sustento para determinar si se efectúa o no la inversión y probar la hipótesis planteada del problema.

3.6 FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes de información son los diversos documentos, libros, revistas, informes, sitios web que contienen datos útiles que nos sirven de soporte para el estudio de investigación que se está realizando, para ello se debe seleccionar las fuentes adecuadas durante el proceso de investigación. Para el soporte de esta investigación se consideró consultar a expertos en el tema de Riego por Goteo e Instalación eléctrica para este tipo de proyectos.

3.6.1 FUENTES PRIMARIAS

Las fuentes primarias proporcionan datos de primera mano, pues se trata de documentos que incluyen los resultados de los estudios correspondientes, entre estos tenemos libros (Introducción al riego, Riego por goteo simplificado, El cultivo de la caña de azúcar). Todos estos utilizados con la finalidad de abordar el problema en estudio.

3.6.2 FUENTES SECUNDARIAS

Las fuentes secundarias son aquellos que ya fueron reunidos para propósitos diferentes al problema de investigación. Estos datos se pueden localizar con rapidez y a bajo costo. Los datos secundarios son de fácil acceso relativamente barato y de fácil obtención. Algunos datos secundarios, apoyan con la identificación del problema de investigación, definición del problema, desarrollo del enfoque del problema, elaboración del diseño de la investigación y responder a ciertas preguntas de investigación. ((Malhotra, 2008) (p.107).

Los datos secundarios internos utilizados en esta investigación son:

- 1) Datos secundarios internos: estos fueron parte del punto de partida de la investigación ya que la empresa cuenta con datos históricos de sistemas de riego que ha venido utilizando y los rendimientos agrícolas obtenidos, así también los costos que estos tienen durante su operatividad.
- 2) Fuentes de datos externos publicados: estos fueron de vital importancia para obtener conocimiento de la situación a nivel del macro y micro entorno del tema de investigación. Entre las fuentes cabe mencionar los informes de la FAO, tesis relacionadas con el tema de investigación.

- 3) Base de datos digitalizados: este tipo de formato de información electrónico también fue utilizado en la búsqueda de información del tema investigado, cabe señalar la utilización de libros de la biblioteca del CRAI de UNITEC.
- 4) Libros físicos: para el tema a investigar fue necesario hacer uso de metodología de investigación, para ello se utilizó el libro Metodología de la investigación de Hernández Sampieri.
- 5) Entrevista al ingeniero Mario Ernesto Funes, ya que es un experto en la instalación de sistemas de riego por goteo enterrado en el cultivo de la caña de Azúcar. Él se ha desempeñado como proveedor y asesor a los ingenios azucareros de honduras desde el año de 1999, con una larga experiencia en el rubro del riego, instalando los primeros proyectos en los ingenios Tres valles ubicado en el valle del Zamorano y en la Compañía Azucarera Chumbagua.
- 6) Entrevista al ingeniero eléctrico Juan Carlos Martínez, siendo el un especialista en la electrificación de puntos de bombeo para riego, el labora para la compañía Azucarera Chumbagua desde 1997. Juan Carlos actualmente es el jefe de cogeneración y mantenimiento de la estructura eléctrica de la compañía.

CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y RESULTADOS

En el siguiente capítulo brinda la descripción de la recolección de datos, consultas a los asesores de la instalación del goteo, el financiero, el electricista, para fortalecer la información obtenida en la investigación y el análisis de los mismos, que se realizó con el fin de dar respuesta a las preguntas de investigación y el cumplimiento de los objetivos. El análisis del estudio técnico y financiero evaluado a través de la metodología del Costo - Beneficio permitirá comprobar la hipótesis establecida y responder a las preguntas de investigación.

4.1 ESTUDIO TÉCNICO

En esta sección se realiza el análisis de la lámina de agua necesaria a utilizar en el cultivo de caña, la topografía y textura de suelo, fuente de agua, así también cada uno de los componentes del sistema de riego como son: dimensiones de la bomba de riego, tuberías, principales y secundarias por donde circulará el agua, emisores, tendido eléctrico que permitirá llevar la energía a la bomba de riego, accesorios, equipo y mantenimiento para el sistema de riego por goteo.

4.1.1 LÁMINA DE RIEGO

La lámina de riego es la cantidad de agua necesaria a aplicar para el desarrollo óptimo del cultivo. La tabla mostrada a continuación refleja los datos capturados por la estación meteorológica en los años 2012 al 2017 y durante los meses de enero a mayo, que es la época durante la cual se hace necesario aplicar agua al cultivo debido a la escasez de lluvias en ese período de tiempo. De acuerdo a los datos en la tabla 9 se observa la evapotranspiración promedio mensual, la cual da la pauta del aporte de agua en milímetros por metro cuadrado que se debe aplicar al cultivo para un óptimo desarrollo del cultivo. Esta información también permite hacer un diseño adaptado a las condiciones que se tienen en la zona en donde va plantar el cultivo.

Tabla 9 Evapotranspiración de los últimos 6 años en Compañía Chumbagua

| EVAPOTRANSPIRACIÓN REFLEJADA POR LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA EN MILIMETROS | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| AÑOS | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | MÁXIMO |
| 2012 | 3.17 | 3.62 | 5.07 | 5.07 | 5.63 | 5.63 |
| 2013 | 3.98 | 3.87 | 3.79 | 4.17 | 4.38 | 4.38 |
| 2014 | 3.24 | 4.1 | 4.83 | 4.32 | 4.18 | 4.83 |
| 2015 | 2.98 | 4.13 | 4.46 | 4.58 | 5.03 | 5.03 |
| 2016 | 2.9 | 3.06 | 3.56 | 3.76 | 4.25 | 4.25 |
| 2017 | 4.15 | 3.66 | 3.36 | 5.01 | 5.98 | 5.98 |
| MÁXIMO | 4.15 | 4.13 | 5.07 | 5.07 | 5.98 | 5.98 |

4.1.2 TOPOGRAFÍA

Se hace un levantamiento topográfico con ayuda de una estación total, para hacer el mapa que brinda información valiosa para hacer el diseño y de esta manera identificar los puntos más altos y bajos de la finca. Con esta información se determina el tipo de cinta de goteo a utilizar, ubicar las válvulas que permitirán la entrada y salida de aire a la tubería primaria, secundaria orientación de los surcos. En nuestro caso el levantamiento topográfico se realizó hace ya 10 años, desde entonces se cultiva caña en esta finca y la topografía es del 5% lo que se le considera un tipo de terreno ligeramente ondulado.

La figura 18, se muestra la forma práctica de cómo medir la pendiente, esto nos muestra el grado de inclinación del terreno para tomar en cuenta al momento de determinar las actividades a realizar de acuerdo al tipo de explotación o uso que se le quiera dar a la superficie del terreno.

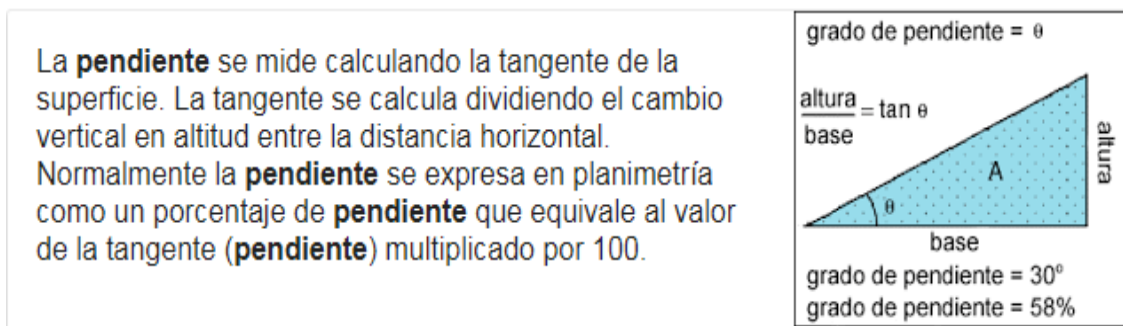


Figura 18 Medir la pendiente de un terreno

Fuente: (Universidad de Alcalá, s. f.)

En el sistema de riego por goteo se debe tener muy en cuenta la topografía del terreno y que este determina una capacidad de diseño adecuada para satisfacer el requerimiento hídrico máximo

del cultivo a ser regado. La capacidad debe considerar las pérdidas de agua que pueden ocurrir durante los tiempos de aplicación. Considerando este factor el sistema debe tener la capacidad de aplicar una cierta cantidad de agua en el área de diseño en un determinado período de operación. El sistema debe tener una capacidad de diseño mínima, suficiente para satisfacer los requerimientos máximos diarios del cultivo en alrededor del 90% del tiempo disponible, o en un tiempo no superior a 22 h continuas de operación, o en un período que no exceda el de disponibilidad diaria de energía. En este terreno con pendiente del 5% es recomendable utilizar cinta con goteros auto-compensados, capaces de tener una descarga uniforme sin importar las irregularidades del terreno, además que esta cinta es capaz de regar con laterales a mayor distancia, lo que permite hacer surcos más largos y por consiguiente el ahorro en materiales como tubería secundaria y válvulas.

4.1.3 TEXTURA DE SUELO

La textura de suelo es la cantidad y tamaño de las partículas de arena, limo y arcilla que componen el suelo, de acuerdo a las concentraciones de estas partículas los suelos se pueden caracterizar en: suelos francos, arcillosos, limosos y la combinación de estos tres. Los datos mostrados en la tabla 10 corresponden a análisis de suelo realizado en el año 2016, este tipo de suelo permite instalar una cinta de goteo con 50 centímetros de separación entre goteros, permitiendo que la humedad se pueda desplazar más verticalmente hasta llegar al sistema radicular de la gente. Este tipo de suelos permite mantener una excelente humedad disponible para las plantas, la pérdida de humedad por infiltración es menor en relación a los suelos arenosos y franco arenosos.

Tabla 10 Texturas de suelo de lotes de la finca

| Plantío | Código | Textura | PH | M.O. |
|-----------|--------|------------------|------|------|
| La Sierra | 16101 | Franco Arcilloso | 6.69 | 2.92 |
| La Sierra | 16102 | Franco Arcilloso | 7.94 | 1.65 |
| La Sierra | 16104 | Franco Arcilloso | 7.22 | 3.11 |
| La Sierra | 16107 | Franco Arcilloso | 7.37 | 3.05 |
| La Sierra | 16109 | Franco Arcilloso | 6.82 | 3.44 |
| La Sierra | 16112 | Franco Arcilloso | 7.15 | 2.62 |
| La Sierra | 16114 | Franco Arcilloso | 7.06 | 3.13 |
| La Sierra | 16116 | Franco Arcilloso | 8.10 | 1.30 |
| La Sierra | 16118 | Franco Arcilloso | 8.14 | 1.65 |
| La Sierra | 16120 | Franco Arcilloso | 8.32 | 0.99 |

Fuente: (Chumbagua 2016)

En el cuadro anterior se puede observar que toda el área del proyecto es de textura franco arcillosa según la información estadística de la caracterización de los suelos de la compañía. Dicho estudio fue realizado por la universidad del Zamorano en el año 2010, en un afán de la nueva administración de la compañía, por caracterizar los tipos de suelo de las áreas propias para la optimización de las fuentes de fertilizantes a utilizar de acuerdo al Potencial de hidrogeno de los suelos y saber la materia orgánica que tiene cada uno de ellos.

4.1.4 FUENTE DE AGUA

Disponibilidad y evaluación cualitativa de la fuente de agua, es esencial para determinar el tipo de filtrado del sistema, la manutención del sistema de riego, el manejo del cultivo y la elección de fertilizantes. La fuente de agua a utilizar en el sistema de riego es superficial y proviene del río Chamelecón el cual tiene un caudal promedio 12 metros cúbicos/segundo en época de invierno y en verano posee 6.50 metros cúbicos por segundo, esta aseveración es tomada de los aforos que se le hacen al río en el año. Los datos son tomados con un aforador tipo molinete que mide la velocidad del agua en metros/segundo.

Por el método de la observación del río Chamelecón, se puede determinar que cuando el departamento de copan cae una lluvia mayor a los 13 milímetros, el agua se torna de color oscuro provocado por la erosión causada por las lluvias en los suelos desnudos por la deforestación de las montañas y las mismas riveras a lo largo del río, dedicadas a la producción del cultivo del café y granos básicos.

Con esta técnica se decide instalar un filtrado primario de grava de 48” y un filtro secundario de maya en donde podamos atrapar la mayor cantidad de partículas de suelo en suspensión tomadas de la fuente de agua a utilizar.

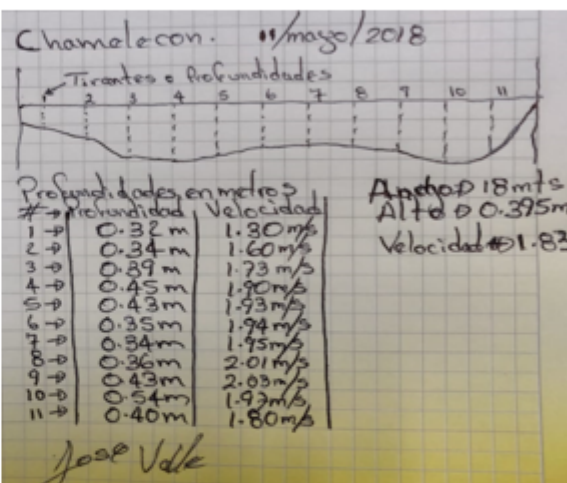


COMPAÑÍA AZUCARERA CHUMBAGUA S.A DE C.V

$$Q(m^3/s) = A(m^2) * V (m/s)$$

Donde Q es el caudal, A es el área y V es la velocidad.

| Cálculo de la fuente de Agua Río Chamelecón | | |
|---|-----------------------|-----------------------------|
| Puntos de Muestreo | Profundidad em Metros | Velocidad en Metros/segundo |
| 1 | 0.32 | 1.30 |
| 2 | 0.34 | 1.60 |
| 3 | 0.39 | 1.73 |
| 4 | 0.45 | 1.90 |
| 5 | 0.43 | 1.93 |
| 6 | 0.35 | 1.94 |
| 7 | 0.34 | 1.95 |
| 8 | 0.36 | 2.01 |
| 9 | 0.43 | 2.03 |
| 10 | 0.54 | 1.97 |
| 11 | 0.40 | 1.80 |
| Promedio | 0.395 | 1.83 |



| Ancho del Río Metros | Profundidad em Metros | Velocidad en Metros/segundo | Metros cúbicos /Segundo | Galones/ Segundo | Galones/ minuto |
|----------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------|-----------------|
| 18 | 0.395 | 1.83 | 13.05 | 3444.0611 | 206643.67 |

| | |
|---|----------------|
| Demanda de Agua del proyecto en Galones por minuto | 3000.00 |
| % Agua que demanda el proyecto en relacion a la fuente de Agua | 1.45% |

Figura 19 Cálculo de la fuente de agua (río Chamelecón)

Fuente: Estadísticas Compañía Chumbagua (2018)

En la imagen anterior se puede apreciar el cálculo del caudal que pasa en ese momento por el río Chamelecón, con esta información sabemos la disponibilidad de agua de la fuente. Por lo tanto, el proyecto demandará el 1.45% del agua del río Chamelecón en este punto de bombeo para el sistema de riego por goteo, quedando disponible un 98.55% para otros productores agrícolas, ganaderos y más que estén aguas debajo del río Chamelecón.

Tabla 11 Aforos de fuentes de agua



COMPAÑÍA AZUCARERA CHUMBAGUA S.A DE C.V
AFOROS 2018

| FUENTE | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | |
|--------------------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|---------|
| | 23 | 28 | 1 | | 11 | 22 |
| | Gls/Min | Gls/Min | Gls/Min | Gls/Min | Gls/Min | Gls/Min |
| Rio Camalotales | 580.00 | 0.00 | 1373.32 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Rio Tapalapa | 4700.16 | 3136.73 | 950.40 | 0.00 | 354.81 | 380.16 |
| Rio Culupa | 8225.28 | 4435.00 | 5987.52 | 0.00 | 5702.40 | 6272.64 |
| Rio Chiquila | 11016.00 | 2265.12 | 1140.48 | 0.00 | 846.80 | 1267.20 |
| Rio Blanco 1 | 31482.00 | 0.00 | 9400.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Canal Rio Blanco 1 | 0.00 | 17240.00 | 9377.28 | 0.00 | 9694.80 | 8078.40 |
| Rio Chamelecon | 0.00 | 174240.00 | 110880.00 | 95040.00 | 205920.00 | 0.00 |
| Rio Frio | 5913.00 | 5924.16 | 5802.19 | 0.00 | 7299.07 | 6177.60 |

Fuente: (Chumbagua 2018)

En el cuadro anterior se observa el caudal por mes en galones por minuto de las principales fuentes de agua para riego. La fuente Chemelecón posee un caudal de 174,240 galones/minuto que es la fuente de la cual se tomará agua para abastecer al sistema de riego que tendrá una demanda de 3,000 galones/minuto, o sea se utilizará 1.72% del caudal.

En la figura 20, se puede observar el rio Chamelecón nace en el departamento de Copan, en donde sus afluentes van incrementando su caudal a lo largo de su recorrido hasta el valle de Naco que es donde está ubicado este proyecto de goteo. En la temporada de lluvias incrementa su caudal hasta causar inundaciones en su recorrido, el cauce de este rio se va afectado por el sedimento ocasionado por la erosión de las tierras dedicadas a la agricultura y la extracción de arena y grava por algunas concesiones que ha cedido el gobierno ubicadas a las riveras del rio en el departamento de Copan y Santa Bárbara.



Figura 20 Rio Chamelecón

Fuente: Merlin Gómez (2018)

En la figura 21 se aprecia el canal que conduce el agua desde el rio Chamelecón hasta el punto de bombeo del proyecto, este canal se ve afectado por la gran cantidad de arcilla y limo que arrastra el rio durante la temporada de lluvia, por lo que se requiere hacer mantenimientos periódicos al mismo, retirando este sedimento haciendo uso de excavadoras, para mantener la capacidad de conducción del caudal necesario para el abastecimiento del riego. Dicho canal es de terracería y esta adecuado con trampas o agujeros en el fondo del mismo para retener la mayor cantidad de sedimento a lo largo de su cauce.



Figura 21 Canal de entrada del Chamelecón al sistema de bombeo

Fuente: (Donald Montoya 2018)

4.1.5 BOMBA DE RIEGO

Consiste en una carcasa con un impulsor adaptado a un motor eléctrico o de combustión interna. Impulsa el agua desde la fuente hasta presurizar el sistema de riego hasta alcanzar la presión de trabajo requerida para compensar pérdidas por fricción de la tubería primaria y secundaria hasta alcanzar una presión de trabajo. Para determinar el tipo de bomba es necesario el diseño del sistema de goteo, el cual tiene la información de la presión de trabajo y el volumen de agua que demanda el sistema de riego. En nuestro caso se solicitó a la empresa RyM que nos hiciera una corrida hidráulica en el programa IRRICAD, ya que ellos tienen una licencia de este programa y nos enviaron el plano del diseño con la información solicitada.

En figura 22, se muestra la capacidad de la bomba requerida por este proyecto de goteo. Donde se entiende que la bomba debe ser de 682 metros cúbicos/ hora o 3,000 galones por minuto, con una presión nominal de 60 metros columna de agua o una presión de 90 psi a la salida de la bomba. En esta información ya están considerada las pérdidas de presión por el filtrado primario de grava, el filtro secundario de maya de 120 mesh y la pérdida por fricción de la tubería.

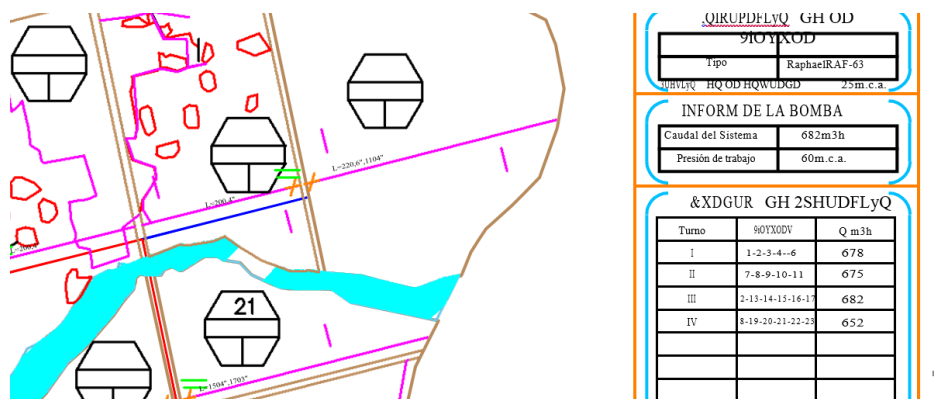


Figura 22 Plano con información de la bomba de riego (ver Anexo 2)

Fuente:(R&M Honduras 2018)

Con la información anterior se procede a la adquisición e instalación de la bomba de riego. Por las condiciones y la disponibilidad de energía confiable, se considera instalar en este proyecto una bomba con un motor eléctrico. El experto en riego por goteo, el ingeniero Mario Funes que labora como gerente de la empresa RyM, que nos recomendó una bomba carcasa partida y con las especificaciones en la siguiente imagen. Debido a que es un equipo eficiente en el bombeo por la

demanda de presión de este proyecto de goteo y de bajo costo de mantenimiento del motor eléctrico y de la bomba, también por considerar el soporte técnico que brindan los proveedores, en tener repuestos a disposición para responder ante cualquier emergencia ante la falla del equipo.

Tabla 12 Especificaciones de bomba eléctrica de acuerdo al diseño (ver Anexo 3)

| ATENCIÓN | MERLIN GOMEZ | ASUNTO | OFERTA DE BOMBAS CARCASA PARTIDA | CONDICION DE OPERACION: | |
|---|---|---|---|---|--|
| TELLEFONO | 9567-0054 | | | 3,000 GPM | |
| ITEM | DESCRIPCION | CANTIDAD | P. UNITARIO | TOTAL | |
| 1 | Bomba Centrífuga tipo Carcasa Partida, marca ITT Goulds serie #3410, modelo 8x10-17H, desarrollando 3,000 GPM . Construcción Cast Iron / Bronze Filled (Impeller). <u>Condiciones de Funcionamiento:</u> * Velocidad = 1.780 RPM, Eficiencia Mecánica = 84.5%. * Potencia Hidráulica = 150 HP * Diámetro del Impulsor = 16.625", NPSHr = 18" * Sello mecánico Silicon Carbon/Silicon Carbure. Motor Eléctrico marca Toshiba Heavy Duty, de 150HP / 460V / 3PH 1,800RPM / N449T / 60 Hz / TEFC / Eficiencia Premium del 96.2% IP54 / Clase F / Código KVA: G / 1.15 FS / 91.5% de FP 2 Años de Garantía en el Motor. Panel de Control de Estado sólido de 150 HP trifásico 460V <i>Precio de venta...</i> | 1 | 582,605.21 | 582,605.21 | |
| VALIDEZ DE LA OFERTA 30 días | | TIEMPO DE ENTREGA 10-12 Semanas | GARANTIA 12 meses para la Bomba y 24 meses para el motor. | SUB-TOTAL L582,605.21 I.S.V. L87,390.78 TOTAL L669,995.99 | |
| <small>Al momento de realizar su pedido favor brindarnos su número de Cotización. ¡GRACIAS POR PREFERENCIA!</small> | | | | | |

Fuente: BOMOHA

En la figura 23 se observa una bomba carcasa partida tipo horizontal de 150 hp, misma que es utilizada para sistemas de riego por su alta eficiencia energética y de bombeo, este tipo de bombas requiere estar bajo techo, ya que el enfriamiento del motor es por medio de regias abiertas por donde se ventila el aire. El mantenimiento de estos equipos es de bajo costo, debido a que tienen menos piezas en movimiento en comparación a las bombas verticales sumergibles utilizadas para riego.



Figura 23 Bomba eléctrica carcasa partida

Fuente: (Merlin Gómez 2018)

4.1.6 TUBERÍA PRINCIPAL

Tubería de PVC que permite trasladar el agua desde el punto de bombeo hasta la cabecera de los lotes a regar, para determinar la cantidad de tubería y el diámetro de la misma es necesario hacer lectura del diseño de riego de la finca en este viene identificada la nomenclatura de acuerdo al diámetro de la tubería y el programa IRRICAD genera un informe con los diámetros y cantidades de la misma. Para la instalación de la tubería principal se llevan a cabo las siguientes actividades:

- 1) Se hace lectura del plano de diseño del sistema de riego, donde esta coloreado por diámetros de tubería desde el punto de bombeo hasta las cabeceras de cada uno de los lotes.
- 2) Estaquillar sobre el terreno donde se instalará la tubería.
- 3) Se hace el zanjeo con excavadora con una profundidad de 1.20 metros tomando en cuenta el diámetro del tubo, esto evita daños al sistema por maquinarias que desarrollan labores culturales de mantenimiento al cultivo y labores de mantenimiento de calles.
- 4) Ya instalados los tubos primarios, se procede a colocar las válvulas de aire en las partes más altas del terreno y que están indicadas en el plano del diseño de riego.
- 5) Se hace el tapado con excavadora, teniendo el cuidado de que no caigan piedras sobre la tubería, porque estas pueden causar serios daños a las mismas.

6) Cada final de tubería primaria, cuenta con un tapón final de 4" conectado con un codo de 45° que facilitará la limpieza del mantenimiento periódico del sistema de riego por goteo.

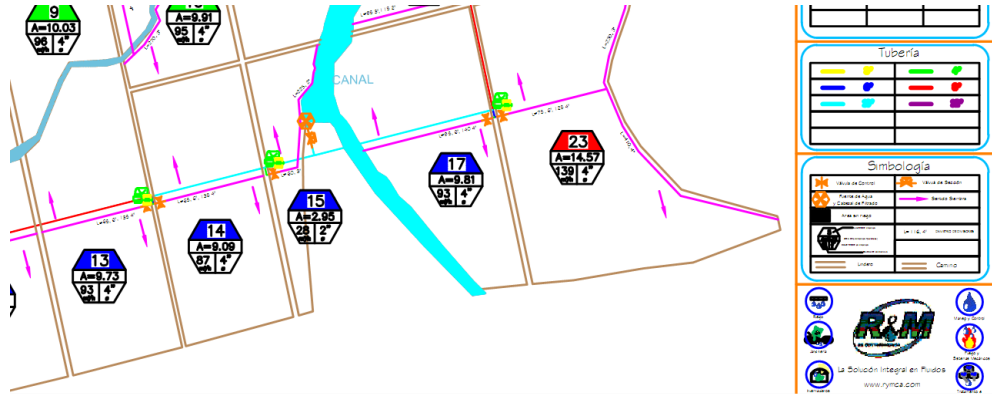


Figura 24 Nomenclatura de la tubería primaria en el diseño (Ver Anexo 2)

Fuente: R&M Honduras (2018)

La tabla 12, muestra la cantidad de tubos, diámetros y la resistencia de presión de acuerdo al diámetro. Esta tubería es la que se alimenta desde el sistema de bombeo y permite la conducción del agua desde la fuente hasta la cabecera de los lotes que es donde están instaladas las válvulas que alimentaran la tubería secundaria, tamaño de los lotes y se contabiliza de acuerdo al diseño del sistema de riego por Goteo. Esta tubería se instala a una profundidad de 1.20 metros para prevenir daños por el equipo de cosecha y del equipo de mantenimiento de caminos.

Tabla 13 Tubería principal del sistema de riego

| TUBERÍA PRINCIPAL | | | |
|--------------------------|---------------|--------------------|----------------------------|
| Cantidad | Unidad | Tipo | Espesor de la pared |
| 260 | PIEZA | TUBERÍA DE PVC 10" | SDR41 |
| 330 | PIEZA | TUBERÍA DE PVC 8" | SDR41 |
| 360 | PIEZA | TUBERÍA DE PVC 6" | SDR41 |
| 25 | PIEZA | TUBERÍA DE PVC 4" | SDR41 |

4.1.7 TUBERÍA SECUNDARIA

Tubería de PVC que permite trasladar el agua desde las cabeceras de los lotes del cultivo hasta alimentar las cintas de goteo por medio de conectores y adaptadores, para determinar la cantidad de tubería y el diámetro de la misma es necesario hacer un diseño de riego de la finca.

Para este sistema de riego son necesario las siguientes cantidades de tubería. Para la instalación de esta tubería secundaria se desarrollan las siguientes Actividades:

- 1) Se hace lectura del plano de diseño del sistema de riego, donde esta coloreado por diámetros de tubería en cada uno de los lotes.
- 2) Estaquillar sobre el terreno donde se instalará la tubería.
- 3) Se hace el zanjeo con excavadora con una profundidad de 1.20 metros tomando en cuenta el diámetro del tubo, esto evitará daños al sistema por maquinas que desarrollan labores culturales de mantenimiento al cultivo.
- 4) Ya instalados los tubos secundarios, estos se perforan con una broca, en donde se instala un conector de 16 mm con empaque, que conectará cada una de las cintas de goteo.
- 5) Se hace el tapado con excavadora, teniendo el cuidado de no dañar la conexión del tubo secundario y la cinta de goteo.
- 6) Cada final de tubería secundario, cuenta con un tapón final de 2" conectado con un codo de 45° que facilitará la limpieza del mantenimiento periódico del sistema de riego por goteo.
- 7) Se instalan las válvulas hidráulicas de apertura y cerrado de cada lote, y estas están acondicionadas a cada turno de riego que le corresponda el riego.

En la figura 25, se observa la instalación de la tubería secundaria del riego por goteo la cual debe ir a una profundidad de 1.20 metros.



Figura 25 Instalación de tubería secundaria

Fuente: (Merlin Gómez 2011)

En la tabla 14, se muestra la cantidad de tubería secundaria, es la que alimenta las cintas de goteo. Esta cantidad de tubos es calculada por el diseño del sistema de riego por goteo, la

profundidad de instalación es de 1.20 metros, para evitar daños por la maquinaria de preparación, mantenimiento y cosecha en el cultivo de la caña de azúcar.

Tabla 14 Tubería secundaria del sistema de riego

| TUBERIA SECUNDARIA | | | |
|---------------------------|---------------|-------------------|----------------------------|
| Cantidad | Unidad | Tipo | Espesor de la pared |
| 260 | PIEZA | TUBERÍA DE PVC 6" | SDR41 |
| 700 | PIEZA | TUBERÍA DE PVC 4" | SDR41 |
| 200 | PIEZA | TUBERÍA DE PVC 3" | SDR41 |
| 25 | PIEZA | TUBERÍA DE PVC 3" | SDR32.5 |
| 75 | PIEZA | TUBERÍA DE PVC 2" | SDR41 |
| 1,600 | PIEZA | TUBERÍA DE PVC 2" | SDR41 |

4.1.8 EMISORES

Son goteros incrustados en la cinta de goteo. Estos suministran el agua lenta y directamente a las raíces de la planta para un riego más uniforme y eficiente. Se utilizará la cinta Dripnet PC16125 1.0 l/h 0.50 m Rollos de 1100 m FL de la compañía NETAFIM, por ser una cinta con vida útil mayor a la de cualquier otra marca. Además de ser la cinta más utilizada en goteo de la caña de azúcar. La descarga de los goteros garantiza un riego uniforme. El proyecto necesitará 1,333,400 metros de cinta de goteo debido a que cada lateral de cinta de goteo tendrá un distanciamiento de 2.10 metros. En la siguiente imagen se observa el esquema con el distanciamiento de siembra del proyecto. En donde en medio de la hilera de caña está enterrada la cinta a una profundidad de 0.20 metros.

En la figura 26 muestra un diagrama de la separación que debe haber entre surcos de caña y donde debe enterrarse la cinta de goteo.

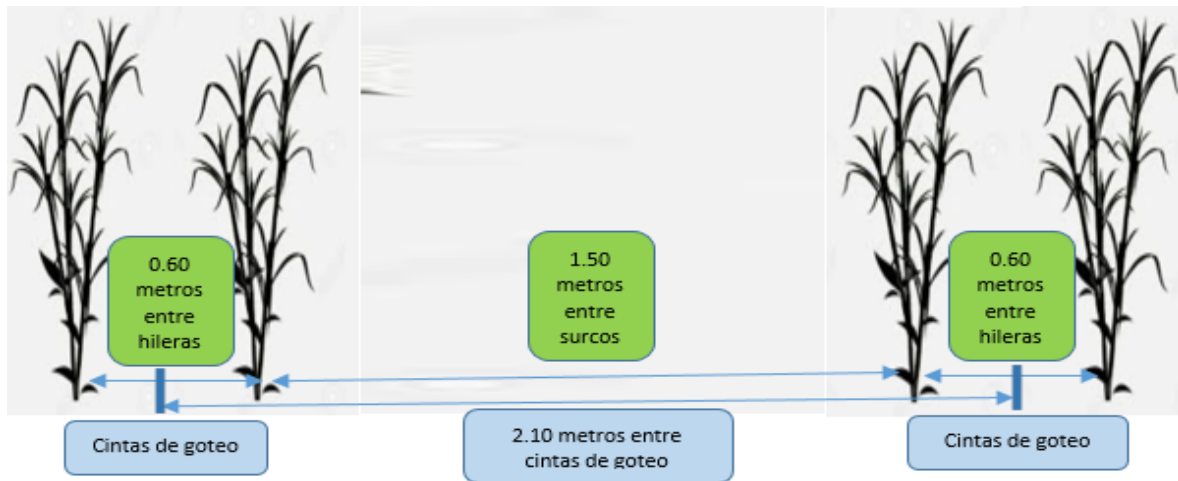


Figura 26 Esquema del distanciamiento de siembra y cinta de goteo

Fuente: (Merlin Gómez & Donald Montoya 2018)

La figura 27, muestra un tractor haciendo la labor de surcado para siembra de caña y a su vez se va enterrando la cinta de goteo. En esta labor se considera el distanciamiento que debe existir entre surcos (0.60 metros) de caña y el acho (2.10 metros) de calle entre surcos de caña.



Figura 27 Surcado y enterrado de cinta de goteo

Fuente: (Merlin Gómez 2011)

La figura 28 muestra un plantío ya sembrado con caña y muestra la humedad proporcionada por los góteros de la cinta que está enterrada entre los surcos de caña (siembra).



Figura 28 Riego de germinación de caña de azúcar con riego por goteo

Fuente: Merlin Gómez (2011)

4.1.9 TENDIDO ELÉCTRICO

El tendido eléctrico es la estructura con cables eléctricos que alimentarán de energía la bomba de riego que consta de suministro e instalación de 1200 metros de circuito primario e instalación de 3 transformadores de 75 kva, 34.5KV, 480V e instalación de acometida eléctrica para suministrarle energía a un motor de 150HP, 3F, 480 Voltios. En consultas con el experto el ingeniero Juan Carlos Martínez, jefe del departamento eléctrico y con generación nos describe la lista de actividades, transformadores y demás materiales que son necesarios para alimentar la bomba de riego dimensionada para este proyecto de goteo.

Para este trabajo se requiere lo siguiente;

- 1) Una obra civil que consta de losa donde se instalarán los transformadores y muro perimetral, malla geotextil y relleno de 0.15m de grava al interior de perímetro.
- 2) Construcción de Losa de Concreto reforzado con grava de 3/4" para Montaje de banco de Transformadores, de 2.00m x 3.50m x 0.20m.
- 3) Instalación de Línea Primaria a 3 Fases # 1/0 ACSR más neutro # ACSR en estructuras de tipo Urbana sobre Poste de Concreto desde troncal de ENEE hacia Bomba de 150 HP.
- 4) Instalación de Acometida Primaria Subterránea con Cable XLP 1/0 AWG. En Tubería IMC/PVC CED-40 de 4" UL. Desde Poste de servicio Eléctrico hacia Banco de transformadores.

- 5) Instalación de Banco de 3 Transformadores de 75 Kva. En 34.5Kv. Para servicio eléctrico de Bombas de Riego dos de 150 HP en 480 voltios.
- 6) Instalación de breaker de 500 amperios tipo industrial en caja Moldeada, 480 voltios, 3 fases.
- 7) Alimentador eléctrico desde el banco de transformadores a breaker de 500 amperios., con Cable THHN3x (3x #3/0 + 1x #2T en tubería IMC/PVC CED-40 de 2").
- 8) Instalación de Alimentador Eléctrico desde breaker de 500 amperios tipo industrial en caja Moldeada. A Variador de frecuencia # 1, con Cable THHN 2x (3x #1/0 + 1x #4T en tubería EMT-40 de 2").
- 9) Instalación de Alimentador Eléctrico desde Variador de frecuencia # 1 a motor de 150 HP 480voltios, 3 fases, con Cable THHN 2x (3x #1/0 + 1x #4T) en tubería EMT/PVC CED-40.
- 10) Instalación de 4 varillas de cobre para polo a tierra.

4.1.10 ACCESORIOS

Materiales de PVC, filtros, válvulas, adaptadores y conectores que permiten la conexión de tubería con las cintas de goteo.

1) Filtrado; por ser el Chamelecón un río que arrastra partículas de arcilla y limo, es necesario instalar filtros de grava y maya capaces de filtrar 682 metros cúbicos por hora y retener las partículas en suspensión del agua. En esta parte el sistema constará de 8 filtros de grava de 48" con $\frac{3}{4}$ de arena en su interior, este filtrado constará con válvulas de entrada y salida del agua, para poder hacer una limpieza individual de cada elemento.

La figura 29, muestra un sistema de filtros de grava, esta es parte clave del sistema de riego debido a que el mayor problema que se presenta es la obstrucción de los goteros de las cintas de goteo. La obstrucción puede ser provocada por partículas de minerales en suspensión (arena, limo y arcilla) o materia orgánica. Para realizar la función mencionada los filtros contienen arena o grava tamizada de un determinado tamaño, a través de estos elementos es filtrada el agua antes de ser enviada a la tubería principal del sistema.



Figura 29 Filtros de grava en sistema de riego goteo

Fuente: Donald Montoya (2018)

La figura 30 muestra una válvula hidráulica que sirve para realizar la apertura y cierre del flujo de agua en distintos puntos del sistema.



Figura 30 Válvula hidráulica

Fuente: Merlin Gómez (2018)

La tabla 15, muestra todos los accesorios necesarios a utilizar en el sistema de riego, desde conectores, Tee, válvulas hidráulicas, manómetros, etc. Dichos accesorios permitirán la conexión entre la tubería primaria con la secundaria y la tubería secundaria con los laterales para garantizar el óptimo funcionamiento del sistema de riego.

Tabla 15 Accesorios del sistema de riego

| ACCESORIOS | | |
|-------------------|---------------|--|
| Cantidad | Unidad | Tipo |
| 8500 | PIE | PE 16 mm 2.5 atm NETAFIM |
| 8500 | PIEZA | CONECTOR PVC X 16 EMPAQUE DURO |
| 5500 | PIEZA | CONECTOR 16 X TY |
| 3000 | PIEZA | CONECTOR TEE TY X 16 X TY |
| 2500 | PIEZA | CONECTOR TY X TY |
| 13 | PIEZA | VAL. HID. 4" + PIL + VAL 3 VÍAS Raphael |
| 6 | PIEZA | VAL. HID. 3" + PIL + VAL 3 VÍAS Raphael |
| 4 | PIEZA | VAL. HID. 2" + PIL + VAL 3 VÍAS Rapahel |
| 40 | PIEZA | <i>CHECK POINT</i> |
| 20 | PIEZA | VÁLVULA DE AIRE 2" PLASTICA COMBINADA BERMAD |
| 23 | PIEZA | VÁLVULA DE AIRE 2" AV-010 vacío |
| 1 | PIEZA | VÁLVULA DE ALIVIO 2" RAPHAEL ALIVIO |
| 2 | PIEZA | VÁLVULA MARIPOSA 10" LENTA |
| 4 | PIEZA | MANOMETRO + AGUJA |
| 1 | PIEZA | AQUASPY SONDA X 1 M + DATA COLLECTOR |
| 6 | PIEZA | FILTRO DE GRAVA 6 X 48 YAMIT/ODIS automático + medidor |

4.1.11 EQUIPO

Conjunto de maquinaria necesarias para realizar actividades de zanjeo y tapado de tuberías, y enterrado de cinta de goteo.

Para determinar la cantidad de horas maquina se procedió a contabilizar la cantidad de tubería primaria, secundaria y de drenaje a instalar, esta cantidad en metros la multiplicamos por un metro de ancho que tiene la cubeta de la excavadora que se utilizó. Y para calcular la hora tractor para el enterrado de cinta se le consultó al Jefe de maquinaria de la compañía, el cual aseguro un coeficiente de 0.96 horas / Hectárea haciendo usos de un tractor de 180 Caballos de fuerza. El siguiente cuadro muestra el total de maquinaria utilizada más de 100 de horas maquina por imprevistos que se incurren en la instalación de acuerdo al tipo de resistencia que muestre los suelos por la compactación u otras razones.

La figura 31, muestra un tractor con el implemento que se utiliza para realizar el surcado y enterrado de cinta de goteo.



Figura 31 Surcador y enterrador de cinta

Fuente: Merlin Gómez (2011)

La tabla 16, muestra la cantidad de metros cúbicos y horas a utilizar durante las labores de zanjeo para la instalación de la tubería principal y secundaria, esta excavación se hace a una profundidad de 1.20 metros para evitar daños por maquinaria durante la cosecha. Así también están reflejadas la cantidad de horas tractor necesarias para el enterrado de la cinta de goteo.

Tabla 16 Maquinaria a utilizar en la instalación del sistema de riego

| EQUIPOS | | |
|----------|-------------|--------------------------------|
| Cantidad | Unidad | Actividad |
| 22,900 | Mts cúbicos | ZANJEO Y TAPADO CON EXCAVADORA |
| 274 | Horas | ENTERAR MANGUERA CON TRACTOR |
| 1 | Global | OTROS EQUIPOS - IMPREVISTOS |

4.1.12 MANTENIMIENTO

Actividades encaminadas a mantener en funcionamiento cada uno de los elementos que forman el sistema de riego. Tanto en sistemas superficiales como subterráneos, las líneas de goteo y los emisores pueden taponarse y romperse con el paso del tiempo. Los depósitos microbianos e inorgánicos son las dos principales causas del taponamiento de los emisores. Los lodos de algas y bacterias son de especial importancia cuando el agua es directamente bombeada desde la fuente, un estanque, un pozo abierto o un canal natural. Inclusive con filtros de arena, los microorganismos pueden crecer en las líneas y pueden convertirse en un gran problema.

El mantenimiento preventivo del sistema de goteo, consta de aplicaciones periódicas de ácido, cloro y drenar el agua del sistema cuando este está presurizado, esto permite eliminar todos los cuerpos y materia extraña que no permite un buen funcionamiento del sistema de goteo, más aún con la fuente del río Chamelecón, que arrastra partículas de materia orgánica y sales que pueden acortar la vida útil de los goteros que es el elemento principal de un sistema de riego por goteo. Para hacer las mezclas de estos productos, se instala un tinaco de plástico para evitar la corrosión y con una capacidad mínima de 2 metros cúbicos, y este se conecta a la vez al sistema de bombeo, para permitir el llenado y descarga de la solución.



Figura 32 Sistema de mezclado de ácido y cloro.

Fuente: Merlin Gómez (2011)

La manutención de un pH entre 6.5 a 6.8 mediante inyecciones periódicas de ácido, disminuye la precipitación de compuestos inorgánicos (fosfatos, calcio, bicarbonatos) y reduce el crecimiento de las algas. El cloro también puede ser usado como plaguicida. Los tratamientos periódicos de choque, con ácidos (sulfúrico, clorhídrico y fosfórico) que reducen el pH a 2-3 (agua acida), también matan algas y eliminan algunos taponamientos inorgánicos.

Un mantenimiento preventivo con la aplicación de ácido nos permitirá tener un riego más uniforme y un alargue de la vida útil de la cinta de goteo porque los emisores se mantienen libres de sales que obstruyen la salida de agua del gotero. En el siguiente cuadro se muestra como

ejemplo, la forma de como calcular la dosificación del ácido a aplicar al sistema de riego. (Ver ecuación 6).

NOTA: Para verificar si el tratamiento es eficiente el pH en el punto más alejado deberá ser menor a 3 durante por lo menos 3 minutos.



EJEMPLO:

Caudal del equipo: 50 m³/hora

Ácido necesario: 50 litros

Tiempo de inyección: 10 minutos

$$6) \text{ Concentración de ácido requerida} = \frac{50 \text{ litros}}{\left(50 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times \frac{1000 \frac{\text{l}}{\text{m}^3} \times 1 \text{h}}{60 \text{ min}}\right) \times 10 \text{ min}} = 0.6\%$$

Figura 33 Cálculo para dosificación de cloro.

Fuente: Manual de mantenimiento (NETAFIM,2018)

El cloro es un oxidante fuerte. Resulto útil para los siguientes propósitos:

- 1) Evitar y eliminar el crecimiento de cieno orgánico, cieno ferroso, cieno sulfuroso.
- 2) Oxidar elementos tales como Hierro, Azufre, Manganeseo, etc.
- 3) Limpiar de sedimentación orgánica y cieno bacteriano los sistemas de riego.
- 4) Mejorar la eficiencia de la filtración, especialmente en filtros de grava o arena.

En el siguiente cuadro se muestra la dosificación de cloro para evitar daños a la cinta de goteo, debido a que esta tiene aleaciones de materia orgánica, y la cantidad suficiente para eliminar las impurezas orgánicas que obstruyen la libre descarga de agua de los goteos.

Tabla 17 Dosis permisibles para limpieza de materia orgánica en el sistema de riego

Dosificación del cloro

| Método/Propósito de la inyección | Concentración a inyectar | Concentración residual* |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Inyección continua | < 30ppm | 0.5 – 1ppm |
| Inyección selectiva | < 30ppm | 2 – 3ppm |

$$7) \text{ Caudal horario de la solución de cloro inyectada en } \frac{\text{l}}{\text{h}} = \frac{\text{concentración de cloro requerida (ppm)} \cdot \text{caudal del sistema a tratar (m}^3/\text{h)}}{\text{concentración de solución de cloro en porcentaje} \cdot 10}$$

Lavado o drenaje del sistema de Goteo.

Se procede a abrir los finales de la tubería principal y secundaria y que salga a libre caudal y a mayor presión de trabajo hasta observar que el agua salga totalmente limpia, para eliminar

impurezas que se encuentre a lo interno de ellos y con esto se evita que lleguen hasta la cinta de goteo, esta misma practica se hace de forma periódica, por esta razón es necesario hacer muestreos del color del agua y concentración de partículas de forma visual en cada final de la tubería y las cintas de goteo.

La figura 34 muestra un final de tubería primaria y secundaria, por donde se hace la limpieza del sistema de riego, esta actividad es antes de regar, con la limpieza se evita que el sucio llegue a los emisores o goteros a provocar un taponamiento que afecta enormemente con la uniformidad del riego.



Figura 34 Drenaje de agua del sistema de goteo

Fuente: Merlin Gómez (2011)

4.2 ESTUDIO FINANCIERO

El estudio financiero es el análisis de la capacidad de un proyecto para ser sustentable, viable y rentable en el tiempo. El estudio financiero es una parte fundamental de la evaluación de un proyecto de inversión.

4.2.1 INVERSIÓN INICIAL

El plan de inversión que se presenta en la tabla 18 muestra que se requiere una inversión inicial de L. 11,641,526.62 para adquirir los activos fijos necesarios del sistema de riego. Está inversión comprende la instalación del sistema de riego por goteo que representa el 83% (todos los materiales de tuberías PVC principales y secundarias, así como todos los conectores y accesorios

necesarios y el pago por servicios de instalación de mano de obra y maquinaria), seguido por el tendido eléctrico con un 11% y la bomba eléctrica con un 6%.

Tabla 18 Inversión inicial del proyecto

| INVERSIÓN INICIAL | |
|--|----------------------|
| DESCRIPCIÓN | MONTO LPS |
| Instalación del sistema de Riego x Goteo | 9,696,330.63 |
| Bomba Eléctrica | 669,995.99 |
| Tendido Eléctrico | 1,275,200.00 |
| TOTAL LPS | 11,641,526.62 |

4.2.2 ESTRUCTURA Y COSTO DE CAPITAL

El presente trabajo de tesis (considera el uso de capital propio del 12%) se basa en información proporcionada por el departamento de administración de flujos de compañía Chumbagua, considera que las empresas de índole azucarero el costo de capital se rige entre el 9 al 11% con financiamiento. Por lo tanto los socios exigen a los proyectos una tasa de oportunidad del 12%. Por tanto es un lineamiento gerencial en la compañía.

La política de inversiones de la compañía en la sección 9 de análisis financiero apartado 9.2 del valor presente neto establece que “las tasas de interés, tasa de impuesto y costo de financiamiento que se utiliza para estos análisis son determinados por la dirección financiera al principio de cada año”.

La tabla 19 muestra la estructura de capital como ejemplo que se utiliza en un proyecto con capital mixto (propio y financiado); consistente de un 45% de acciones y 55% de deuda. Asimismo, muestra que el costo de capital requerido para financiar la inversión inicial y la mínima tasa de rendimiento esperada por los accionistas es de 15.55%.

Tabla 19 Estructura y costo de capital

| COSTO DE CAPITAL PROMEDIO PONDERADO | | | | |
|--|----------------------|--------------|----------------------|---------------|
| Fuente | Monto | Costo | Participación | CCPP |
| Aportación de accionistas | 5,238,686.98 | 20.0% | 45% | 9.00% |
| Préstamo bancario | 6,402,839.64 | 11.9% | 55% | 6.55% |
| COSTO DE CAPITAL | 11,641,526.62 | | | 15.55% |

Para determinar el costo de capital se realiza la suma del costo de capital promedio ponderado (CCPP) de las dos principales fuentes de financiamiento. El CCPP se obtiene al multiplicar el costo del dinero de cada fuente y su porcentaje de participación en la inversión. Se estima que el costo del dinero de los accionistas es de 12% y el del préstamo bancario de 11.9%. Para determinar este costo del préstamo bancario, se toma como referencia una tasa de interés anual de 17%; la que se multiplica por 70% para calcular una nueva tasa del costo del préstamo después de impuestos que es la que se utiliza para obtener el CCPP.

4.2.3 INGRESOS

Haciendo uso de los datos estadísticos de producción por hectárea en años anteriores, los ingresos a obtener son el producto de las toneladas adicionales que nos dará el sistema de riego goteo en comparación con no tener el cultivo con riego. Tener el cultivo con sistema de riego permite producir un incremento de producción hasta 32.20 toneladas métricas por hectárea de cultivo tomando como referencia los datos históricos, lo cual representa un ingreso de L.4,802,000.00 en el primer año y para el año diez se proyecta un ingreso de L.6,265,521.00, teniendo un incremento del 3% anual en los ingresos por venta (precio de TM) de la producción. Para determinar las toneladas adicionales a obtener al instalar el sistema de riego por goteo se utilizó datos históricos de rendimientos obtenidos sin riego (temporal) en compañía Chumbagua (ver tabla 20) y los datos históricos de rendimiento por riego goteo (ver tabla 21).

Tabla 20 Histórico de rendimientos temporal (Chumbagua)

| Rendimiento Histórico Temporal | |
|---------------------------------------|--------------|
| Zafra | TM/Ha |
| 2014-2015 | 83.1 |
| 2015-2016 | 60.3 |
| 2016-2017 | 73.9 |
| 2017-2018 | 82.3 |
| Promedio | 74.9 |

Tabla 21 Histórico de rendimientos riego goteo (Chumbagua)

| Rendimientos Históricos Goteo | |
|--------------------------------------|--------------|
| ZAFRA | TM/Ha |
| 2013-2014 | 108.3 |
| 2014-2015 | 108.1 |
| 2015-2016 | 105.9 |
| 2016-2017 | 105.9 |
| PROMEDIO | 107.1 |

Tabla 22 Ingresos proyectados del sistema de riego

| INGRESOS | | | | | |
|-----------------|--------------|------------|-----------------|---------------------|------------------------|
| Tipo de Riego | Ton/Ha | Área (Ha) | Total Toneladas | Costo Toneladas Lps | Ingresos Lps |
| Temporal | 74.90 | 280 | 20,972.00 | | |
| Riego/Goteo | 107.10 | 280 | 29,988.00 | | |
| TOTAL | 32.20 | 280 | 9,016.00 | L. 532.61 | L. 4,802,000.00 |

| Ingresos | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 |
|-----------------------------------|--------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Ingresos 1 | | 4802,000 | 4946,060 | 5094,442 | 5247,275 | 5404,693 | 5566,834 | 5733,839 | 5905,854 | 6083,030 | 6265,521 |
| Ingreso/Ahorro TOTAL (Lps) | | L4802,000 | L4946,060 | L5094,442 | L5247,275 | L5404,693 | L5566,834 | L5733,839 | L5905,854 | L6083,030 | L6265,521 |

Se espera un incremento anual del 3% en los ingresos proyectados.

4.2.4 COSTOS

La tabla 23, representa los principales costos presupuestados para un período de diez años asociados a la operación y mantenimiento del sistema de riego goteo. Se observa que el mayor costo lo lleva la operación anual del sistema de riego, dicho gasto anda entre el 80 y 84% anual durante los diez años de la vida útil del proyecto, este comprende los gastos por mano de obra (operadores del sistema) y gastos por consumo de energía eléctrica que alimenta la bomba de riego. El gasto por mantenimiento a las tuberías, bomba eléctrica y tendido eléctrico representa entre el 16 y 20% del gasto.

Tabla 23 Presupuesto de gastos

| Actividades | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 |
|-----------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Mantenimiento Sistema Riego | 275,580 | 288,807 | 302,670 | 317,198 | 332,424 | 348,380 | 365,103 | 382,627 | 400,994 | 420,241 |
| Costo Operativo Anual | 1397,454 | 1425,403 | 1453,911 | 1482,989 | 1512,649 | 1542,902 | 1573,760 | 1605,235 | 1637,340 | 1670,087 |
| Costo TOTAL (Lps) | L1673,033 | L1714,210 | L1756,581 | L1800,188 | L1845,073 | L1891,282 | L1938,863 | L1987,863 | L2038,333 | L2090,328 |

En el mantenimiento del sistema de riego hay un incremento del 4.80% correspondiente a la inflación.

4.2.5 DEPRECIACIÓN

El proyecto cuenta con activos fijos por valor de L11,641,526.62, de los cuales el 83% está representado por las tuberías, cintas y accesorios del sistema de goteo, la bomba eléctrica representa un 6% y el tendido eléctrico el 11% de la inversión. Se emplea el método de depreciación lineal para depreciar los L. 11,641,526.62 en diez años que es la vida útil del proyecto, la tasa aplicada es del 10%. En la tabla 24, se puede observar la depreciación de cada uno de los componentes de la inversión, cabe señalar que en la cinta de goteo se hará una nueva reinversión a en el año seis. Según la política de la empresa para el análisis financiero de los proyectos, la depreciación de los activos como el sistema de riego es a 10 años y no se considera un valor de rescate para tal fin.

Tabla 24 Depreciación de activos fijos

| ACTIVOS FIJOS | INVERSIÓN | VIDA ÚTIL (AÑOS) | DEPRECIACIÓN /AÑO |
|---------------------------|--------------|------------------|-------------------|
| Tuberías y accesorios PVC | 6,771,210.63 | 10 | L. 677,121.06 |
| Cinta de Goteo | 2925,120.00 | 5 | L. 585,024.00 |
| Bomba Eléctrica | 669,995.99 | 10 | L. 66,999.45 |
| Tendido Eléctrico | 1,275,200.00 | 10 | L. 127,520.00 |
| | | TOTAL | L. 1,456,664.51 |

4.2.6 TÉCNICAS DE PRESUPUESTO DE CAPITAL

Las técnicas utilizadas para evaluar el presupuesto del capital del proyecto se desarrollan en este apartado, siendo el período de recuperación, el VPN y la TIR.

4.2.6.1 PERÍODO DE RECUPERACIÓN

En la tabla 25, se calcula el período de recuperación con los valores que toman las variables de su ecuación donde muestra que se requiere 4.24 años para recuperar la inversión de L11,641,526.62.

Tabla 25 Cálculo del período de recuperación

| FLUJO | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 |
|------------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Flujo Neto (LPS) | -L. 11641,527 | L2627,276 | L2699,294 | L2773,502 | L2849,961 | L2928,734 | L. 84,765.72 | L3093,483 | L3179,594 | L3268,287 | L3359,634 |
| Flujo Acumulado | -L. 11641,527 | -L. 9014,250.66 | -L. 6314,956.52 | -L. 3541,454.70 | -L. 691,494.07 | L. 2237,239.62 | L. 2322,005.35 | L. 5415,488.38 | L. 8595,081.95 | L. 11863,368.89 | L. 15223,003.31 |

| Variable | Valores |
|---|----------------|
| Cantidad de años antes de la recuperación total de la inversión | 4 |
| Inversión inicial no recuperada al principio del cuarto año | L. 691,494.07 |
| Entrada de efectivo descontada durante el año | L. 2928,733.69 |
| Período de recuperación en años | 4.24 |

4.2.6.2 VPN Y TIR

El proyecto genera flujos de netos de efectivo por valor de L. 25,524,783.00 en un período de análisis de diez años sobre los cuales se realiza el cálculo de los indicadores de rentabilidad en la tabla 26.

Tabla 26 Cálculo del valor presente neto y tasa interna de rendimiento

| Variable | Valores |
|-----------------------------|------------------|
| Flujos netos de efectivo | L. 26,864,529.93 |
| Valor Presente Neto | L. 3,290,037.21 |
| Tasa interna de rendimiento | 18.4% |

Con los flujos netos obtenidos se obtiene un valor presente neto de L. 3,290,037.21, lo que implica una ganancia después de haber recuperado la inversión y una tasa interna de rendimiento del 18.4% que es mayor a la tasa mínima de rendimiento esperada del 12%, por lo que la inversión es económicamente rentable.

4.2.7 PUNTO DE EQUILIBRIO

Para el punto de equilibrio se utilizó Microsoft Excel a través de la herramienta buscar objetivo, haciendo uso de esta herramienta se obtuvo el precio más bajo al que se puede vender la tonelada métrica de caña producida, de modo que; con ese precio el valor presente neto calculado sea igual a cero y nuestra tasa interna de rendimiento sea igual a nuestro costo de capital. También se calculó el rendimiento de toneladas métricas por hectárea mínimo adicional que el sistema pueda producir de modo que con esas toneladas adicionales no se pierda en el proyecto o sea que nuestra TIR sea igual al costo de capital.

Con un 84.47% del precio de la tonelada métrica (L. 532.61) no se perderá en el proyecto, o sea con un precio de L. 449.91 como precio mínimo. Este precio mínimo hace que nuestro valor presente neto sea igual a cero y nuestra tasa interna de rendimiento sea igual al costo de capital (12%) lo cual nos indica que no habrá pérdida en la implementación del proyecto. Ahora bien con una productividad de 27.20 toneladas métricas por hectárea el proyecto no pierde ni gana, debido a que nuestro valor presente neto queda igual a cero y tasa interna de rendimiento igual al costo de capital.

Tabla 27 Punto de Equilibrio

| AÑOS | VENTA TM = L. 449.91 o Productividad= 27.20 TM/Ha |
|--------|---|
| Año 0 | -11641,526.62 |
| Año 1 | 2105,347.96 |
| Año 2 | 2161,708.29 |
| Año 3 | 2219,788.40 |
| Año 4 | 2279,635.80 |
| Año 5 | 2341,299.12 |
| Año 6 | -520,291.89 |
| Año 7 | 2470,273.70 |
| Año 8 | 2537,687.95 |
| Año 9 | 2607,124.15 |
| Año 10 | 2678,636.75 |

| | |
|--|--------------|
| COSTO DE CAPITAL | 12.0% |
| VALOR PRESENTE NETO | 0.0 |
| TIR = COSTO DE CAPITAL | 12.0% |
| (84.47% del ingreso valor de TM o 27.20 | |

4.2.8 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El Análisis de Sensibilidad busca medir cómo se afecta la rentabilidad de un proyecto, cuando una o varias variables que conforman los supuestos, bajo los cuales se elaboraron las proyecciones financieras, se modifican. En este caso el análisis de sensibilidad se hizo utilizando la variable INGRESOS la cual depende del precio de venta de la tonelada de caña. La tabla 28 muestra como los flujos netos se ven influenciados ante una caída de precio de venta, se observa como la variable dependiente TIR disminuye a medida que este precio va bajando. Se hicieron escenarios disminuyendo el precio de venta de 5% en 5% desde 95% a 80%, en este último la TIR queda por debajo del costo de capital (12%). También el modelo financiero es susceptible a una caída de la

productividad esperada, se debe obtener como mínimo una producción adicional por hectárea de 27.20 toneladas métricas por hectárea para que el proyecto no pierda ni gana.

Tabla 28 Análisis de sensibilidad

| Flujos netos de efectivo (Calculados con variabilidad en el precio de la venta de TM de caña) | | | | | |
|---|--|---|--|--|---|
| AÑOS | 100% del ingreso por TM = L. 532.61 | 95% del ingreso por TM = L. 505.98 | 90 % del ingreso por TM = L. 479.35 | 84.47% del ingreso por TM = L. 449.91 | 80% del ingreso por TM = L. 426.09 |
| Año 0 | L. -11452,211.55 | L. -11641,526.62 | L. -11641,526.62 | L. -11641,526.62 | L. -11641,526.62 |
| Año 1 | L. 2530,484.03 | L. 2459,205.96 | L. 2291,135.96 | L. 2105,250.54 | L. 1954,995.96 |
| Año 2 | L. 2594,720.58 | L. 2526,182.04 | L. 2353,069.94 | L. 2161,607.95 | L. 2006,845.74 |
| Año 3 | L. 2660,568.64 | L. 2595,196.36 | L. 2416,890.90 | L. 2219,685.06 | L. 2060,279.97 |
| Año 4 | L. 2728,049.79 | L. 2666,306.00 | L. 2482,651.38 | L. 2279,529.36 | L. 2115,342.12 |
| Año 5 | L. 2797,184.50 | L. 2739,569.42 | L. 2550,405.16 | L. 2341,189.48 | L. 2172,076.63 |
| Año 6 | L. -57,128.01 | L. -110,073.47 | L. -304,912.67 | L. -520,404.81 | L. -694,591.05 |
| Año 7 | L. 2940,490.05 | L. 2892,798.66 | L. 2692,114.29 | L. 2470,157.38 | L. 2290,745.56 |
| Año 8 | L. 3014,694.91 | L. 2972,888.67 | L. 2766,183.77 | L. 2537,568.15 | L. 2352,773.97 |
| Año 9 | L. 3090,621.06 | L. 3055,380.89 | L. 2842,474.84 | L. 2607,000.75 | L. 2416,662.75 |
| Año 10 | L. 3168,281.01 | L. 3140,341.19 | L. 2921,047.97 | L. 2678,509.65 | L. 2482,461.51 |

| | |
|--|--------------|
| COSTO DE CAPITAL | 12.0% |
| TIR ORIGINAL | 17.5% |
| TIR (95% del Ingreso) | 16.4% |
| TIR (90% del ingreso) | 14.4% |
| TIR = COSTO DE CAPITAL (84.47% del ingreso) | 12.0% |
| TIR < COSTO DE CAPITAL (80% del ingreso) | 10.0% |

4.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS

En el apartado 3.2 se presentaron las hipótesis a comprobar con el desarrollo del estudio financiero de este proyecto. Basados en los resultados se acepta la hipótesis alternativa, dado que la TIR es del 18.4% o sea mayor que el costo de capital del 12%.

Hi: La instalación de riego por goteo en caña de azúcar para compañía Chumbagua generará una tasa interna de rendimiento mayor que el costo de capital.

Se rechaza por tanto la hipótesis nula

Ho: La instalación de riego por goteo en caña de azúcar para compañía Chumbagua no generará una tasa interna de rendimiento mayor o igual al costo de capital.

4.4 APLICABILIDAD

En esta sección se presenta el plan de proyecto para la instalación del sistema de riego por goteo para 280 hectáreas en el cultivo de caña de azúcar. Con la implementación de este proyecto se pretende mejorar el rendimiento agrícola de la finca donde será instalado el proyecto, así también el buen uso del recurso hídrico presente en la zona donde se realizará el proyecto.

4.4.1 NOMBRE DE LA PROPUESTA DEL PROYECTO

Sistema de riego por goteo en 280 hectáreas de cultivo de caña de azúcar

4.4.2 PROPUESTA DEL PROYECTO

La propuesta para la instalación de un sistema de riego por goteo en 280 hectáreas de cultivo de caña de azúcar para compañía Chumbagua se desarrolla haciendo uso de la metodología del Project Management Institute (PMI), realizando cada uno de los planes de las distintas áreas de conocimiento.

4.4.2.1 GESTIÓN DE LA INTEGRACIÓN

Con la gestión de la integración del proyecto se pretende dejar establecido lo que el proyecto incluye, planificando y detallando como debe gestionarse el alcance del proyecto tomando decisiones en cuanto asignación de recursos de tal manera que exista un equilibrio en los objetivos que se persigue.

4.4.2.1.1 ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO

Por medio de esta acta firmada y autorizada se formaliza el inicio del proyecto sistema de riego por goteo en 280 hectáreas de cultivo de caña de azúcar en compañía Chumbagua.

4.4.2.1.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto lleva un enfoque de incrementar la producción en 280 hectáreas regando el cultivo de caña con Riego por goteo, optimizando el agua en un 95% para lograr un mayor desarrollo para el cultivo, evitando periodos de estrés por falta de agua. Consta de un sistema de bombeo eléctrico, tubería primaria y secundaria PVC enterrada a una profundidad de 1.2 metros, cinta de goteo enterrada a 20 centímetros, válvulas hidráulicas y de aire en las cabeceras de las parcelas del cultivo, válvulas alivio para liberar sobre presión del sistema para evitar que la tubería se estalle, laterales de goteo para riego en doble surco. También consta de un cabezal en el punto de bombeo donde se va instalado un caudalímetro y manómetros para registrar la presión y

volumen de agua entregados al sistema. La finalidad de instalar el sistema de riego por goteo es por ser un sistema eficiente, de baja operación y que puede incrementar la producción de la finca y aumentar la utilidad de la empresa.

4.4.2.1.1.2 ANTECEDENTES

El cultivo de la caña de azúcar se extiende por distintas regiones agroecológicas, constituye el cultivo sacarífero más importante del mundo, responsable del 70% de la producción total de azúcar. Este cultivo se extiende a lo largo de los trópicos y sub trópicos. Su capacidad productiva varía, entre las zonas cañeras tropicales y subtropicales de 40-100 t/mz de caña y de 3.5 – 15 t/ha de azúcar. El proyecto se elabora por la necesidad de suministrarle los riegos necesarios para un óptimo desarrollo del cultivo de la caña de azúcar. Y dicho proyecto se iniciará el 26 de febrero 2019 para tenerlo operativo el 30 de mayo de 2019 y para esto se presentan algunas consideraciones y las actividades a desarrollar en la implementación del proyecto “Instalación del Sistema de Riego por Goteo en 280 Ha de Cultivo de Caña de Azúcar. Se espera que gracias a los resultados obtenidos una vez que haya sido implementado a cabalidad el proyecto sea de beneficio a la compañía Chumbagua.

4.4.2.1.1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO

OBJETIVO GENERAL

Instalar riego por Goteo en 280 Ha de caña de azúcar, para dar las condiciones óptimas de humedad al suelo para un buen desarrollo del cultivo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Tener instalado el proyecto el 30 de mayo del 2019
- 2) No tener una variación mayor al 5% del presupuesto del proyecto.
- 3) Tener una cobertura de riego del 100% del área total del cultivo.

4.4.2.1.1.4 JUSTIFICACIÓN

En vista de los efectos del cambio climático en nuestro país, el aporte de agua por las lluvias a los cultivos es menor año con año y sumado a estos los altos costos de producción. Esta situación ha provocado una baja en la producción e incremento de los costos, afectando así la economía de la empresa. Esto obliga a optimizar el recurso agua mediante la instalación de uno de los sistemas

más eficientes como lo es el riego Goteo que también nos permite optimizar el agua en un 95%, mediante la medición y aplicación de la lámina necesarias en cada estadio en el desarrollo del cultivo.

4.4.2.1.1.5 REQUISITOS

- 1) El proyecto debe estar operativo el 30 de mayo del 2019.
- 2) La tubería PVC a utilizar debe ser de alta calidad y SDR 41.
- 3) Las válvulas deben quedar bien protegidos y señalizados para evitar daños por el equipo de cosecha.
- 4) El área en donde se realizará este proyecto se ubica a 55 km de la fábrica.
- 5) Se contratará personal con experiencia en este tipo de proyectos.

4.4.2.1.1.6 INTERESADOS

En la tabla 29, se muestra todos los individuos cuyos intereses pueden verse afectados positiva o negativamente como resultado de la ejecución del proyecto o de la finalización con éxito del proyecto.

Tabla 29 Interesados del proyecto

| INTERESADOS DEL PROYECTO | CÓDIGO |
|---|--------|
| Gerente General | A |
| Gerente Agrícola | B |
| Jefe de Producción | C |
| Jefe de Zona de Producción # 3 | D |
| Departamento de Compras | E |
| Proveedores de Maquinaria | F |
| Proveedores de Equipo | G |
| Productores de la zona | H |
| UMA de la municipalidad de Quimistan Santa Bárbara | I |
| Instituciones Financieras | J |
| Gerente de Cosecha | K |

La figura 35, se muestra a los interesados de acuerdo a su nivel de autoridad (poder) y preocupación (interés) por los resultados del proyecto. Dicha matriz nos permitirá establecer acciones o estrategias a tomar en cuenta a la hora de involucrar a las personas pertenecientes a los grupos de clasificación.

| | | | |
|-------|------|--|--|
| PODER | ALTO | Mantener Satisfechos: I J | Mantener Cerca: A B C D |
| | BAJO | Monitorear: K | Mantener informado: E F G H |
| | | BAJO | ALTO |
| | | INTERÉS | |

Figura 35 Matriz Poder / Interés

La tabla 30, se muestra la evaluación realizada a cada uno de los interesados, de acuerdo a la matriz poder interés mostrada en la figura anterior, lo cual nos permitirá darle mayor énfasis aquellos interesados que tengan mayor influencia sobre el proyecto. La tabla permite ver rápidamente el rol ejercido por el interesado y la estrategia de comunicación a utilizar durante el avance del proyecto.

Tabla 30 Cuadro de evaluación de interesados

| Interesado | Metas, Motivaciones e Interés | Poder e Influencia | Importancia e impacto en el proyecto | Rol en el proyecto | Estrategia de Comunicación |
|--------------------------------|---|--------------------|---|--------------------------|--|
| Gerente General | <ul style="list-style-type: none"> ○ Incremento productivo (QQ/Ha) de azúcar. ○ Incrementar la rentabilidad de la empresa. ○ Disminuir los costos de producción del área agrícola. | Alta | Persona encargada de autorizar el financiamiento del proyecto; de él depende el inicio o no del proyecto. | Autoriza el proyecto | <ul style="list-style-type: none"> ○ Informes quincenales del avance del proyecto que incluyan línea de base de costos y de actividades vs avance real. ○ La información se debe de enviar vía correo electrónico en formato PDF los días viernes a primera hora. ○ Reunión mensual con la gerencia general, gerente agrícola y director del proyecto para discutir avances del proyecto. |
| Gerente Agrícola | <ul style="list-style-type: none"> ○ Incremento en la productividad agrícola (TM7Ha) en área de influencia del proyecto. ○ Uso más eficiente del recurso hídrico. ○ Reducción en el costo operativo de riego. | Alta | Solicitante de la elaboración del proyecto. Parte del equipo técnico que estudia y autoriza proyectos en el área agrícola. | Solicitante del Proyecto | <ul style="list-style-type: none"> ○ Informes semanales del avance físico del proyecto. ○ Informe corto en formato PDF en el que se detallen las actividades realizadas y el porcentaje de avance del proyecto. ○ Comunicación continúa vía telefónica para informar cualquier acontecimiento en el proyecto. ○ Reunión semanal para tratar temas de avance del proyecto. |
| Departamento de Compras | <ul style="list-style-type: none"> ○ Entregas a tiempo de los equipos y maquinaria solicitada. ○ Obtener los mejores precios de insumos solicitados. ○ Elaborar los contratos adecuados para las actividades solicitadas de forma tercerizada. | Baja | Encargados de cotizar, evaluar propuestas y comprar los materiales, equipos y contratos necesarios para desarrollar el proyecto dentro del presupuesto establecido. | Compras del proyecto | <ul style="list-style-type: none"> ○ Reporte en el que se detalle la necesidad de insumos, maquinaria y personal necesarios para ejecución del proyecto. ○ Cronograma mensual de necesidad de insumos, maquinaria y personal. ○ Comunicación constante para temas de cotizaciones, precios, proveedores. ○ La información se debe de manejar vía correos electrónicos entre el director de proyectos y jefe de compras con copias al gerente agrícola. |

Continuación tabla 30

| Interesado | Metas, Motivaciones e Interés | Poder e Influencia | Importancia e impacto en el proyecto | Rol en el proyecto | Estrategia de Comunicación |
|---------------------|---|--------------------|---|--------------------|---|
| Productores vecinos | <ul style="list-style-type: none"> ○ Hacer un canal de llamada del río Chamelecón hasta el punto de bombeo. ○ Optimizar el uso del Agua | Baja | Son pequeños productores que siembran a la rivera del río Chamelecón. | Aliado estratégico | <ul style="list-style-type: none"> ○ Reuniones de acercamiento para tratar el tema de la optimización del agua para riego. ○ Discutir el tema de hacer uso de sistemas de riego para mejora de la producción. |

FUNCIONALIDAD DEL PRODUCTO

Válvulas en las cabeceras de las parcelas del cultivo de la caña, para alimentar tubería secundaria que alimentara la cinta de goteo para un riego más eficiente, cada turno de riego será de 5 horas para garantizar una lámina de riego diaria de 6 mm en el cultivo de la Caña de azúcar.

El diseño del riego constará de 4 turnos, para regarlos 5 horas cada uno, la bomba será de 3000 gpm y 150 hp. El personal de trabajo constara de un operador de la bomba y dos regadores por turno. El mantenimiento debe ser preventivo para que el proyecto siempre este operativo haciendo limpiezas periódicas de ácido y cloro

CALIDAD

- 1) El diseño no debe exceder a 2 metros por segundo la velocidad del agua.
- 2) Instalación de acuerdo a calendarización de actividades.
- 3) Instalación de válvulas de aire de doble propósito y válvulas de alivio de altas presiones.
- 4) Conexión a una fuente confiable de energía.
- 5) Fuente de agua confiable y suficiente.

IMPACTOS DEL PROYECTO EN OTRAS ÁREAS

- 1) Al potenciar la producción en esta finca habrá más demanda de mano de obra en la zona.
- 2) Reducción en el consumo de agua para riego.
- 3) Más materia prima para la fábrica.

RESTRICCIONES

Las restricciones son factores que limitan el campo de acción del equipo ejecutor, por ello es de gran importancia realizar la documentación de las mismas.

Tabla 31 Restricciones del proyecto

| Internos a la Organización | Ambientales/Externos a la Organización |
|---|--|
| Que se recorte el Presupuesto por efecto de variaciones significativas de terceros. | Que el sistema de bombeo del proyecto, se vea afectado por el bajo voltaje de las líneas primarias del proveedor de energía eléctrica (ENEE) |
| Retraso en las contrataciones. | Factores climáticos (lluvia) durante el tiempo de instalación afectando la fecha de inicio del proyecto. |

RIESGOS DE ALTO NIVEL

- 1) Que llueva durante el tiempo de ejecución del proyecto.
- 2) Que productores agrícolas y ganaderos se opongan a la instalación del proyecto.
- 3) Variaciones continuas en el voltaje de la red de distribución de la ENEE, y que dificulte el correcto funcionamiento de la Bomba Eléctrica.
- 4) Que la planta que produce el material PVC del proveedor, no cumpla con los plazos de entrega.

CRONOGRAMA DE HITOS

Inicio del proyecto

26/Febrero/2019

Entrega del Proyecto

30/mayo/2019

ANÁLISIS FINANCIERO

| Datos Generales del Proyecto | | Resumen Financiero | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--|
| Compañía: | Compañía Azucarera Chumbagua, S.A. | | | | | | | | | | | |
| Nombre del proyecto: | Sistemas de Riego por Goteo | | | | | | | | | | | |
| Dirección: | Agroindustrial | | | | | | | | | | | |
| Gerencia: | Agrícola | | | | | | | | | | | |
| Fecha de solicitud: | | | | | | | | | | | | |
| Descripción general: | | | | | | | | | | | | |
| Factor: | | | | | | | | | | | | |
| Inversión | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 | |
| Inversión Ingenio | L 11641,527 | | | | | | 2925,120 | | | | | |
| Inversión Agrícola | | | | | | | | | | | | |
| Capital de trabajo | | | | | | | | | | | | |
| Inversión TOTAL (US\$) | L11641,527 | L0 | L0 | L0 | L0 | L0 | L2925,120 | L0 | L0 | L0 | L0 | |
| Ingresos / Ahorros | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 | |
| Ingresos 1 | | 4802,000 | 4946,060 | 5094,442 | 5247,275 | 5404,693 | 5566,834 | 5733,839 | 5905,854 | 6083,030 | 6265,521 | |
| Ahorro en Costo de Operacion | | | | | | | | | | | | |
| Ingreso/Ahorro TOTAL (Lps) | L4802,000 | L4946,060 | L5094,442 | L5247,275 | L5404,693 | L5566,834 | L5733,839 | L5905,854 | L6083,030 | L6265,521 | | |
| Costos | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 | |
| Mantenimiento Sistema Riego | | 275,580 | 288,807 | 302,670 | 317,198 | 332,424 | 348,380 | 365,103 | 382,627 | 400,994 | 420,241 | |
| Costo Operativo Anual | | 1397,454 | 1425,403 | 1453,911 | 1482,989 | 1512,649 | 1542,902 | 1573,760 | 1605,235 | 1637,340 | 1670,087 | |
| Depreciación (años) | | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | |
| Costo TOTAL (Lps) | L3129,698 | L3170,875 | L3213,246 | L3256,852 | L3301,738 | L3347,947 | L3395,527 | L3444,527 | L3494,998 | L3546,993 | | |
| Utilidad antes de impuestos | | 1672,302 | 1775,185 | 1881,196 | 1990,423 | 2102,956 | 2218,887 | 2338,312 | 2461,327 | 2588,032 | 2718,528 | |
| Impuestos (30%) | 0.30 | 501,691 | 532,555 | 564,359 | 597,127 | 630,887 | 665,666 | 701,494 | 738,398 | 776,410 | 815,558 | |
| Utilidad después de impuestos | L1170,611 | L1242,629 | L1316,837 | L1393,296 | L1472,069 | L1553,221 | L1636,818 | L1722,929 | L1811,622 | L1902,970 | | |
| FLUJO | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 | |
| Utilidad después de impuestos | | 1170,611 | 1242,629 | 1316,837 | 1393,296 | 1472,069 | 1553,221 | 1636,818 | 1722,929 | 1811,622 | 1902,970 | |
| (+) Depreciación | | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | |
| (-) Inversiones | -L 11641,527 | L0 | L0 | L0 | L0 | L0 | L 2925,120 | L0 | L0 | L0 | L0 | |
| (+) Valor de rescate | | | | | | | | | | | | |
| Flujo Neto (US\$) | -L 11641,527 | L2627,276 | L2699,294 | L2773,502 | L2849,961 | L2928,734 | L 84,766 | L3093,483 | L3179,594 | L3268,287 | L3359,634 | |
| Flujo Acumulado | -L 11641,527 | -L 9014,251 | -L 6314,957 | -L 3541,455 | -L 691,494 | L2237,240 | L2322,005 | L5415,488 | L8595,082 | L11863,369 | L15223,003 | |

Figura 36 Análisis financiero (ver Anexo 5)

DIRECTOR DEL PROYECTO

El director del proyecto es el Ing. Merlin Gómez al cual se le faculta disponibilidad de todos los recursos necesarios para la dirección del proyecto.

PATROCINADOR DEL PROYECTO

Compañía Chumbagua

Aprobaciones

| Patrocinador | Fecha | Firma |
|--------------|-------|-------|
| | | |

4.4.2.1.2 PLAN DE DIRECCION DE PROYECTOS

El ciclo de vida del proyecto estará desarrollado por las cinco fases de procesos de la guía del PMBOK del PMI que son: Inicio, Planificación, Ejecución, Monitoreo y Control y Cierre.

A continuación se presenta como se integra el plan de dirección en conjunto con las áreas de gestión y que herramientas se debe utilizar para hacer una planificación efectiva de la empresa.

A continuación se presenta el modo en que será ejecutado, monitoreado y controlado el proyecto. Todos los planes y líneas bases secundarios de los procesos de planificación son integrados y consolidados en la tabla.

Tabla 32 Plan del proyecto

| Plan Subsidiario | Procesos Aplicables |
|---|---|
| Plan de Gestión del Alcance | Planificar la gestión del alcance |
| | Recopilar requisitos |
| | Definir el alcance |
| | Crear la EDT |
| Plan de Gestión del Tiempo | Planificar la gestión del cronograma |
| | Definir las actividades |
| | Estimar la duración de las actividades |
| | Desarrollar el cronograma |
| Plan de Gestión de los Costos | Planificar la gestión de los costos |
| | Estimar los costos |
| | Determinar el presupuesto |
| Plan de Gestión de la Calidad | Planificar la gestión de la calidad |
| Plan de Gestión de los Recursos Humanos | Planificar la gestión de los recursos humanos |
| Plan de Gestión de las Comunicaciones | Planificar la gestión de las comunicaciones |
| Plan de Gestión de los Interesados | Planificar la gestión de los interesados |
| Plan de Gestión de los Riesgos | Planificar los riesgos |
| | Identificar los riesgos |

4.4.2.1.3 SISTEMA DE CONTROL DE CAMBIOS

Es evidente que los proyectos por mucha planificación que se realice, no existe evidencia de proyectos realizados exactamente al programa original, durante la ejecución surgen situaciones que obligan a realizar cambios. Estos cambios de una u otra forma afectarán el alcance, tiempo, costo calidad u otro aspecto del proyecto. Por tanto se hace necesario un mecanismo que ayude al equipo de proyecto como responder y manejar dichos cambios. La figura 34, muestra el proceso a seguir para la aprobación o rechazo de un cambio solicitado.

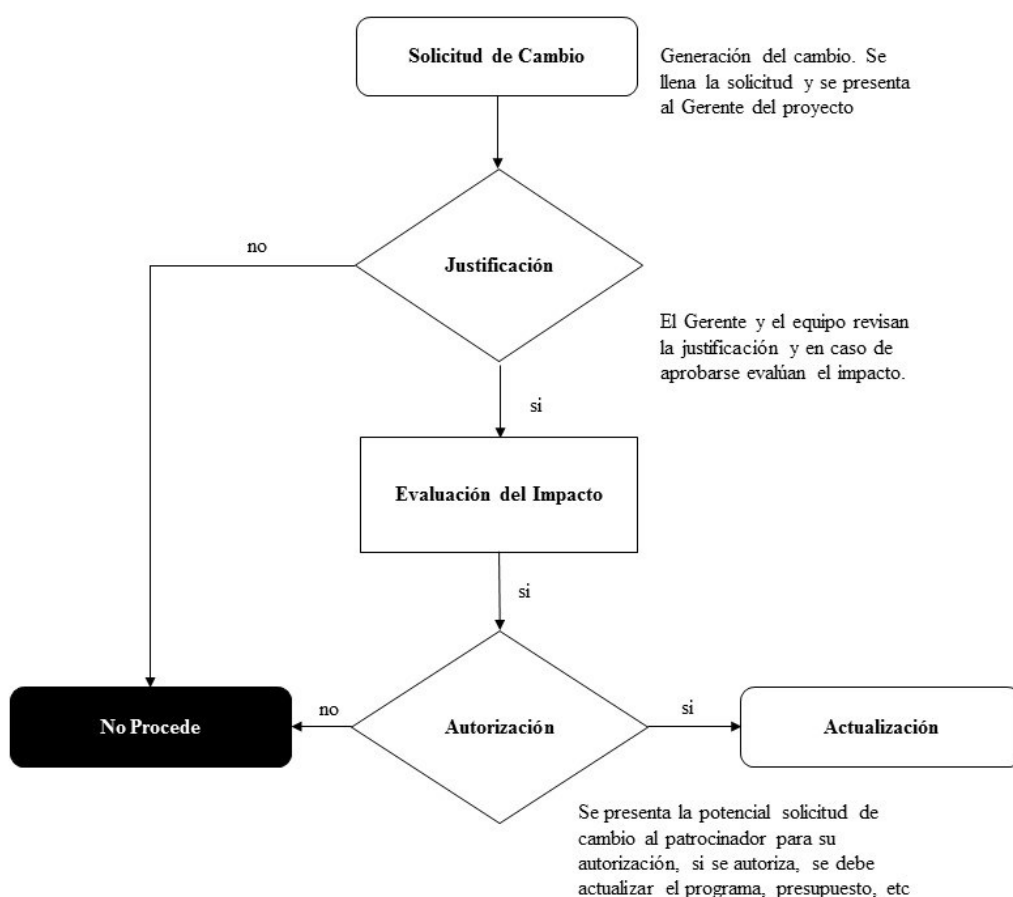


Figura 37 Diagrama para el control de cambios

4.4.2.1.4 SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL PROYECTO

El control oportuno del proyecto es implica realizar comparaciones entre la ejecución y lo planeado. Para ello se deberán realizar cortes quincenales monitoreando las actividades a la fecha de corte, realizando comparaciones en el tiempo como en el costo. Estas mediciones se deberán ser

documentadas en los informes quincenales lo cual permitirá identificar a tiempo cualquier desviación que se presente. Todo cambio que se vaya a implementar deberá pasar por el sistema de control de cambios y en caso de aprobarse se deberán realizar los cálculos pertinentes tanto a tiempo, costo, calidad, etc.

Dentro de las herramientas a utilizar de ser necesario tendremos:

- 1) Revisión del desempeño: para ello se utilizará la técnica de valor ganado, así se medirá la variación del cronograma, a través del índice de desempeño del cronograma.
- 2) Compresión del cronograma: para ello se realizará la ejecución rápida que consiste en la realización de actividades en paralelo y también la intensificación que consiste en la aportación de más recursos (incremento en costos).

4.4.2.2 GESTIÓN DEL ALCANCE

La gestión del alcance asegura que el proyecto incluya todo el trabajo requerido y solo el trabajo requerido para terminar el proyecto.

Nombre del proyecto: Sistema de riego por goteo en 280 hectáreas de cultivo de caña de azúcar

4.4.2.2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto lleva un enfoque de regar por Goteo 280 Hectáreas en cultivo de caña, optimizando el agua para lograr un mayor desarrollo para el cultivo, evitando periodos de estrés por falta de agua. Consta de un sistema de bombeo eléctrico, Tubería de conducción PVC enterrada a una profundidad de 1.20 metros, válvulas en las cabeceras de las parcelas del cultivo, válvulas de aire y de alivio para liberar sobre presión del sistema para evitar que la tubería se estalle, laterales de cinta de goteo con emisores de 1 litro por hora de agua. También consta de un cabezal en el punto de bombeo donde se va instalado un caudalímetro y manómetros para registrar la presión y volumen de agua entregados al sistema.

4.4.2.2.1.1 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

TÉCNICOS

- 1) Tubería PVC junta rápida SDR41 y 26.
- 2) La tubería secundaria debe ser 4" a 6" de PVC.
- 3) Los goteros tendrán una descarga de 1 litro por hora.
- 4) La tubería PVC debe estar enterrada a 1.20 metros de profundidad.

- 5) Las válvulas deben estar debidamente señalizados y protegidos, para que no los dañe el equipo de acarreo.
- 6) Debe haber 100 psi a la salida de la bomba y 40 psi en el hidrante.

4.4.2.2.1.2 CLASIFICACIÓN

Tipo de Proyecto: Estratégica

Justificación del Proyecto: Mejorar la Utilidad de la Empresa

4.4.2.2.2 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO (EDT)

La estructura de desglose de trabajo nos permite organizar y definir el alcance total del proyecto mediante una estructura orientada a entregables de tal manera que incluya todos los elementos del proyecto. La figura muestra cada uno de los entregables y subentregables del proyecto.

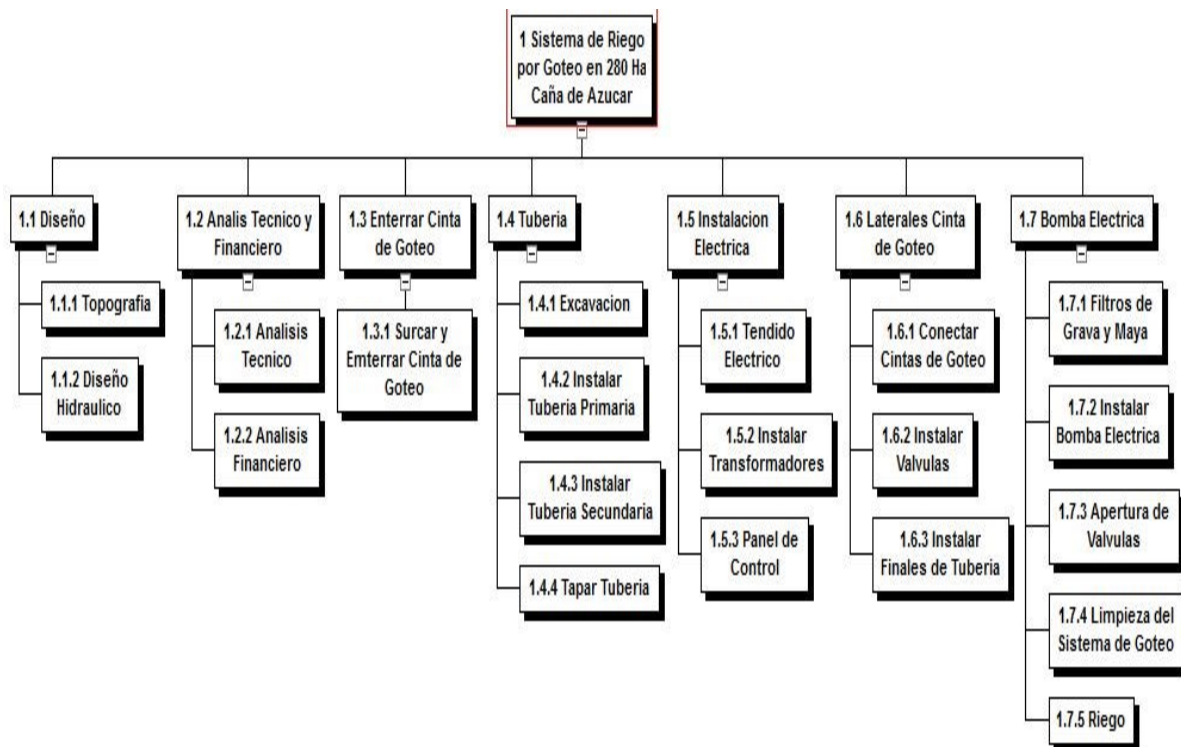


Figura 38 Estructura de Desglose de Trabajo

4.4.2.2.3 DICCIONARIO DE LA EDT

La tabla 33 muestra el diccionario de la estructura de desglose de trabajo que proporciona información de cada uno de los entregables del proyecto. Su importancia radica principalmente porque a través de este se puede observar cuales son los parámetros de aceptación de cada entregable y quien responde por este.

Tabla 33 Diccionario de la estructura de desglose de trabajo

| NOMBRE DEL PROYECTO | | | SIGLAS DEL PROYECTO | |
|--|--------------------------------------|---|---|-----------------------------------|
| Sistema de Riego por Goteo en 280 Ha de Cultivo de Caña de Azúcar | | | SRPGCA | |
| ESPECIFICACION DE PAQUETES DE TRABAJO DE LA EDT | | | | |
| CODIGO | ENTREGABLE | DESCRIPCION | CRITERIOS DE ACEPTACION | RESPONSABLE |
| 1.1 | DISEÑO | Se hace un levantamiento topográfico del área, en donde se identificará; el polígono, puntos altos y bajos del terreno. Con el levantamiento topográfico, se realiza un cálculo hidráulico en el programa de AUTOCAD para asegurar que el sistema riegue de una forma homogénea y eficiente. | Levantamiento topográfico en AUTOCAD. Y un diseño de riego con la cantidad de materiales necesarios para su instalación. | Ingeniero Agrónomo |
| 1.2 | ANALISIS TECNICO Y FINANCIERO | Con el levantamiento de información en campo, se analiza si las condiciones permiten la instalación y funcionamiento del sistema de riego. Si el proyecto es factible técnicamente, se hace un análisis financiero con los costos de instalación, costos de mantenimiento, utilidades, vida útil, para determinar si el proyecto es factible económicamente. | Informe de factibilidad técnica y financiera, que permitirá dar el visto bueno para la ejecución del proyecto. | Financiero. Ingeniero Agrónomo |
| 1.3 | ENTERAR CINTA DE GOTEO | Se entierra la cinta con un implemento acoplado al tractor que surca y entierra cinta a la vez. La profundidad del enterrado de la cinta debe ser de 20 cm desde la superficie. | El surcado de las 280 Hectáreas y enterrado de la cinta de goteo a una profundidad de 20 cm. | Ingeniero Agrónomo |
| 1.4 | TUBERIA | Según plano topográfico se hace el marcaje, zanjeo, instalación de tubería primaria y secundaria de acuerdo al diámetro del diseño e instalación de accesorios PVC y tapado de los mismos. | La tubería primaria y secundaria debe quedar instalada y enterrada a 1.20 metros de profundidad. | Jefe de Riegos. |

Continuación tabla 33

| ESPECIFICACION DE PAQUETES DE TRABAJO DE LA EDT | | | | |
|--|---------------------------------|--|---|---------------------|
| CODIGO | ENTREGABLE | DESCRIPCION | CRITERIOS DE ACEPTACION | RESPONSABLE |
| 1.5 | INSTALACIÓN ELECTRICA | Consta de un banco de transformadores para una bomba eléctrica de 150hp, panel de control y acometida eléctrica. | Banco de tres transformadores de 75 KVA para postes de 480 voltios. Panel de control General Electric para motor eléctrico de 150 HP. Bomba eléctrica marca GOULD de 1500 GPM, 125 PSI de cuatro etapas | Ingeniero Eléctrico |
| 1.6 | LATERALES CINTA DE GOTEO | Conexión de cinta de goteo a tubería secundaria. Instalar válvulas hidráulica, ventosas y de presión. | Cinta de goteo de 0.50 entre goteros y 12 milésimas de espesor. Instalación de las válvulas según plano del diseño. | Jefe de Riegos |
| 1.7 | BOMBA ELECTRICA | Este entregable consiste en la instalación del sistema de filtrado para evitar taponamientos en los goteros, la instalación de una bomba eléctrica de 3000 galones por minuto, la limpieza del sistema antes de la puesta en funcionamiento y el riego como prueba del proyecto para su respectiva entrega al usuario final. | Bomba eléctrica de 3000 galones por minuto. 6 filtros de grava de 48 pulgadas de diámetro con sus respectivas válvulas de limpieza. Limpieza del sistema. El riego. | Jefe de Riegos |

4.4.2.3 GESTIÓN DEL TIEMPO

La gestión del tiempo es una de las funciones más importantes en la administración de proyectos, en este apartado se indica que actividades se deben desarrollar dentro de cada entregable, el orden y duración de las mismas. Para la realización de esta gestión se realiza un cronograma del proyecto con ayuda del software Microsoft Project. En la tabla 34 se detalla cada una de las actividades a realizar en el proyecto y su duración en días.

Tabla 34 Cronograma de actividades

| EDT | NOMBRE DE TAREA | DURACIÓN | COMIENZO | FIN |
|------------|--|-----------------|---------------------|---------------------|
| 1 | Sistema de Riego por Goteo en 280 Ha Caña de Azúcar | 91 días | mar 26/02/19 | jue 30/05/19 |
| 1.1 | Diseño | 5 días | mar 26/02/19 | sáb 02/03/19 |
| 1.1.1 | Topografía | 3 días | mar 26/02/19 | jue 28/02/19 |
| 1.1.2 | Diseño Hidráulico | 2 días | jue 28/02/19 | sáb 02/03/19 |
| 1.2 | Análisis Técnico y Financiero | 2 días | sáb 02/03/19 | mar 05/03/19 |
| 1.2.1 | Análisis Técnico | 1 día | sáb 02/03/19 | lun 04/03/19 |
| 1.2.2 | Análisis Financiero | 1 día | lun 04/03/19 | mar 05/03/19 |
| 1.3 | Enterrar Cinta | 17 días | mar 05/03/19 | vie 22/03/19 |
| 1.3.1 | Surcar y Enterrar Cinta de Goteo | 17 días | mar 05/03/19 | vie 22/03/19 |
| 1.4 | Tubería | 56 días | mar 05/03/19 | mié 01/05/19 |
| 1.4.1 | Excavación | 19 días | mar 05/03/19 | lun 25/03/19 |
| 1.4.2 | Instalar Tubería Primaria | 18 días | lun 25/03/19 | vie 12/04/19 |
| 1.4.3 | Instalar Tubería Secundaria | 22 días | lun 25/03/19 | mar 16/04/19 |
| 1.4.4 | Tapar Tubería | 15 días | mar 16/04/19 | mié 01/05/19 |
| 1.5 | Instalación Eléctrica | 18 días | jue 02/05/19 | lun 20/05/19 |
| 1.5.1 | Tendido Eléctrico | 13 días | jue 02/05/19 | mié 15/05/19 |
| 1.5.2 | Instalar Transformadores | 3 días | mié 15/05/19 | sáb 18/05/19 |
| 1.5.3 | Panel de Control | 2 días | sáb 18/05/19 | lun 20/05/19 |
| 1.6 | Laterales Cinta de Goteo | 11 días | jue 02/05/19 | lun 13/05/19 |
| 1.6.1 | Conectar Cintas de Goteo | 6 días | jue 02/05/19 | mié 08/05/19 |
| 1.6.2 | Instalar Válvulas | 5 días | mié 08/05/19 | lun 13/05/19 |
| 1.6.3 | Instalar Finales de Tubería | 4 días | mié 08/05/19 | sáb 11/05/19 |
| 1.7 | Bomba Eléctrica | 47 días | vie 12/04/19 | jue 30/05/19 |
| 1.7.1 | Instalar Filtros de Grava y Maya | 2 días | vie 12/04/19 | sáb 13/04/19 |
| 1.7.2 | Instalar Bomba Eléctrica | 3 días | mar 21/05/19 | jue 23/05/19 |
| 1.7.3 | Apertura de Válvulas | 3 días | jue 23/05/19 | lun 27/05/19 |
| 1.7.4 | Limpieza del Sistema de Goteo | 3 días | lun 27/05/19 | mié 29/05/19 |
| 1.7.5 | Riego | 1 día | jue 30/05/19 | jue 30/05/19 |
| 1.7.6 | Entrega del Proyecto | 0 días | jue 30/05/19 | jue 30/05/19 |

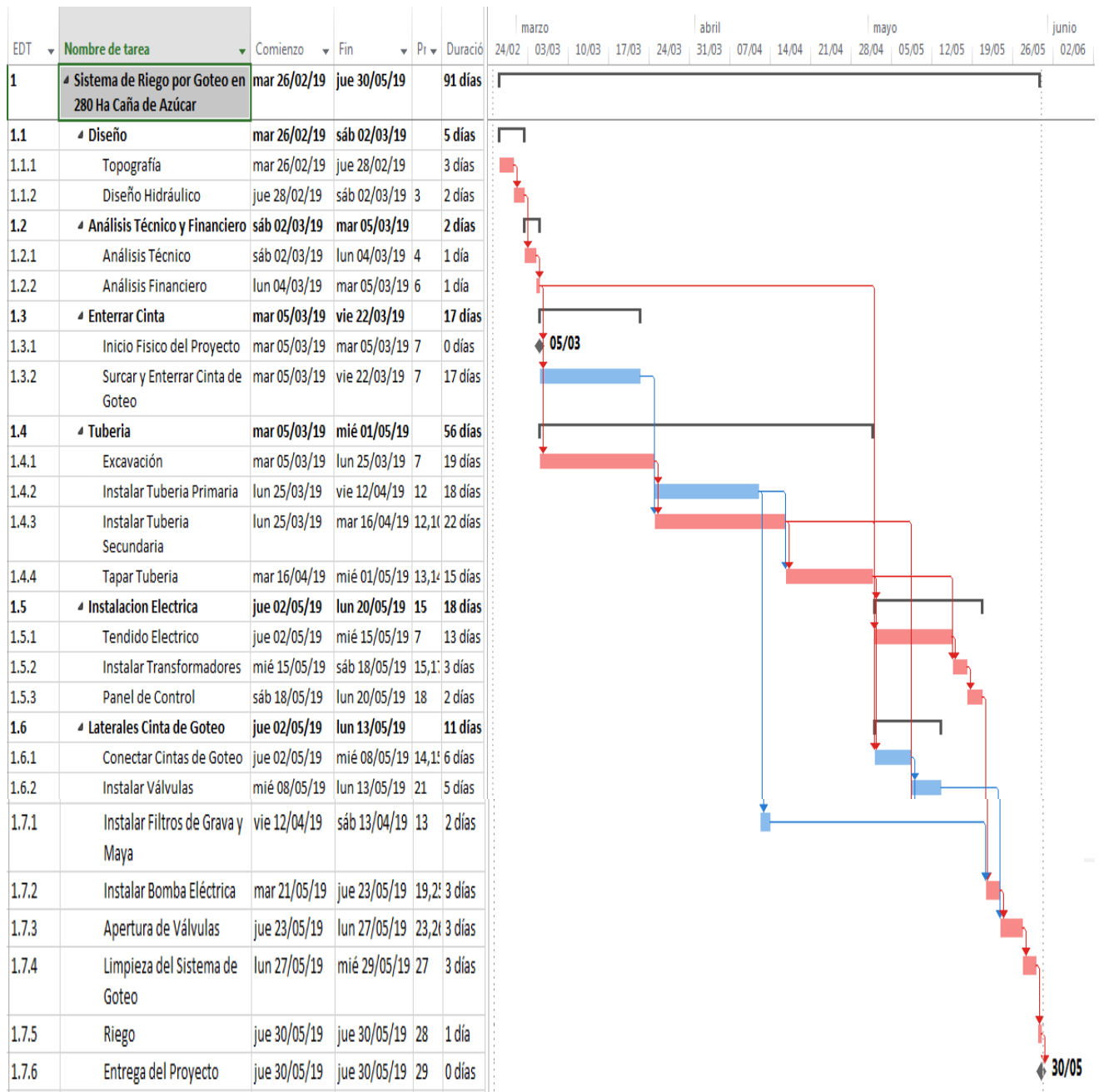


Figura 39 Diagrama de Gantt a nivel de entregables y sub-entregables (ver Anexo 6).

4.4.2.4 GESTIÓN DEL COSTO

La gestión del costo tiene como propósito realizar un detalle del presupuesto estimado para el proyecto y este servirá de base para controlar los gastos durante la ejecución del proyecto de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado. Su objetivo es asegurar que el proyecto finalice dentro del presupuesto aprobado. La gestión de los costos tiene como finalidad

detallar el presupuesto estimado del proyecto que sirve como base para poder controlar los costos del proyecto. En la tabla 35, se detalla a nivel de actividades todos los costos del proyecto; así como la reserva de contingencia que es el monto estimado para hacerle frente a los riesgos, la línea base de los costos que es la suma de los costos del proyecto más la reserva de contingencia y la reserva de gestión equivalente a 5% de la línea base de los costos. La sumatoria de los costos del proyecto, las reservas de contingencia y de gestión resultan en el presupuesto final del proyecto.

Tabla 35 Costos estimados del proyecto

| EDT | Nombre de tarea | Costo |
|------------|--|-------------------------|
| 1 | Sistema de Riego por Goteo en 280 Ha Caña de Azúcar | L. 11,641,526.62 |
| 1.1 | Diseño | L. 40,000.00 |
| 1.1.1 | Topografía | L. 30,000.00 |
| 1.1.2 | Diseño Hidráulico | L. 10,000.00 |
| 1.2 | Análisis Técnico y Financiero | L. 70,000.00 |
| 1.2.1 | Análisis Técnico | L. 55,000.00 |
| 1.2.2 | Análisis Financiero | L. 15,000.00 |
| 1.3 | Enterrar Cinta | L. 3,950,306.63 |
| 1.3.1 | Surcar y Enterrar Cinta de Goteo | L. 3,950,306.63 |
| 1.4 | Tubería | L. 4,311,552.00 |
| 1.4.1 | Excavación | L. 676,000.00 |
| 1.4.2 | Instalar Tubería Primaria | L. 1,758,794.00 |
| 1.4.3 | Instalar Tubería Secundaria | L. 1,276,758.00 |
| 1.4.4 | Tapar Tubería | L. 600,000.00 |
| 1.5 | Instalación Eléctrica | L. 1,275,200.00 |
| 1.5.1 | Tendido Eléctrico | L. 679,700.00 |
| 1.5.2 | Instalar Transformadores | L. 349,500.00 |
| 1.5.3 | Panel de Control | L. 246,000.00 |
| 1.6 | Laterales Cinta de Goteo | L. 955,020.00 |
| 1.6.1 | Conectar Cintas de Goteo | L. 168,120.00 |
| 1.6.2 | Instalar Válvulas | L. 530,120.00 |
| 1.6.3 | Instalar Finales de Tubería | L. 256,780.00 |
| 1.7 | Bomba Eléctrica | L. 1,039,447.99 |
| 1.7.1 | Instalar Filtros de Grava y Maya | L. 367,800.00 |
| 1.7.2 | Instalar Bomba Eléctrica | L. 669,995.99 |
| 1.7.3 | Apertura de Válvulas | L. 700.00 |
| 1.7.4 | Limpieza del Sistema de Goteo | L. 700.00 |
| 1.7.5 | Riego | L. 252.00 |
| 1.7.6 | Entrega del Proyecto | L. 0.00 |

En la figura 40, se puede observar que en la quinta semana de la ejecución del proyecto se ve que el gasto acumulado es de L. 3,807,263.55 que corresponde al 34% del costo presupuestado, esto se debe a las labores de enterrado de cinta.

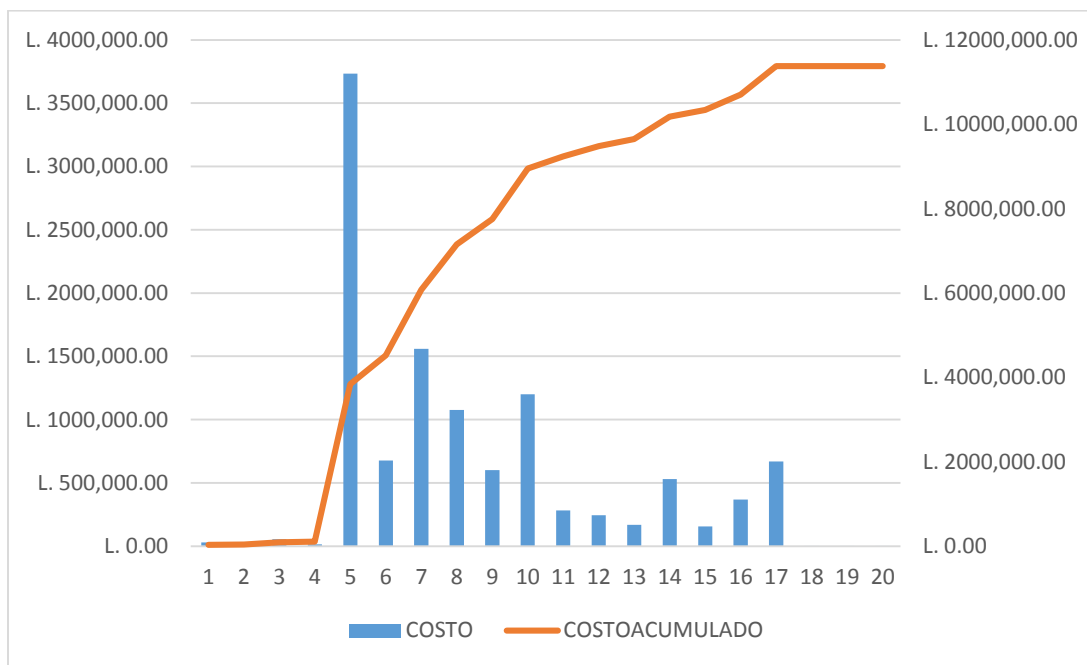


Figura 40 Presupuesto por Semana

4.4.2.5 GESTIÓN DE CALIDAD

La gestión de la calidad es de suma importancia debido a que debe asegurar que el proyecto deje satisfecha la necesidad por la cual fue creado. Para garantizar la calidad se deberá seguir una política de calidad en la que exista un compromiso de desarrollar todas las actividades dando cumplimiento a los estándares de calidad ya establecidos para este tipo de proyecto, desarrollando también la mejora de los procesos en la búsqueda siempre de la satisfacción del cliente entregando un producto de calidad que garantice la vida útil de la inversión.

La plantilla de métrica de la calidad del producto garantiza las especificaciones del entregable final y se especifican en la tabla.

Tabla 36 Métrica de calidad del proyecto

| METRICA DE: | |
|--|------------------|
| PRODUCTO: | PROYECTO: |
| FACTOR DE CALIDAD RELEVANTE: | |
| DESEMPEÑO DEL PROYECTO | |
| DEFINICION DEL FACTOR DE CALIDAD | |
| El desempeño del proyecto se define como el cumplimiento del cronograma y del presupuesto del proyecto. e factor de calidad es relevante ya que permitirá al equipo de proyecto lograr el margen de utilidad que ha sido calculado para el proyecto, caso contrario el proyecto podría no generar las utilidades o más aún, podría generar pérdidas. | |
| PRÓPOSITO DE LA MÉTRICA | |
| La métrica se desarrolla para realizar el monitoreo del desempeño del proyecto en cuanto al programa y presupuesto, de este modo tomar las acciones correctas de forma oportuna. | |
| DEFINICIÓN OPERACIONAL: | |
| En la fecha programada en el MS Project, el encargado de calidad del proyecto realizará labores de inspección visual en campo, tomará medidas de que el sistema esta siendo instalado de acuerdo a los requerimientos y criterios de calidad requeridos por el cliente, así también realizará el cálculo del CPI y el SPI. Deberá presentar un informe de conformidad o no conformidad de acuerdo a la auditoría realizada. Para ello se realizarán los pasos siguientes: | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1- Obtener información relevante en campo, que los materiales a instalar estén acorde con las solicitudes de compra. 2- Recopilar información del avance de las actividades, que se este cumpliendo con las fechas de inicio y fin, trabajo real y costo real e ingresarlos a MS Project. 3- Identificar conformidades y no conformidades encontradas. 4- Trasladar los hallazgos encontrados al reporte que se enviará al director y equipo de proyectos. 5- Dar seguimiento a los cambios que se vayan a realizar. | |
| RESULTADO DESEADO: | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1- Para el CPI se desea un valor no menor de 0.95. 2- Para el SPI se desea un valor no menor de 0.95. 3- Aprobación de todos los entregables. 4- Satisfacción del cliente. | |
| ENLACE CON OBJETIVOS ORGANIZACIONALES: | |
| El cumplimiento de esta métrica es indispensable para poder obtener la utilidad deseada del proyecto, esto posibilitará la inversión en otros proyectos. | |
| RESPONSABLE DEL FACTOR DE CALIDAD: | |
| Auditor de calidad | |

Los estándares de calidad descritos en la tabla 37 corresponden a los factores de medición con los cuales se comparará el desempeño a lo largo del proyecto

Tabla 37 Línea base de calidad

| FACTOR DE CALIDAD RELEVANTE | OBJETIVO DE CALIDAD | MÉTRICA A UTILIZAR | FRECUENCIA Y MOMENTO DE MEDICIÓN | FRECUENCIA Y MOMENTO DE REPORTE |
|------------------------------------|----------------------------|--|--|---|
| Desempeño del Proyecto | $CPI \geq 0.95$ | CPI: Índice de desempeño de costo | - Frecuencia: Semanal - Medición: Todos los viernes | - Frecuencia: Semanal - Reporte: Todos los lunes |
| Desempeño del Proyecto | $SPI \geq 0.95$ | SPI: Índice de desempeño de cronograma | - Frecuencia: Semanal - Medición: Todos los viernes | - Frecuencia: Semanal - Reporte: Todos los lunes |
| Desempeño del Producto | Satisfacción $\geq 90\%$ | Satisfacción del cliente | - Frecuencia: Quincenal - Medición: Todos los viernes | - Frecuencia: Quincenal - Reporte: Todos los lunes |

Para garantizar que los procesos sean llevados a cabo considerando los estándares de calidad para cada entregable, se desarrolla la tabla donde se especifican las actividades tanto de prevención como de control.

Tabla 38 Matriz de actividades de calidad.

| PAQUETE DE TRABAJO | ACTIVIDADES DE PREVENCIÓN | ACTIVIDADES DE CONTROL |
|--|---|--|
| 1.1 Diseño | Uso confiable de software de diseño para diseño topográfico e hidráulico. | Revisión y aprobación del jefe de riegos y drenajes. Aprobación del director de proyectos. |
| 1.2 Analisis Técnico y Financiero | Disponibilidad de fuente de agua. TIR>12% | Revisión del Gerente Agrícola, Gerente Financiero y Gerente General. Aprobación del director de proyectos. |
| 1.3 Enterrar Cinta | La profundidad debe estar entre 15 y 20 centímetros. Distanciamiento entre cintas debe ser 2.10 metros. Cinta autocompensada con distanciamiento entre goteros de 50 cm. | Aprobación del jefe de riegos y drenajes y del Director de proyectos. |
| 1.4 Tubería | Pruebas de presurización del sistema de riego. No deben presentar fugas de agua. Profundidad de tuberías 1.20 metros. | Revisión del jefe de riegos y drenajes. Aprobación del Director de proyectos. |
| 1.5 Instalación Eléctrica | Pruebas de tensión del sistema eléctrico que abastecerá de energía a la bomba de riego. | Revisión del jefe del departamento eléctrico de la compañía. Aprobación del Director de proyectos |
| 1.6 Laterales Cinta de Goteo | Pruebas de presurización del sistema de riego. Los goteros deben tener una descarga uniforme de agua. | Revisión del jefe de riegos y drenajes. Aprobación del Director de proyectos. |
| 1.7 Bomba Eléctrica | Pruebas de descarga de la la salida de agua de la bomba, esta debe ser de 3,000 galones por minutos. Prueba de salida de diferencial de presión en los filtros de grava, debe ser no mayor a 5 PSI. | Revisión del jefe de riegos y drenajes. Aprobación del Director de proyectos. |

4.4.2.5.1 PLAN DE MEJORA DE PROCESOS

Se debe realizar una mejora continua de los procesos, identificando aquellas actividades que no agregan valor. Para ello cada vez que se deba mejorar un proceso se realizarán los pasos siguientes:

1) Delimitar el proceso.

- 2) Determinar la oportunidad de mejora.
- 3) Tomar información del proceso.
- 4) Analizar la información levantada
- 5) Definir las acciones correctivas para mejorar el proceso.
- 6) Aplicar las acciones correctivas.
- 7) Verificar que las acciones correctivas han sido efectivas
- 8) Estandarizar las mejoras logradas y hacerlas parte del proceso.

4.4.2.6 GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS

La gestión de recursos humanos es de vital importancia para lograr el mejor desempeño de las personas involucradas en el proyecto. El gerente del proyecto deberá tener las habilidades para saber liderar al equipo para alcanzar los objetivos. La figura 41, muestra el organigrama del personal involucrado en el proyecto.

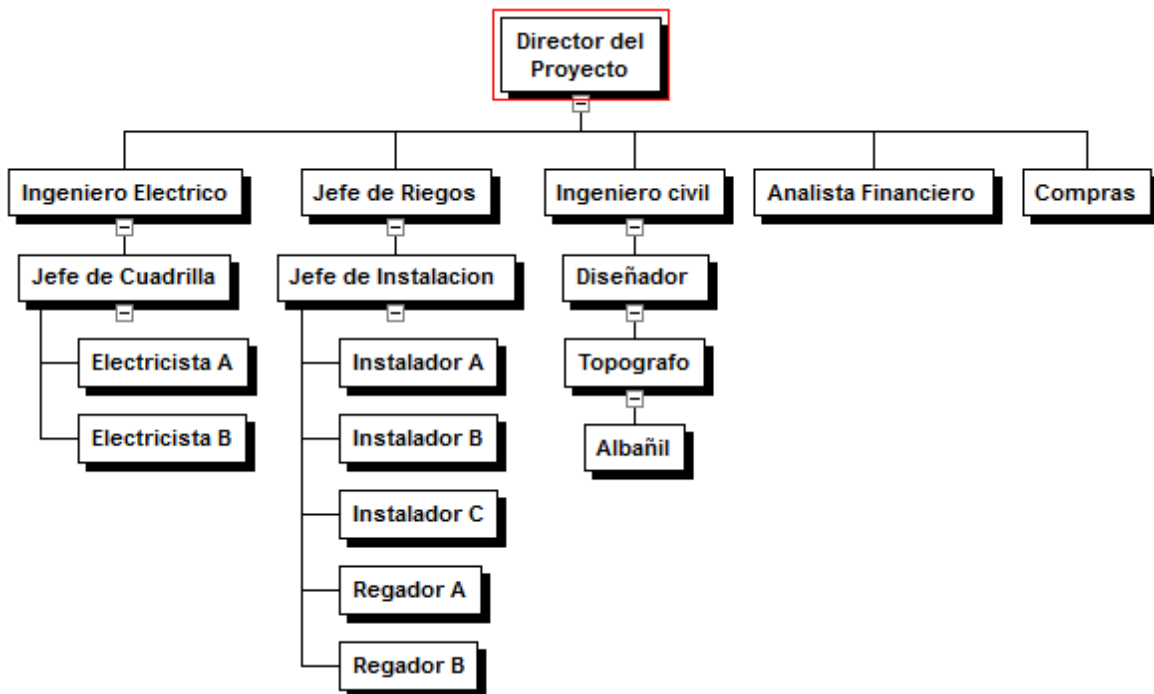


Figura 41 Organigrama del proyecto

Los criterios de liberación del personal involucrado en el proyecto se muestran en la tabla 39 donde se establece en que momento cada integrante dejará de colaborar en el proyecto y podrá ser asignado a otro proyecto o retomar sus tareas.

Tabla 39 Criterios de liberación de personal del proyecto

| ROL | CRITERIO DE LIBERACIÓN | ¿CÓMO? |
|-----------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| Patrocinador | Al finalizar el proyecto | |
| Director de proyectos | Al finalizar el proyecto | Comunicación del patrocinador |
| Jefe de riegos | Al finalizar el proyecto | Comunicación del director de proyecto |
| Financiero | Al finalizar entregable | Comunicación del director de proyecto |
| Jefe de contratos | Al finalizar el proyecto | Comunicación del director de proyecto |
| Topógrafo | Al finalizar entregable | Comunicación del director de proyecto |
| Diseñador | Al finalizar entregable | Comunicación del director de proyecto |
| Jefe de compras | Al finalizar el proyecto | Comunicación del director de proyecto |
| Instalador A | Al finalizar entregable | Comunicación del Jefe de riegos |
| Instalador B | Al finalizar entregable | Comunicación del Jefe de riegos |
| Instalador C | Al finalizar entregable | Comunicación del Jefe de riegos |
| Ingeniero Civil | Al finalizar entregable | Comunicación del director de proyecto |
| Ingeniero eléctrico | Al finalizar entregable | Comunicación del director de proyecto |
| Electricista A | Al finalizar entregable | Comunicación del Ingeniero eléctrico |
| Electricista B | Al finalizar entregable | Comunicación del Ingeniero eléctrico |
| Albañil | Al finalizar entregable | Comunicación del Ingeniero Civil |
| Regador A | Al finalizar entregable | Comunicación del Jefe de riegos |
| Regador B | Al finalizar entregable | Comunicación del Jefe de riegos |

La herramienta matriz de roles y funciones mostrada a continuación en la tabla 40 es una herramienta de gran utilidad para asignar a cada integrante del proyecto las funciones con las cuales debe cumplir durante la realización del proyecto.

Tabla 40 Matriz de roles y funciones

| MATRIZ RACI | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|------------|--------------|----------------|-----------|------------|-----------|---------|
| PAQUETES DE TRABAJO | DIRECTOR DEL PROYECTO | INGENIERO AGRONOMO | INGENIERO ELECTRICO | FINANCIERO | ELECTRICISTA | JEFE DE RIEGOS | DISEÑADOR | INSTALADOR | TOPOGRAFO | COMPRAS |
| DISEÑO | A | I | | | | | R | | C | |
| TOPOGRAFIA | A | | | | | I | C | | R | |
| DISEÑO HIDRAULICO | A | C | | | | I | R | | | |
| ANALISIS TECNICO Y FINANCIERO | A | I | | R | | C | | | | |
| ANALISIS TECNICO | A | R | | | | C | I | | | |
| ANALISIS FINANCIERO | A | C | | R | | | I | | | |
| EMERAR CINTA DE GOTEO | A | R | | | | I | | | | C |
| SURCADO Y EMERADO DE CINTA DE GOTEO | A | R | | | | I | | | | C |
| TUBERIA | A | C | | | | I | | R | | C |
| EXCAVACION | A | C | | | | I | | R | | C |
| INSTALAR TUBERIA PRIMARIA | A | C | | | | I | | R | | C |
| INSTALACION DE TUBERIA SECUNDARIA | A | C | | | | I | | R | | C |
| TAPAR TUBERIA | A | C | | | | I | | R | | |
| INSTALACION ELECTRICA | A | | R | | I | C | | | | C |
| TENDIDO ELECTRICO | A | | C | | R | I | | | | C |
| INSTALAR TRANSFORMADORES | A | | C | | R | I | | | | C |
| PANEL DE CONTROL | A | | C | | R | I | | | | C |
| LATERAL CINTA DE GOTEO | A | I | | | | C | | R | | |
| CONECTAR CINTA DE GOTEO | A | I | | | | C | | R | | |
| INSTALAR VALVULAS | A | I | | | | C | | R | | |
| INSTALAR FINALES | A | I | | | | C | | R | | |
| BOMBA ELECTRICA | A | | | | R | C | | I | | C |
| FILTROS DE GRAVA Y MATA | A | I | | | | C | | R | | |
| INSTALAR BOMBA ELECTRICA | A | | | | R | C | | I | | |
| APERIURA DE VALVULAS | A | I | | | | R | | C | | |
| LIMPIEZA DEL SISTEMA DE GOTEO | A | I | | | | R | | C | | |
| REGO | A | I | | | | R | | C | | |

R= RESPONSABLE A= AUTORIZA C= COMUNICA I= INFORMA

4.4.2.6.1 SISTEMA DE RECONOCIMIENTO Y RECOMPENSAS

El Project Manager tiene un sistema de incentivo por cumplimiento de las líneas base del proyecto:

- 1) CPI y SPI al final del proyecto, no menores de 1.0, 20% de bono sobre su remuneración mensual durante el plazo del proyecto.
- 2) CPI y SPI al final del proyecto, entre 0.95 y 1.0, 5% de bono sobre su remuneración mensual durante el plazo del proyecto.

3) Cualquier combinación de los logros anteriores promedia los bonos correspondientes, cualquier resultado por debajo de 0.95 anula cualquier bono.

4.4.2.7 GESTIÓN DE COMUNICACIONES

La comunicación efectiva entre los involucrados del proyecto es de vital importancia para asegurar el oportuno y apropiado flujo de la información del proyecto, de modo que se pueda canalizar hacia el personal que corresponda.

4.4.2.7.1 PROCEDIMIENTO PARA TRATAR POLÉMICAS

- 1) Se captan las polémicas a través de la observación y conversación, o de alguna persona o grupo que los exprese formalmente.
- 2) Se codifican y registran las polémicas en el Registro de Control de Polémicas:

Tabla 41 Registro de polémicas

REGISTRO DE CONTROL DE POLÉMICAS

| Código de Polémica | Descripción | Involucrados | Enfoque de Solución | Acciones de Solución | Responsable | Fecha | Resultado Obtenido |
|--------------------|-------------|--------------|---------------------|----------------------|-------------|-------|--------------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

3) Se revisa el Registro de Control de Polémicas en la reunión semanal de coordinación con el fin de:

- 3.1) Determinar las soluciones a aplicar a las polémicas pendientes por analizar, designar un responsable por su solución, un plazo de solución, y registrar la programación de estas soluciones en el Registro de Control.
- 3.2) Revisar si las soluciones programadas se están aplicando, de no ser así se tomarán acciones correctivas al respecto.
- 3.3) Revisar si las soluciones aplicadas han sido efectivas y si la polémica ha sido resuelta, de no ser así se diseñarán nuevas soluciones (continuar en el paso 'a').

4) En caso que una polémica no pueda ser resuelta o en caso que haya evolucionado hasta convertirse en un problema, deberá ser abordada con el siguiente método de escalamiento:

- 4.1) En primera instancia será tratada de resolver por el Project Manager, utilizando el método estándar de resolución de problemas.

4.2) En segunda instancia será tratada de resolver por el Project Manager, y los miembros pertinentes del Equipo de Proyecto, utilizando el método estándar de resolución de problemas.

4.3) En tercera instancia será tratada de resolver por el Sponsor, el Project Manager, y los miembros pertinentes del proyecto, utilizando la negociación y/o solución de conflictos.

4.4) En última instancia será resuelta por el Sponsor o por el Sponsor y el Comité de Control de Cambios si el primero lo cree conveniente y necesario.

4.4.2.7.2 PROCEDIMIENTO PARA ACTUALIZAR

El Plan de Gestión de las Comunicaciones deberá ser revisado y/o actualizado cada vez que:

- 1) Se apruebe una Solicitud de Cambio que impacte el Plan de Proyecto.
- 2) Se genere una acción correctiva que impacte los requerimientos o necesidades de información de los interesados.
- 3) Existan cambios de personal en el equipo de proyecto.
- 4) Se generen cambios en las asignaciones de personas a roles del proyecto.
- 5) Existan cambios en la matriz autoridad versus influencia de los interesados.

4.4.2.7.3 GUÍAS PARA EVENTOS DE COMUNICACIÓN

Para las reuniones de trabajo se aplicarán las siguientes condiciones:

- 1) Se debe fijar la agenda con anterioridad.
- 2) Se debe coordinar e informar fecha, hora y lugar con los participantes.
- 3) Se debe empezar puntual.
- 4) Se deben fijar los objetivos de la reunión, los roles (por lo menos el facilitador y el anotador), los procesos grupales de trabajo, y los métodos de solución de controversias.
- 5) Se debe cumplir a cabalidad los roles de facilitador (dirige el proceso grupal de trabajo) y de anotador (toma nota de los resultados formales de la reunión).
- 6) Se debe terminar puntual.
- 7) Se debe emitir un Acta de Reunión, la cual se debe repartir a los participantes (previa revisión por parte de ellos).

En el manejo de correos electrónicos se regirá por:

- 1) Los correos electrónicos entre el Equipo de Proyecto de SRPG y el Cliente deberán ser enviados por el Project Manager con copia al Sponsor, para establecer una sola vía formal de comunicación con el Cliente.
- 2) Los enviados por el Cliente y recibidos por cualquier persona del Equipo de Proyecto de SRPG deberán ser copiados al Project manager y al Sponsor (si es que éstos no han sido considerados en el reparto), para que todas las comunicaciones con el Cliente estén en conocimiento de los responsables de la parte contractual.
- 3) Los correos internos entre miembros del Equipo de Proyecto de SRPG deberán ser copiados a la lista del Equipo SRPG, que contiene las direcciones de los miembros, para que todos estén permanentemente informados de lo que sucede en el proyecto.

4.4.2.7.4 GUIA PARA CONTROL DE VERSIONES

Para controlar las versiones de los documentos, se seguirán las recomendaciones indicadas en el procedimiento establecido y se tomarán en cuenta los siguientes lineamientos:

- 1) Los documentos se identificarán con una letra mayúscula correlativa, según las siguientes pautas:
A: Emitido para revisión del cliente o B, C, D...: Otras revisiones, indicando la razón del cambio.
- 1) Los documentos técnicos irán acompañados de esta carátula de seguimiento en la cual se llevará el control de las revisiones, la indicación de los responsables de la elaboración, de la revisión y de la verificación, así como la descripción del cambio y cualquier otra información que se considere necesaria. Las páginas que cambian y las páginas que se adicionan se indicarán en el Campo “Descripción del cambio”.
- 2) Cuando los documentos sean aprobados por el Cliente, estos serán identificados con la “revisión 0” (cero), eliminando la historia de las revisiones anteriores, o se continuará con la serie de letras según lo disponga el Project Manager. Además, en el campo “Descripción del Cambio” de las carátulas de seguimiento se indicará “Emitido para Edición Final de Expediente Técnico”, “Emitido para construcción” o como corresponda. Cuando se tiene una entrega única de los documentos se indicará revisión 0.
- 3) Las “revisiones” posteriores de los documentos aprobados obedecerán a cambios originados luego de la última revisión seguirán la numeración 1, 2, etc., o como el PM lo disponga.

4) En este formulario debe figurar la historia de las revisiones del documento desde la Rev. A hasta la Rev. Final indicando a los cambios entre las versiones

Tabla 42 Formato de control de versiones

| CONTROL DE VERSIONES | | | | | |
|-----------------------------|------------------|---------------------|---------------------|--------------|---------------|
| Versión | Hecha Por | Revisada Por | Aprobado Por | Fecha | Motivo |
| | | | | | |
| | | | | | |

Cada documento tendrá como encabezado el formato anterior y se hará saber cada modificación que se le realice. La primera versión redactada de cada documento será denominada como “Versión Original” dentro de la columna “Motivo” del control de versiones.

La matriz de comunicaciones se puede observar en la tabla 43 descrita a continuación, la cual incluye el detalle del alcance de cada informe y procura brindar facilidad de entendimiento para la comunicación eficaz en el proyecto.

Tabla 43 Matriz de comunicaciones

| Paquetes de Trabajo | Contenido | Formato | Nivel de Detalle | Responsable de Comunicar | Grupo Receptor | Metodología o tecnología | Frecuencia de Comunicación | Código de WBS |
|--------------------------------------|---|----------------|-------------------------|---------------------------------|--|---------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| DISEÑO | Plano Topográfico o. Diseño hidráulico. | AUTOCAD. PDF | Alto | Diseñador | Ingeniero en Riego. Director del proyecto, Gerente Agrícola, Instalador | Documentos impresos en Pdf. | Una vez | 1.1 |
| ANALISIS TECNICO Y FINANCIERO | Formato Capex, Estudio Técnico. | Excel. | Alto | Jefe de Riegos | Ingeniero Agrónomo. Analista financiero, Director del proyecto, unidad ambiental de San Marcos | Documentos impresos en Pdf. | Una vez | 1.2 |

Continuación tabla 43

| Paquetes de Trabajo | Contenido | Formato | Nivel de Detalle | Responsable de Comunicar | Grupo Receptor | Metodología o tecnología | Frecuencia de Comunicación | Código de WBS |
|-------------------------------|--|----------------|-------------------------|---------------------------------|--|---------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| TUBERIA | Lista de Tubería Primaria y Secundaria | Excel. | Alto | Instalador. | Director del Proyecto | Digital en Excel | Una vez | 1.3 |
| INSTALACION ELECTRICA | Plano de la Instalación y Lista de Materiales. | Excel. | Medio | Ingeniero Eléctrico | Ingeniero en Riego. Director del proyecto, Gerente Agrícola, Gerente General | Documentos impresos en Word | Una vez | 1.4 |
| ENTERAR CINTA DE GOTEO | Contratos, facturas, proformas, de proveedores | PDF | Medio | Jefe de compras | Ingeniero en Riego. Director del proyecto, Gerente Agrícola, Gerente General | Documentos impresos en Word | Una vez por semana | 1.5 |
| LATERAL CINTA DE GOTEO | Diseño con la cantidad de cinta de Goteo, Un tractor con surcador con implemento enterrador de cinta | PDF | Alto | Instalador. | Ingeniero en Riego. Director del proyecto, Gerente Agrícola, Gerente General | PDF | Una vez por semana | 1.6 |
| BOMBA ELECTRICA | Bomba eléctrica de 3000 gpm, filtrado de Grava y de Maya. | PDF | Medio | Instalador. | Ingeniero en Riego. Director del proyecto, Gerente Agrícola, Gerente General. Compras. | PDF | Una vez. | 1.7 |

4.4.2.8 GESTIÓN DE RIESGOS

Con el objetivo de reducir el impacto negativo de los riesgos en el proyecto se considera los posibles riesgos más críticos que pueden ocurrir durante la instalación del sistema de riego por goteo. Así también identificar las áreas de oportunidad que puedan ocasionar un impacto positivo en el proyecto como la fecha de finalización y entrega del proyecto.

Una vez identificado los riesgos se evalúan de manera cualitativa y cuantitativa de acuerdo a los criterios de la tabla 44 descrita a continuación.

Tabla 44 Ponderación para la evaluación cuantitativa de riesgos

| PROBABILIDAD | VALOR NUMÉRICO | IMPACTO | VALOR NUMÉRICO |
|------------------------|----------------|----------|----------------|
| Muy improbable | 0.1 | Muy bajo | 0.05 |
| Relativamente probable | 0.3 | Bajo | 0.1 |
| Probable | 0.5 | Moderado | 0.2 |
| Muy probable | 0.7 | Alto | 0.4 |
| Casi certeza | 0.9 | Muy alto | 0.8 |

Luego de realizar la puntuación de los riesgos, se procede a clasificarlo según su nivel de probabilidad por impacto, como se indica en la tabla 45.

Tabla 45 Probabilidad x impacto

| Tipo de riesgo | Probabilidad x Impacto |
|----------------|------------------------|
| Muy Alto | Mayor de 0.50 |
| Alto | Menor de 0.50 |
| Moderado | Menor de 0.30 |
| Bajo | Menor de 0.10 |
| Muy Bajo | Menor de 0.05 |

Como se puede observar en la tabla 46, el único riesgo y alto es que en el momento de estar ejecutando el proyecto caigan lluvias superiores a los 11 milímetros, esto llevaría un atraso en la excavación para el enterrado de la tubería.

Tabla 46 Evaluación cuantitativa de riesgos

| Codigo | Descripcion del Riesgo | Causa Raíz | Disparador | Entregables Afectados | Estimación de Probabilidad | Objetivo Afectado | Estimacion de Impacto | Prob. X Impac | Tipo de Riesgo |
|--------|---------------------------------------|--|---|---|----------------------------|----------------------|-----------------------|---------------|----------------|
| R1 | Bomba no entregada a tiempo | Proveedor externo (USA) | Problemas aduaneros | 1.7 Bomba eléctrica | 0.33 | Alcance | 0.224 | 0.07 | Moderado |
| | | | | | | Tiempo | 0.224 | 0.07 | |
| | | | | | | Costo | | | |
| | | | | | | Calidad | | | |
| | | | | | | TOTAL PROB x IMPACTO | | 0.15 | |
| R2 | Entrega del proyecto antes de tiempo | Condiciones favorables de clima | Entrega a tiempo de cada uno de los entregables | 1. Sistema de Riego por Goteo en 280 ha de caña de azúcar | 0.50 | Alcance | 0.15 | 0.08 | Moderado |
| | | | | | | Tiempo | 0.15 | 0.08 | |
| | | | | | | Costo | | | |
| | | | | | | Calidad | | | |
| | | | | | | TOTAL PROB x IMPACTO | | 0.15 | |
| R3 | Atraso en la instalación de tubería | Proveedor no cumple con la entrega de | Problemas de suministro de materia prima. | 1.4 Tubería | 0.17 | Alcance | 0.1 | 0.02 | Muy bajo |
| | | | | | | Tiempo | 0.1 | 0.02 | |
| | | | | | | Costo | | | |
| | | | | | | Calidad | | | |
| | | | | | | TOTAL PROB x IMPACTO | | 0.03 | |
| R4 | Bajo voltaje en las líneas eléctricas | Voltaje de energía inestable en la zona. | Alta demanda de energía en la zona | 1.5 Instalación eléctrica | 0.17 | Alcance | 0.68 | 0.12 | Moderado |
| | | | | | | Tiempo | 0.45 | 0.08 | |
| | | | | | | Costo | 0.23 | 0.04 | |
| | | | | | | Calidad | | | |
| | | | | | | TOTAL PROB x IMPACTO | | 0.23 | |
| R5 | Atrasos en la excavación | Precipitaciones de lluvia superiores a 11 mm | Ejecución del proyecto en temporada de lluvia | 1.4 Tubería | 0.43 | Alcance | 0.43 | 0.18 | Alto |
| | | | | | | Tiempo | 0.43 | 0.18 | |
| | | | | | | Costo | | | |
| | | | | | | Calidad | | | |
| | | | | | | TOTAL PROB x IMPACTO | | 0.37 | |

Una vez identificado los riesgos y evaluados, se procede a realizar el plan de respuesta al riesgo, que se puede observar en la tabla 47.

Tabla 47 Plan de respuesta a los riesgos

| Codigo | Amenaza/Oportunidad | Descripcion del Riesgo | Causa Raiz | Disparador | Entregables afectados | Probabilidad por Impacto Total | Tipo de Riesgo | Responsable del Riesgo | Respuestas Planificadas | Tipo de Respuesta | Responsable de la Respuesta | Fecha Planificada | Plan de Contingencia |
|--------|---------------------|---------------------------------------|--|---|---|--------------------------------|----------------|---------------------------------|---|-------------------|---------------------------------|----------------------------|--|
| R1 | Amenaza | Bomba no entregada a tiempo | Proveedor externo (USA) | Problemas aduaneros | 1.7 Bomba eléctrica | 0.15 | Moderado | Jefe compras | Contar con lista de proveedores alternativos | Mitigación | Jefe de compras | Cuando ocurra el disparado | Instalar motobomba disponible en la empresa |
| R2 | Oportunidad | Entrega del proyecto antes de tiempo | Condiciones favorables de clima | Entrega a tiempo de cada uno de los entregables del proyecto. | 1. Sistema de Riego por Goteo en 280 ha de caña de azúcar | 0.15 | Moderado | Gerente de Proyecto | | Aceptar | Gerente de Proyecto | | |
| R3 | Amenaza | Atraso en la instalacion de tuberia | Proveedor no cumple con la entrega de materiales | Problemas de suministro de materia prima | 1.4 Tuberia | 0.03 | Muy Bajo | Jefe de riegos | Contar con lista de proveedores de tuberias | Mitigación | Jefe de compras | Cuando ocurra el disparado | Avanzar en la excavación mientras llega la tuberia |
| R4 | Amenaza | Bajo voltaje en las lineas electricas | Voltaje de energia inestable en la zona. | Alta demanda de energia en la zona | 1.5 Instalación eléctrica | 0.23 | Moderado | Jefe del departamento eléctrico | Instalar variador de frecuencia | Mitigación | Jefe del departamento eléctrico | Cuando ocurra el disparado | Instalar motobomba disponible en la empresa |
| R5 | Amenaza | Atrasos en la excavación | Precipitaciones de lluvia superiores a 11 mm por día | Ejecucion del proyecto en temporada de lluvia | 1.4 Tuberia | 0.37 | Alto | Jefe de riegos | Contar con una lista de proveedores de maquinaria | Mitigación | Jefe de riegos | Cuando ocurra el disparado | Contratar más maquinaria de excavación |

4.4.2.9 GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES

La gestión de las adquisiciones consiste en optimizar la adquisición de bienes y servicios externos necesarios para la ejecución del proyecto. Se debe identificar y definir los criterios de los elementos a ser adquiridos y los criterios de selección de proveedores.

Tabla 48 Matriz de selección de proveedores.

| Crterios | % Pond. | Proveedor A | Proveedor B | Proveedor C | |
|-------------------|-----------|--------------|-------------|--------------|-----------|
| Calificación | Resultado | Calificación | Resultado | Calificación | Resultado |
| 1. Precio | 30% | | | | |
| 2. Disponibilidad | 20% | | | | |
| 3. Calidad | 35% | | | | |
| 4. Ubicación | 10% | | | | |
| 5. Servicio | 5% | | | | |
| Total | 100% | | | | |

4.4.2.10 GESTIÓN DE LOS INTERESADOS

La gestión de los interesados del proyecto consiste en identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto, para analizar las expectativas y su impacto en el proyecto, y desarrollar estrategias de gestión adecuadas a fin de lograr la participación eficaz de los interesados en las decisiones y en la ejecución del proyecto. En la tabla 49 tenemos los interesados que han sido identificados y que tienen relación con lo que se vaya a realizar en el proyecto.

Tabla 49 Interesados del proyecto

| INTERESADOS DEL PROYECTO | CÓDIGO |
|--|--------|
| Gerente General | A |
| Gerente Agrícola | B |
| Jefe de Producción | C |
| Jefe de Zona de Producción # 3 | D |
| Departamento de Compras | E |
| Proveedores de Maquinaria | F |
| Proveedores de Equipo | G |
| UMA de la municipalidad de Quimistan Santa Bárbara | I |
| Instituciones Financieras | J |
| Gerente de Cosecha | K |

A continuación la figura presenta la matriz poder interés que nos permitirá gestionar atentamente el nivel de influencia sobre el proyecto.

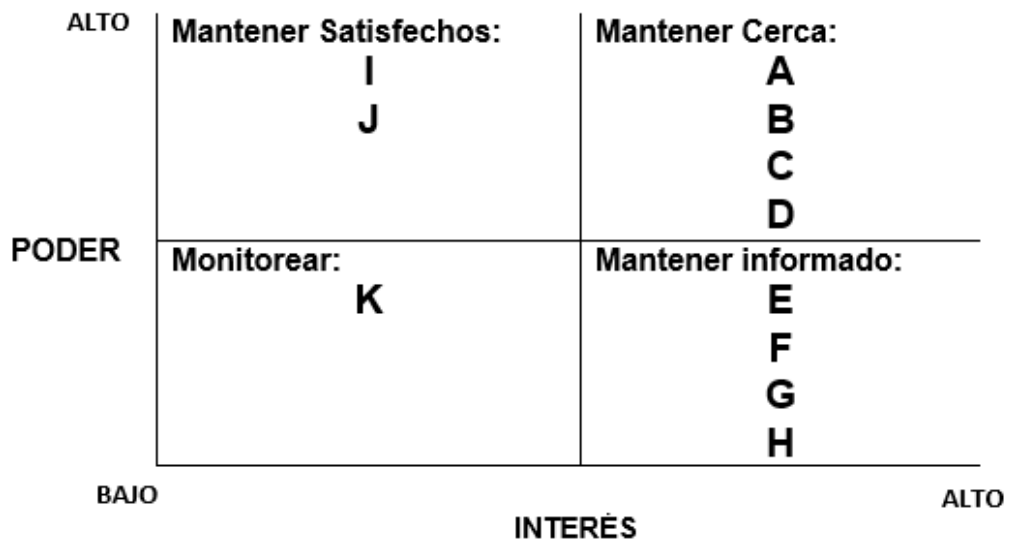


Figura 42 Matriz Poder/Interés

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- 1) La instalación del sistema de riego por goteo es económicamente rentable y que el proyecto de inversión genera una tasa interna de rendimiento de 18.40%, por lo que se rechaza la hipótesis nula al superar el costo de capital del 12%.
- 2) De acuerdo al análisis técnico es factible la instalación del riego por goteo en el área seleccionada para este, se cuenta con las condiciones de suelo, agua, topografía y recursos para la implementación del sistema.
- 3) El proyecto es susceptible a una caída de ingresos si el costo de venta de la tonelada de caña cae. El proyecto puede soportar hasta una caída en el precio desde L. 532.61 a L. 449.91, en este caso el proyecto no ganaría ni perdería. Menos de este valor el proyecto dejaría de ser rentable.
- 4) El proyecto es sensible a la producción esperada, si esta cae desde 32.20 toneladas métricas por hectárea a 27.20 toneladas métricas por hectárea el proyecto no ganaría ni perdería. Menos de esta producción adicional esperada, el proyecto no sería rentable.

5.2 RECOMENDACIONES.

- 1) Al obtener una TIR mayor que el costo de capital, se recomienda la implementación del proyecto de instalación del sistema de riego por goteo en caña de azúcar para Compañía Chumbagua.
- 2) La instalación del proyecto debe ser en temporada seca para evitar atrasos que ocasionen costos adicionales al presupuesto de inversión.
- 3) Se recomienda realizar la planificación, formatos de control y seguimiento y planificar el cierre de acuerdo a la metodología de proyectos del Project Management Institute estipulada en la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®), quinta edición.

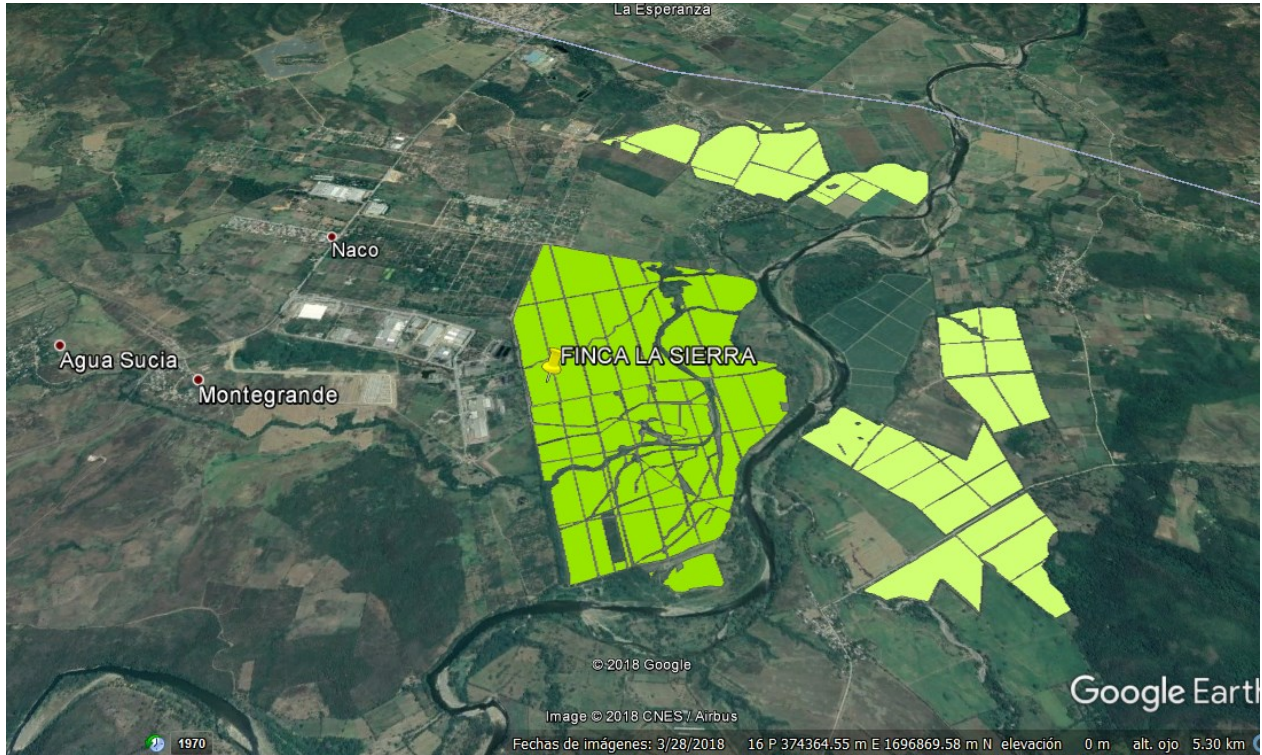
BIBLIOGRAFÍA

- Baca Urbina, G. (2013). *Evaluación de Proyectos* (7ma ed.). McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- CENICANA. (2015). Evapotranspiración del cultivo. 2015. Recuperado de <http://www.cenicana.org/web/programas-de-investigacion/agronomia/manejo-de-aguas/medicion-del-agua/evapotranspiracion-del-cultivo-etc>
- Conexionesan. (2016). Evaluación económica y financiera de proyectos. Recuperado de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/09/evaluacion-economica-y-financiera-de-proyectos/>
- FAO. (2011). *El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. Como gestionar los sistemas en peligro*. Roma. Recuperado de <http://passthrough.fw-notify.net/download/549499/http://www.fao.org/docrep/015/i1688s/i1688s00.pdf>
- FAO. (2015a). 2050: la escasez de agua en varias zonas del mundo amenaza la seguridad alimentaria y los medios de subsistencia. Recuperado de <http://www.fao.org/news/story/es/item/283264/icode/>
- FAO. (2015b). *Informa regional América del Sur, Centroamérica y Caribe*. Recuperado de http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/HND/index.stm
- Fertilizer Management, S. (2018). Calidad del agua de riego. Recuperado de <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/irrigation-water-quality>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta). Mexico D.F: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Intagri. (2018). Aua y Riego. Recuperado de <https://www.intagri.com/articulos/agua-riego/sistema-de-riego-por-goteo>
- La Gaceta. (2014). El riego por goteo en caña de azúcar potencia los rindes. Recuperado de <https://www.lagaceta.com.ar/nota/605430/economia/riego-goteo-cana-azucar-potencia-rindes.html>
- Netafim. (2006). Riego Cultivo Caña de Azúcar. Recuperado de <http://www.netafim-latinamerica.com/crop/sugarcane>

- Rojas, R. (2014). *Contabilidad de Costos*. Recuperado de <file:///C:/Users/Megomez/Desktop/TESIS%201%20NUEVA%20PROPUESTA/ricardorojasmedina.2014.pdf>
- Roldán Cañas, J., Díaz Jiménez, M., Pérez Arellano, R., & Moreno Pérez, M. F. (2010). *Mejora de la gestión del agua de riego mediante el uso de indicadores de riego*. Recuperado de http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/3509/t42-1-07-roldan.pdf
- Subirós Ruiz, F. (1995). *El Cultivo de la Caña de Azúcar* (1.^a ed.). Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia. Recuperado de https://books.google.hn/books?id=2wpC1j2AmkAC&pg=PR5&lpg=PR5&dq=libro+el+cultivo+de+la+ca%C3%B1a+de+azucar&source=bl&ots=B0IYG0copyN&sig=hstcFOPOZwrpftv7pNsypgXWwFI&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjW097_hJ_ZAhXGyVMKHejBDmYQ6AEIOjAE#v=onepage&q&f=false
- Tarjuelo, M. B. (2005). *El riego por aspersión y su tecnología* (3.^a ed.). Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3176033&query=bomba+de+riego>
- Universidad de Alcalá. (s. f.). Modelos Digitales de Elevaciones (MDEs) – Teoría Específica. Recuperado de http://www.geogra.uah.es/gisweb/1modulosespanyol/AnalisisTerreno/DEMModule/DEM_T_Sl.htm#slopegrad

ANEXOS

ANEXO 1. UBICACIÓN DE FINCA LA SIERRA



ANEXO 3. COTIZACIONES

Cotización tendida eléctrica



San Pedro Sula, jueves 02 de agosto del 2018.

CLIENTE: ING. MERLIN GOMEZ
 ATENCIÓN: ING. MERLIN GOMEZ
 PROYECTO: LINEA PRIMARIA PARA ALIMENTAR BOMBA
 OFERTA: # 110

ALCANCE:
 Se presenta oferta por la construcción de línea primaria tres fases ma neutro e instalación de de tres transformadores de 75 kva, 34.5- 480V para alimenar estación de bombeo.

VALOR DEL PROYECTO: L 1,275,200.00

ACTIVIDADES:

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT | UNITARIOS | | TOTAL | TOTAL |
|------|--|--------|---------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| | | | | MAT | MO | C. UNIT | |
| IE | SISTEMA DE ALTA TENSION | | | | | | |
| IE3 | ESTRUCTURAS PRIMARIAS 3 FASES | | | | | | |
| 65 | Suministro e instalación de postes de concreto de 40 pies | Und. | 18.00 | L 10,500.00 | L 3,000.00 | L 13,500.00 | L 243,000.00 |
| 66 | Suministro e instalación de estructura primarias | Und. | 20.00 | L 14,500.00 | L 1,200.00 | L 15,700.00 | L 314,000.00 |
| 67 | Suministro e instalación de estructura secundaria neutro | Und. | 20.00 | L 700.00 | L 500.00 | L 1,200.00 | L 24,000.00 |
| 68 | Suministro e instalación de estructura de aterrizaje | Und. | 13.00 | L 500.00 | L 300.00 | L 800.00 | L 10,400.00 |
| 69 | Suministro e instalación de estructura de retenidas | Und. | 20.00 | L 2,000.00 | L 1,500.00 | L 3,500.00 | L 70,000.00 |
| 70 | Suministro e instalación de línea primaria tres fases mas neutro 3x1/0 acsr+1x2 acsr | metros | 1200.00 | L 40.00 | L 80.00 | L 120.00 | L 144,000.00 |
| 71 | Suministro e instalación de transformadores de 75 kva 34.5kv-480v | Und. | 3.00 | L 106,500.00 | L 10,000.00 | L 116,500.00 | L 349,500.00 |
| 72 | Suministro e instalación de losa y cerca perimetral para transformadores. | Und. | 1.00 | L 120,300.00 | L 0.00 | L 120,300.00 | L 120,300.00 |

| | |
|-------|----------------|
| TOTAL | L 1,275,200.00 |
|-------|----------------|

NOTA:

- Nuestra oferta es por mano de obra y suministro de materiales.
- Cualquier actividad que no esté incluido en esta oferta se cobrará como trabajo adicional.
- El personal que realizara la obra esta capacitado en seguridad industrial.

FORMA DE PAGO:

25 % de anticipo y el resto según avance de obra.

TIEMPO:

El tiempo estimado de duración del proyecto será de 35 días una vez firmado el contrato. U orden de inicio (siempre y cuando no se tenga atrasos en las actividades por causa de contratiempos que no dependan de nosotros)

CONDICIONES:

- La oferta tiene una duración de 10 días.
- Se firmara un contrato para la realización del proyecto.

Esperamos que nuestra oferta sea de su completo agrado.

Atte.

Ing. Irvin Joel Rodríguez R.
 GERENTE GENERAL

2/8/2018

Página 1 de 2

Cotización bomba eléctrica



R.T.N.: 06019003077924
www.bomohsa.com



EL PODER DE LA EXPERIENCIA

Mercados que atendemos



COTIZACIÓN

facebook.com/bomohsa

| | |
|------|---------------------|
| PARA | MERLIN GOMEZ |
|------|---------------------|

| | |
|----------------|------------------------------------|
| COTIZACIÓN NO. | CENT-016-18-EP |
| FECHA: | martes, 31 de julio de 2018 |

| | | | | |
|----------|---------------------|--------|--------------------------|-------------------------|
| ATENCIÓN | MERLIN GOMEZ | ASUNTO | OFERTA DE BOMBAS CARCASA | CONDICION DE OPERACIÓN: |
| TELÉFONO | 9667-0054 | | PARTIDA | 3,000 GPM |

| ITEM | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | P. UNITARIO | TOTAL |
|------|---|----------|-------------|------------|
| 1 | <p>Bomba Centrífuga tipo Carcasa Partida, marca ITT Goulds serie #3410, modelo 8x10-17H, desarrollando 3,000 GPM . Construcción Cast Iron / Bronze Fitted (Impeller). <u>Condiciones de Funcionamiento:</u> * Velocidad = 1.780 RPM, Eficiencia Mecánica = 84.5% * Potencia Hidráulica = 150 HP * Diametro del Impulsor = 16.625", NPSHr = 18' * Sello mecanico Silicon Carbon/Silicon Carbure. Motor Electrico marca Toshiba Heavy Duty, de 150HP / 460V / 3PH 1.800RPM / N449T / 60 Hz / TEFC / Eficiencia Premium del 96.2% IP54 / Clase F / Codigo KVA: G / 1.15 FS / 91.5% de FP 2 Años de Garantía en el Motor. Panel de Control de Estado solido de 150 HP trifasico 460V Precio de venta...</p> | 1 | 582,605.21 | 582,605.21 |

| | | | | |
|-----------------------------|--------------------------|--|------------------|--------------------|
| VALIDEZ DE LA OFERTA | TIEMPO DE ENTREGA | GARANTÍA | SUB-TOTAL | L582,605.21 |
| 30 dias | 10 -12 Semanas. | 12 meses para la Bomba y 24 meses para el motor. | I.S.V. | L87,390.78 |
| | | | TOTAL | L669,995.99 |

Al momento de realizar su pedido favor brindenos su número de Cotización. ¡GRACIAS POR PREFERIRNOS!

| | | |
|--|---|----------------------------|
| OBSERVACIONES | CONTACTO | CONDICIONES DE PAGO |
| Datos de bombeo proporcionados por el cliente. | ING. FRANCISCO EDGARDO PERDOMO cel. 9858-9241 | O/C. CONTADO |

SAN PEDRO SULA
PBX: 2558-861, Fax: 2558-8617
VR-004

TEGUCIGALPA
Tel: 2232-1752, Fax: 2232-1880

LA CEIBA
Tel: 3043-4282
Versión 5

CHOLITZUCA
Tel: 2782-7416, Fax: 2782-7494

JUTICALPA
Tel: 2785-2335
20/10/13

Cotización materiales pvc, cinta de goteo e instalación del sistema de riego

**GROW MORE
WITH LESS**



Srs: **Azucarera Chumbagua**

Página: 1 de 1

Attn:

Teléfono:

email:

Fax:

Dirección: **Laflecha, Santa Barbara**

Fecha: 31-jul-18

Referencia: **Equipo de Riego**

| Items | CANTIDAD | DESCRIPCION | REFERENCIA | PRECIO UNITARIO | TOTAL |
|-------|----------|--|---------------|-----------------|----------------|
| 1 | 260 | TUBERÍA DE PVC 10" C/H | SDR41 | L 2,134.47 | L 554,962.20 |
| 2 | 330 | TUBERÍA DE PVC 8" C/H | SDR41 | L 3,041.92 | L 1,003,833.60 |
| 3 | 360 | TUBERÍA DE PVC 6" C/H | SDR41 | L 811.31 | L 292,071.60 |
| 4 | 25 | TUBERÍA DE PVC 4" C/H | SDR41 | L 200.66 | L 5,016.50 |
| 5 | 260 | TUBERÍA DE PVC 6" C/H | SDR41 | L 2,134.47 | L 554,962.20 |
| 6 | 700 | TUBERÍA DE PVC 4" C/H | SDR41 | L 200.66 | L 140,462.00 |
| 7 | 200 | TUBERÍA DE PVC 3" C/C | SDR41 | L 245.76 | L 49,152.00 |
| 8 | 25 | TUBERÍA DE PVC 3" C/C | SDR32 5 | L 225.84 | L 5,646.00 |
| 9 | 75 | TUBERÍA DE PVC 2" C/C | SDR41 | L 156.97 | L 11,772.75 |
| 10 | 1600 | TUBERÍA DE PVC 2" LAVADOS | | L 102.93 | L 164,688.00 |
| 11 | 914100 | Tubería de goteo autoregulado, Dripnet PC 16125, 0.6 l/h, cada 0.50m, (ROLLOS DE 1500 MTS) | | L 3.20 | L 2,925,120.00 |
| 12 | 8500 | PE 16 mm 2.5 atm NETAFIM | 19950-001100 | L 3.25 | L 27,625.00 |
| 13 | 8500 | CONECTOR PVC X 16 EMPAQUE DURO | | L 4.20 | L 35,700.00 |
| 14 | 5500 | CONECTOR 16 X TY | | L 7.50 | L 41,250.00 |
| 15 | 3000 | CONECTOR TEE TY X 16 X TY | | L 8.25 | L 24,750.00 |
| 16 | 2500 | CONECTOR TY X TY | | L 8.50 | L 21,250.00 |
| 17 | 13 | VAL. HID. 4" + PIL + VAL 3 VÍAS Raphael | RAF 63 / PN10 | L 1,350.00 | L 17,550.00 |
| 18 | 6 | VAL. HID. 3" + PIL + VAL 3 VÍAS Raphael | RAF 63 / PN10 | L 1,225.00 | L 7,350.00 |

| | | | | | | | |
|----|-------|--|---------------|---|--------------|---|--------------|
| 19 | 4 | VAL. HID. 2" + PIL + VAL 3 VÍAS Rapahel | RAF 63 / PN10 | L | 910.00 | L | 3,640.00 |
| 20 | 40 | CHECK POINT | | L | 1,792.00 | L | 71,680.00 |
| 21 | 20 | VALVULA DE AIRE 2" PLASTICA COMBINADA BERMAD | IR-2"-ARC | L | 2,345.00 | L | 46,900.00 |
| 22 | 23 | VALVULA DE AIRE 2" AV-010 vacio | ARI | L | 1,800.00 | L | 41,400.00 |
| 23 | 1 | VALVULA DE ALIVIO 2" RAPHAEL ALIVIO | Serie 80Q | L | 3,200.00 | L | 3,200.00 |
| 24 | 2 | VALVULA MARIPOSA 10" LENTA | RAPHAEL | L | 23,089.00 | L | 46,178.00 |
| 25 | 4 | MANOMETRO + AGUJA | 0 - 100 PSI | L | 458.00 | L | 1,832.00 |
| 26 | 1 | AQUASPY SONDA X 1 M + DATA COLLECTOR | AQUASPY | L | 15,800.00 | L | 15,800.00 |
| 27 | 6 | FILTRO DE GRAVA 6 X 48 YAMIT/ODIS automatico+medidor | 450 M3/H | L | 48,725.00 | L | 292,350.00 |
| 28 | 1 | TECNICO INSTALADOR 3.30 mes | | L | 35,000.00 | L | 115,500.00 |
| 29 | 600 | JORNALES DE 8 HORAS | | L | 237.17 | L | 142,300.00 |
| 30 | 22900 | ZANJA PVC | | L | 42.00 | L | 961,800.00 |
| 31 | 274 | ENTERAR MANGUERA CON TRACTOR | | L | 1,700.00 | L | 465,800.00 |
| 32 | 13 | ANCLAJES Y OBRAS CIVILES | | L | 350.00 | L | 4,550.00 |
| 33 | 1 | Plancha de concreto con cerca perimetral de alambre Ciclon | | L | 280,000.00 | L | 280,000.00 |
| 34 | 1 | Techo Lamina | | L | 55,500.00 | L | 55,500.00 |
| | | | | | TOTAL | L | 8,431,591.85 |
| | | | | | ISV | L | 1,264,738.78 |
| | | | | | TOTAL | L | 9,696,330.63 |

CONDICIONES GENERALES

Observaciones : Para estar exento del pago del ISV , es necesario presentar el registro de exonerados

Tiempo de Entrega: Parcial Inmediata
Lugar de Entrega: Bodega NETAFIM
Forma de Pago: Contado
Validez de la Oferta: 30 días

Lia Espinoza
NETAFIM

ANEXO 4. INVERSIÓN INICIAL, INGRESOS DEPRECIACIÓN Y COSTOS

Inversión Inicial

| INVERSIÓN INICIAL | |
|--|----------------------|
| DESCRIPCIÓN | MONTO LPS |
| Instalación del sistema de Riego x Goteo | 9,696,330.63 |
| Bomba Eléctrica | 669,995.99 |
| Tendido Eléctrico | 1,275,200.00 |
| TOTAL LPS | 11,641,526.62 |

Ingresos

| INGRESOS | | | | | |
|---------------|--------------|------------|-----------------|---------------------|------------------------|
| Tipo de Riego | Ton/Ha | Área (Ha) | Total Toneladas | Costo Toneladas Lps | Ingresos Lps |
| Temporal | 74.90 | 280 | 20,972.00 | | |
| Riego/Goteo | 107.10 | 280 | 29,988.00 | | |
| TOTAL | 32.20 | 280 | 9,016.00 | L. 532.61 | L. 4,802,000.00 |

Se

considera un 3% de ingresos anuales durante la vida útil del proyecto.

Costos operativos de mano de obra

| Salario en una Semana | | | | | | | | | |
|-------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|---------------------|
| | Cantidad | Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | 7mo | Total |
| Operador de Bomba Dia | 1 | L. 385.40 | L. 385.40 | L. 385.40 | L. 385.40 | L. 385.40 | L. 385.40 | L. 237.17 | L. 2,549.54 |
| Operador de Bomba Noche | 1 | L. 503.98 | L. 503.98 | L. 503.98 | L. 503.98 | L. 503.98 | L. 503.98 | L. 237.17 | L. 3,261.04 |
| Ayudante de Goteo Dia | 1 | L. 385.40 | L. 385.40 | L. 385.40 | L. 385.40 | L. 385.40 | L. 385.40 | L. 237.17 | L. 2,549.54 |
| Ayudante de Goteo Noche | 1 | L. 503.98 | L. 503.98 | L. 503.98 | L. 503.98 | L. 503.98 | L. 503.98 | L. 237.17 | L. 3,261.04 |
| | | | | | | | | TOTAL | L. 11,621.17 |

| | |
|-----------------------|----------------------|
| Semanas Trabajadas | 14.43 |
| Salarios / Semana | L. 11,621.17 |
| Total Salarios | L. 167,676.83 |

Costos operativos de bomba eléctrica.

| Costo operativo de bomba eléctrica | |
|---|-----------------------|
| Días de Riego | 101 |
| Total Horas Trabajo/Día | 22 |
| Total Horas Trabajo | 2222 |
| Costo KWH | 5.02 |
| Consumo KWH de Bomba | 110.25 |
| Total de KW | 244,976 |
| Total Consumo Energía | L. 1229,777.01 |
| | |
| Costo Operativo Total | L. 1397,453.84 |

Depreciación lineal del proyecto

| ACTIVOS FIJOS | INVERSIÓN | VIDA ÚTIL (AÑOS) | DEPRECIACIÓN /AÑO |
|---------------------------|------------------|-------------------------|--------------------------|
| Tuberías y accesorios PVC | 6,771,210.63 | 10 | L. 677,121.06 |
| Cinta de Goteo | 2925,120.00 | 5 | L. 585,024.00 |
| Bomba Eléctrica | 669,995.99 | 10 | L. 66,999.45 |
| Tendido Eléctrico | 1,275,200.00 | 10 | L. 127,520.00 |
| | TOTAL | | L. 1,456,664.51 |

Nota: La vida útil de la cinta de goteo es de 5 años que dura el cultivo, por lo cual se hace una reinversión en el año seis. No se considera valor de rescate.

Costos operativos de mantenimiento del sistema de riego

| Reparación del Riego por Goteo por Hectárea | | | | |
|--|--------------|-------------|------------------|----------------------|
| Insumos | Costo/Unidad | Cantidad/Ha | Unidad de medida | Total |
| Ácido Fosfórico | L. 25.22 | 4 | KG | L. 100.88 |
| Conectores | L. 3.25 | 30 | PZ | L. 97.50 |
| Cinta de Goteo | L. 2.94 | 100 | MT | L. 294.00 |
| PVC | L. 100.00 | 1 | PZ | L. 100.00 |
| Mano de Obra | L. 237.17 | 3 | JR | L. 711.50 |
| | | | | L. 1,303.88 |
| Costo de reparación total 280 Ha | | | | L. 365,086.40 |

| Mantenimiento de las Bombas Eléctricas/Año | | | | |
|---|--------------|------------------------|---------------------|--------------------|
| Insumos | Costo/Unidad | Cantidad/ Temporada | Unidad de medida | Total |
| Grafito | L. 83.00 | 9 | PE | L. 747.00 |
| Grasa | L. 14.10 | 16 | KG | L. 225.60 |
| Mano Obra | L. 237.17 | 6 | JR | L. 1,423.00 |
| | | | | L. 2,395.60 |

Costo de mantenimiento tendido Electrico 3% L. 38,258.33

Costo Total Mantenimiento L. 405,740.33

ANEXO 5. ANÁLISIS FINANCIERO

| Datos Generales del Proyecto | |
|------------------------------|------------------------------------|
| Compañía: | Compañía Azucarera Chumbagua, S.A. |
| Nombre del proyecto: | Sistemas de Riego por Goteo |
| Dirección: | Agroindustrial |
| Gerencia: | Agrícola |
| Fecha de solicitud: | |
| Descripción general: | |

| Resumen Financiero | |
|--------------------|-------------|
| Inversión inicial | L 11641,527 |
| VPN | L 3290,037 |
| TIR | 18,4% |
| Payback (años) | 4,24 años |

| Inversión | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 |
|-------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Inversión Ingenio | L 11641,527 | | | | | | 2925,120 | | | | |
| Inversión Agrícola | | | | | | | | | | | |
| Capital de trabajo | | | | | | | | | | | |
| Inversión TOTAL (US\$) | L11641,527 | L0 | L0 | L0 | L0 | L0 | L2925,120 | L0 | L0 | L0 | L0 |

| Ingresos / Ahorros | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 |
|-----------------------------------|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Ingresos 1 | | 4802,000 | 4946,060 | 5094,442 | 5247,275 | 5404,693 | 5566,834 | 5733,839 | 5905,854 | 6083,030 | 6265,521 |
| Ahorro en Costo de Operacion | | | | | | | | | | | |
| Ingreso/Ahorro TOTAL (Lps) | | L4802,000 | L4946,060 | L5094,442 | L5247,275 | L5404,693 | L5566,834 | L5733,839 | L5905,854 | L6083,030 | L6265,521 |

| Costos | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 |
|-----------------------------|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Mantenimiento Sistema Riego | | 275,580 | 288,807 | 302,670 | 317,198 | 332,424 | 348,380 | 365,103 | 382,627 | 400,994 | 420,241 |
| Costo Operativo Anual | | 1397,454 | 1425,403 | 1453,911 | 1482,989 | 1512,649 | 1542,902 | 1573,760 | 1605,235 | 1637,340 | 1670,087 |
| Depreciación (años) | | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 |
| Costo TOTAL (Lps) | | L3129,698 | L3170,875 | L3213,246 | L3256,852 | L3301,738 | L3347,947 | L3395,527 | L3444,527 | L3494,998 | L3546,993 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Utilidad antes de impuestos | | 1672,302 | 1775,185 | 1881,196 | 1990,423 | 2102,956 | 2218,887 | 2338,312 | 2461,327 | 2588,032 | 2718,528 |
| Impuestos (30%) | 0.30 | 501,691 | 532,555 | 564,359 | 597,127 | 630,887 | 665,666 | 701,494 | 738,398 | 776,410 | 815,558 |
| Utilidad después de impuestos | | L1170,611 | L1242,629 | L1316,837 | L1393,296 | L1472,069 | L1553,221 | L1636,818 | L1722,929 | L1811,622 | L1902,970 |

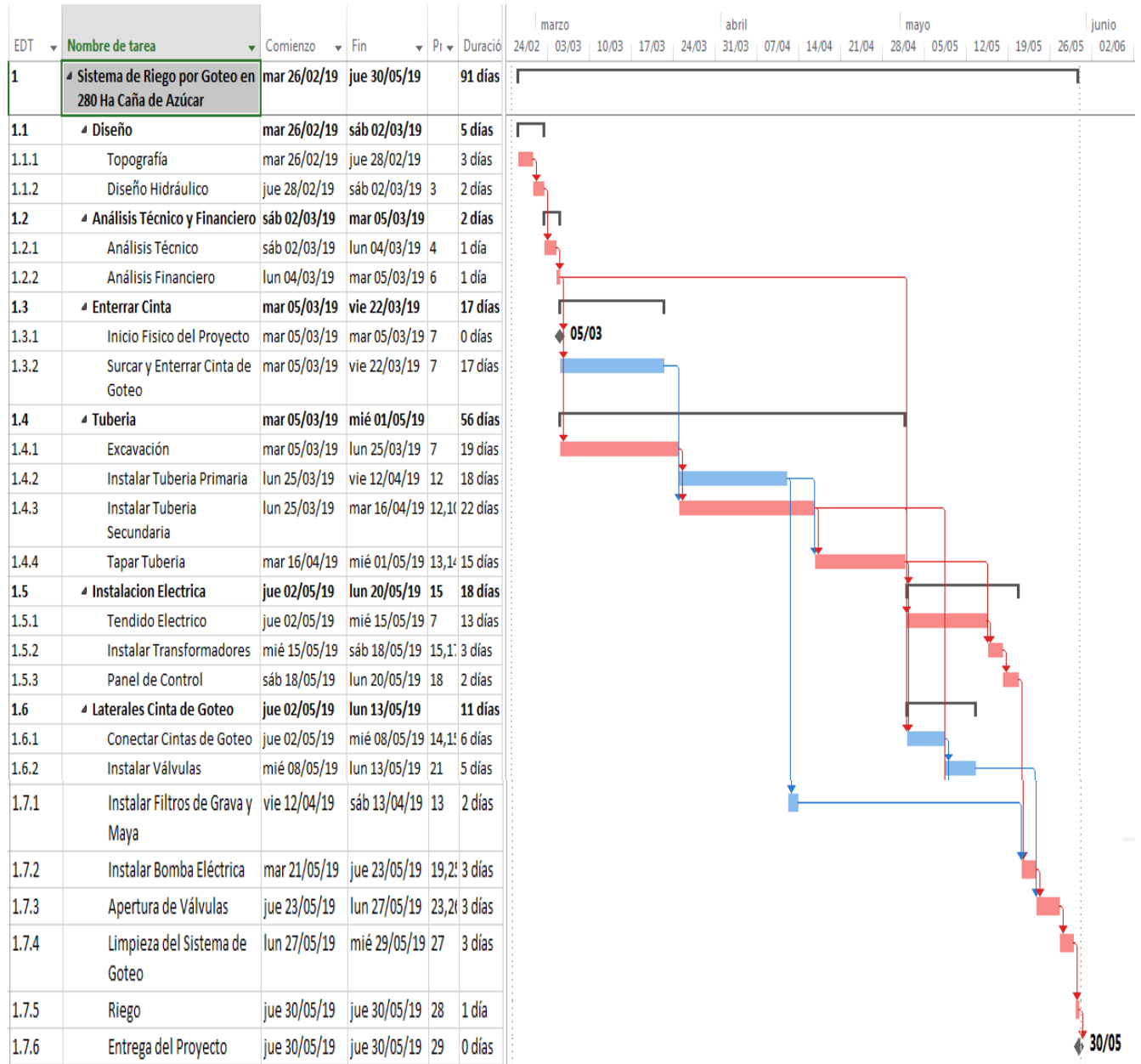
| FLUJO | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 |
|-------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| Utilidad después de impuestos | | 1170,611 | 1242,629 | 1316,837 | 1393,296 | 1472,069 | 1553,221 | 1636,818 | 1722,929 | 1811,622 | 1902,970 |
| (+) Depreciación | | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 | 1456,665 |
| (-) Inversiones | -L 11641,527 | L0 | L0 | L0 | L0 | L0 | L 2925,120 | L0 | L0 | L0 | L0 |
| (+) Valor de rescate | | | | | | | | | | | |
| Flujo Neto (US\$) | -L 11641,527 | L2627,276 | L2699,294 | L2773,502 | L2849,961 | L2928,734 | L 84,766 | L3093,483 | L3179,594 | L3268,287 | L3359,634 |
| Flujo Acumulado | -L 11641,527 | -L 9014,251 | -L 6314,957 | -L 3541,455 | -L 691,494 | L2237,240 | L2322,005 | L5415,488 | L8595,082 | L11863,369 | L15223,003 |

ANEXO 6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL SISTEMA DE RIEGO



COMPAÑÍA AZUCARERA CHUMBAGUA S.A.
DE C.V.

Cronograma del Sistema de Riego por Goteo
en 280 Hectáreas de Caña de Azúcar.



ANEXO 7. PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE RIEGO



COMPAÑÍA AZUCARERA CHUMBAGUA S.A.
DE C.V.

Presupuesto para instalar 280 hectáreas de Riego por Goteo en caña de Azúcar. Haciendo usos de los recursos con que cuenta la compañía.

| EDT | Nombre de tarea | Costo |
|------------|--|-------------------------|
| 1 | Sistema de Riego por Goteo en 280 Ha Caña de Azúcar | L. 11,641,526.62 |
| 1.1 | Diseño | L. 40,000.00 |
| 1.1.1 | Topografía | L. 30,000.00 |
| 1.1.2 | Diseño Hidráulico | L. 10,000.00 |
| 1.2 | Análisis Técnico y Financiero | L. 70,000.00 |
| 1.2.1 | Análisis Técnico | L. 55,000.00 |
| 1.2.2 | Análisis Financiero | L. 15,000.00 |
| 1.3 | Enterrar Cinta | L. 3,950,306.63 |
| 1.3.1 | Surcar y Enterrar Cinta de Goteo | L. 3,950,306.63 |
| 1.4 | Tubería | L. 4,311,552.00 |
| 1.4.1 | Excavación | L. 676,000.00 |
| 1.4.2 | Instalar Tubería Primaria | L. 1,758,794.00 |
| 1.4.3 | Instalar Tubería Secundaria | L. 1,276,758.00 |
| 1.4.4 | Tapar Tubería | L. 600,000.00 |
| 1.5 | Instalación Eléctrica | L. 1,275,200.00 |
| 1.5.1 | Tendido Eléctrico | L. 679,700.00 |
| 1.5.2 | Instalar Transformadores | L. 349,500.00 |
| 1.5.3 | Panel de Control | L. 246,000.00 |
| 1.6 | Laterales Cinta de Goteo | L. 955,020.00 |
| 1.6.1 | Conectar Cintas de Goteo | L. 168,120.00 |
| 1.6.2 | Instalar Válvulas | L. 530,120.00 |
| 1.6.3 | Instalar Finales de Tubería | L. 256,780.00 |
| 1.7 | Bomba Eléctrica | L. 1,039,447.99 |
| 1.7.1 | Instalar Filtros de Grava y Maya | L. 367,800.00 |
| 1.7.2 | Instalar Bomba Eléctrica | L. 669,995.99 |
| 1.7.3 | Apertura de Válvulas | L. 700.00 |
| 1.7.4 | Limpieza del Sistema de Goteo | L. 700.00 |
| 1.7.5 | Riego | L. 252.00 |
| 1.7.6 | Entrega del Proyecto | L. 0.00 |

ANEXO 9. FORMATO DE OBSERVACIONES FÍSICAS DE CAMPO



SER CHUMBAGUA

COMPAÑÍA AZUCARERA CHUMBAGUA
S.A. DE C.V.

Observación de las condiciones Físicas en el área para
instalar los sistemas de riego.

Fecha: 2/marzo/2018

Finca: La Sierra.

Sistema de Riego: Goteo

Responsable del Area: Martin Gomez

| Actividad | Tipo | Si | No | Observaciones |
|-----------------------|--------------------|----|----|---|
| Orientación del surco | Norte - Sur | ✓ | | Para aprovechar lo rectangular de los lotes. |
| | Este - Oeste | | | |
| Textura de suelo | Franco | | | Esta información es según el análisis de suelos del Zamorano. |
| | Franco - Arcilloso | ✓ | | |
| | Arcilloso | | | |
| Turbidez del agua | Clara | | | Por trabajos de extracción de arena de 3 años. |
| | Ligeramente sucia | ✓ | | |
| Presencia de piedras | | | | |
| | | | | |
| Filtrado | Grava | ✓ | | Por la turbidez del agua filtros 48" (6) una sola pieza a la salida del filtro de grava |
| | Malla | ✓ | | |
| Fuente de energía | Gubernamental | ✓ | | |
| | Propia | | | |
| Obra civil | Concreto | ✓ | | 6m x 3m para instalar los filtros. |
| | Bloques | | | |
| Bomba de riego | Eléctrica | ✓ | | Tendido eléctrico Santa Elena naco. |
| | Combustión | | | |
| Existencia de bodega | | ✓ | | Bodega de finca La Sierra. |

Otras observaciones: *Fuente de Agua del Rio Chamela con que sera conducida por un canal de terraceria hasta donde se instalara el punto de Bombeo.
*Tendido eléctrico con postes de concreto, y por dentro de la finca.

Eduardo Mateo
Jefe de zona

[Signature]
Responsable del Proyecto

ANEXO 10. ENTREVISTA A EXPERTO DE RIEGO POR GOTEO

COMPAÑÍA AZUCARERA CHUMBAGUA S.A. DE C.V.

Entrevista a experto para considerar las variables necesarias a tomar en cuenta en la instalación del riego por goteo en caña de azúcar.

Experto en Riego por Goteo:

Ingeniero Mario Ernesto Funes, es un experto en la instalación de sistemas de riego por goteo enterrado en el cultivo de la caña de Azúcar. Él se ha desempeñado como proveedor y asesor a los ingenios azucareros de honduras desde el año de 1999, con una larga experiencia en el rubro del riego, instalando los primeros proyectos en los ingenios Tres valles ubicado en el valle del Zamorano, Compañía Azucarera Hondureña S.A. y en la Compañía Azucarera Chumbagua.

1) ¿Cuáles son los elementos que conforman la instalación del sistema de riego por goteo en caña de azúcar?

Los elementos principales en un sistema de goteo enterrado se tienen:

1.1) Cinta de Goteo: la considero como el alma del riego por goteo enterrado, es lo más delicado del sistema, debido a la susceptibilidad por taponamiento de los goteros ocasionados por un mal mantenimiento de limpieza y filtrado de la fuente de agua que estamos utilizando. Por esta razón y con mi experiencia en el uso de aguas superficiales, considero instalar filtros de grava y malla en el sistema de riego por goteo. de esta manera aseguramos alargar la vida útil de la cinta y por ende aseguramos una mejor uniformidad en el riego para el cultivo de caña.

1.2) El diseño: esta actividad es de suma importancia, ya que es la que nos garantiza una operatividad eficiente en consumo de energía, conducción del agua desde el punto de bombeo hasta alimentar cada una de las válvulas del sistema de riego. En mi caso personal recomiendo utilizar el software IRRICAD ya que me ha permitido hacer varios diseños de sistemas de riego, tanto de Goteo como de aspersión, además de esto este programa es fácil de utilizar y con un excelente prestigio en los diseñadores de sistemas de riego. Este programa proporciona los informes y mapas con la cantidad de materiales, diámetros y ubicaciones dentro del plano, que facilitan aún más información de campo para la instalación del proyecto.

1.3) La tubería de Conducción: hacer usos de materiales de calidad en la tubería de PVC ya que algunos de ellos están hechos con material reciclado que no resisten a las presiones demandadas por el sistema de riego. Es necesario hacer uso de tubos con resina virgen asegurándonos comprar este material a empresas de prestigio, ya que estos tubos tienen una duración de 10 años o más de acuerdo a la forma en que estemos operando el riego. Conociendo el tipo de actividades mecanizadas que se desarrollan en el cultivo de la caña de azúcar, es necesario enterrar la tubería a una profundidad de 1.20 metros, ya que no hay actividades de preparación de suelo, subsuelo y fertilización que vayan a ocasionar un daño a los mismos.

1.4) Filtrado del sistema de goteo: este es como un seguro de nuestro sistema de riego por goteo, y es el que garantiza que no van entrar partículas que no puedan pasar por los orificios de los goteros ubicados en las cintas enterradas. El diferencial de presión de trabajo en la entrada con relación a la salida no debe ser mayor a las 5 libras por pulgada cuadrada, ya que nos ocasionaría un uso deficiente del sistema de goteo. En este punto del proyecto se cuenta con medidores de presión para estar tomando lecturas periódicas y evitar

1.5) Bomba de riego: esta es la que impulsa el agua desde la fuente y mantiene presurizado el sistema de riego, para alcanzar la presión de trabajo en la que todos los goteros de las cintas están descargando el agua de acuerdo al diseño. La información de la bomba a utilizar la proporciona el reporte del software de diseño, la elección de la misma va en dependencia a la fuente que se pretenda utilizar y que esté disponible cerca del proyecto. Es importante considerar la accesibilidad para el abastecimiento de diésel si la bomba es de combustión interna. Y la confiabilidad de la fuente de energía eléctrica en caso de decidimos por una bomba eléctrica. En todo caso la bomba que se elija debe ser de fácil mantenimiento y tratar a medida de lo posible estandarizarla con los hp y el caudal de otros proyectos para no tener en la bodega del taller de mantenimiento tanta variedad de repuestos en existencia. Además de esto el personal de mantenimiento se especializa en mantenimiento de los equipos estandarizados.

1.6) Fuente de energía: esta energía será la que alimente la bomba de riego, esta puede ser de diésel, la cual hay que estar abasteciendo de acuerdo al consumo de galones de diésel por hora, esta tiene una desventaja que por el alto costo de los carburantes es susceptible al robo de diésel, el mantenimiento es más complejo debido a que en los cambios de aceite o desperfectos mecánicos podemos contaminar la fuente de agua y de esta manera incurrir en multas ambientales o de certificaciones. Si la bomba es eléctrica es importante que el servicio de energía sea confiable para

evitar paros de riegos por falta de energía eléctrica, considerar el alto costo del kilowatt consumidos de acuerdo a los hp de la bomba.

2) ¿Qué variables son necesarias considerar en la instalación del riego por goteo en caña de azúcar?

2.1) La evapotranspiración: esta es la suma del agua consumida por la planta para su metabolismo diario más la evaporada por la radiación solar diaria. Por esta razón es necesario considerar la ETO registrada en la estación meteorológica y tomar encuentra la ETO más alta teniendo en cuenta que no sea un dato muy atípico, así estamos asegurando que la planta no va experimentar estrés por falta de agua, y de esta manera aseguramos la producción.

2.2) Distanciamiento de siembra: es la separación de los surcos para saber la cantidad de metros de cinta de goteo que se van a necesitar para toda el área del proyecto.

2.3) Topografía del terreno: esta nos indicara el tipo de cinta de goteo que vamos a emplear en el sistema de riego, si la pendiente es mayor al 5% se recomienda utilizar una cinta auto compensada en el proyecto. Toda esta información nos la proporciona el software del diseño que estamos empleando.

2.4) Cinta de Goteo: la cinta de goteo debe ser de muy buena calidad para aguantar las inclemencias y dinámica de las áreas cultivadas de caña, asegurar cumplir un ciclo de vida no menor a 5 años, que es el promedio de vida útil de la cepa de caña en condiciones adecuadas de producción.

2.5) Horas de trabajo: esta variable nos permite identificar el tiempo necesario que debemos cubrir para proporcionar el agua necesaria al cultivo y va relacionada a la lámina de agua diaria que debemos aplicar al cultivo.

2.6) Textura del terreno: esta es de suma importancia porque de acuerdo al tipo de suelo que tengamos en donde se va instalar el proyecto, así debemos considerar el distanciamiento entre los goteros para que el riego sea más uniforme por el movimiento del agua que sale de los goteros en el suelo.

2.7) Recursos disponibles para la instalación del sistema: esto es de mucha importancia, debido a que podemos hacer más caro u barata la instalación del riego, por eso es recomendable que en el caso de los ingenios azucareros hagan sus propias instalaciones debido a que cuentan con personal técnico y maquinaria ya que con un plano de diseño pueden instalar este tipo de sistemas

de riego. Hoy en día los ingenios azucareros están instalando sus sistemas de riego, y con esto reducen hasta en un 20% los costos de instalación. Haciendo que este tipo de proyectos sea más atractivo financieramente.

2.8)El tiempo de instalación: es importante considerar instalar estos proyectos en verano, debido a que se hacen muchos trabajos de enterrado de cinta, excavación y tapado de tubería. Con esto se evita no incurrir en costos adicionales en la instalación por tiempos perdidos por lluvias.

2.9)Mano de obra: la mano de obra a emplear durante la instalación debe ser de presencia de áreas aledañas al proyecto y debe ser la misma que se utilizara para operación diaria del sistema de riego, porque son ellos los que se encargaran de darle mantenimiento y reparación al sistema de riego. Por la experiencia acumulada ha resultado de mucho beneficio para obtener resultados satisfactorios de producción y retorno de la inversión.

ANEXO 11. ENTREVISTA A EXPERTO EN SISTEMAS ELÉCTRICOS

COMPAÑÍA AZUCARERA CHUMBAGUA S.A. DE C.V.

Entrevista a experto en instalaciones eléctricas que proporcionara las variables necesarias a tomar en cuenta bombas eléctricas para el riego por goteo en caña de azúcar.

Entrevista al ingeniero eléctrico Juan Carlos Martínez, siendo el un especialista en la electrificación de puntos de bombeo para riego, el labora para la compañía Azucarera Chumbagua desde 1997. Juan Carlos actualmente es el jefe de cogeneración y mantenimiento de la estructura eléctrica de la compañía.

1) ¿Cuál es la fuente de energía más confiable que debemos utilizar para alimentar la bomba eléctrica del sistema de riego por goteo?

a. Por la zona en donde se encuentra el proyecto en el valle de naco, se tiene disponibilidad suficiente de energía y con la potencia necesaria para alimentar este tipo de equipos de riego. Ya que las maquilas de esta zona generan energía al gobierno, mejorando el voltaje en esta zona industrial.

2) ¿Cuál es el consumo de energía para un motor de 150 HP?

De acuerdo a la información proporcionada de 101 días de trabajo y trabajando 22 horas diarias, el consumo seria el siguiente;

| Cálculo kW en la temporada de Riego | |
|--|-------------------|
| Días de Riego | 101.00 |
| Total Horas Trabajo/Día | 22.00 |
| Total Horas Trabajo | 2,222.00 |
| Consumo KWH de BOMBA | 110.25 |
| Total de KW Temporada Riego | 244,975.50 |

3) ¿Qué actividades son necesaria considerar para la instalación eléctrica de esta bomba considerando que la fuente de energía está a 1200 metros de punto de bombeo?

De acuerdo a proyectos hechos anteriormente se considera hacer las siguientes actividades para el suministro e instalación eléctrica, las siguientes actividades:

3.1) Excavación, nivelado y compactado de terreno para construcción de Losa de Transformadores y Muro Perimetral, malla geotextil.

3.2) Suministro y construcción de Losa de Concreto reforzado con grava de 3/4" para Montaje de Banco de Transformadores, de 2.00m x 3.50m x 0.20m con 2 mallas de varilla de 3/8" a cada 0.15m, Arranque de 0.20m x 0.20m con 4" bajo nivel de suelo.

3.3) Suministro y Construcción de Cerca Perimetral para Banco de transformadores de 4.0m x 5.50m x 2.0m, Arranque de 0.20m x 0.20m, una línea de bloque de 4" y Malla de Alambre ciclón soportado en estructura de tubo galvanizado de 2" y 1-1/2", portón de acceso de 1.0m x 1.80m.

3.4) Suministro e Instalación de Línea Primaria a 3 Fases # 1/0 ACSR + Nuestro # ACSR en estructuras de tipo Urbana sobre Poste de Concreto desde troncal de ENEE hacia Bomba de 150 HP.

3.5) Suministro e instalación de Acometida Primaria Subterránea con Cable XLP 1/0 AWG. En Tubería IMC/PVC CED-40 de 4" UL. Desde Poste de servicio Eléctrico hacia Banco de transformadores.

3.6) Suministro e instalación de Banco de Transformadores de 3x 167 Kva. En 34.5Kv. Para servicio eléctrico de Bombas de Riego dos de 150 HP en 480 voltios.

3.7) Suministro e instalación de breaker de 200 amperios tipo industrial en caja Moldeada, 480 voltios, 3 fases.

3.8) Suministro e instalación de Alimentador Eléctrico desde banco de transformadores a breaker de 200 amperios., con Cable THHN

3.9) 3x (3x #3/0 + 1x #2T en tubería IMC/PVC CED-40 de 2") Suministro e instalación de Alimentador Eléctrico desde breaker de 200 amperios tipo industrial en caja Moldeada. A Variador de frecuencia # 1, con Cable THHN 2x (3x #1/0 + 1x #4T en tubería EMT-40 de 2")

3.10) Suministro e instalación de Alimentador Eléctrico desde breaker de 200 amperios tipo industrial en caja Moldeada. A Variador de frecuencia # 2, con Cable THHN 2x (3x #1/0 + 1x #4T en tubería EMT de 2")

3.11) Suministro e instalación de Alimentador Eléctrico desde Variador de frecuencia # 1 a motor de 150 HP 480voltios, 3 fases, con Cable THHN 2x (3x #1/0 + 1x #4T) en tubería EMT/PVC CED-40 de 2"

3.12) Suministro e instalación de Alimentador Eléctrico desde Variador de frecuencia # 2 a motor de 150 HP 480voltios, 3 fases, con Cable THHN 2x (3x #1/0 + 1x #4T en tubería EMT/PVC CED-40 de 2").

3.13) Suministro e instalación de red de aterrizaje con 4 Varillas de Cobre de 5/8"x8', Cable de Cobre desnudo #1/0 AWG. Con soldadura exotérmica.

ANEXO 12. COMPONENTES DEL SISTEMA RIEGO GOTEO

Enterrado de cinta de goteo



Bomba eléctrica



Sistema de filtrado



Válvulas de apertura de riego



Riego por goteo subterráneo (prueba de humedad)



Foto aérea fuente agua río Chamelecón



ANEXO 13. AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN

3/8/2018

Correo de Nicaragua Sugar - Re: Solicitud de uso de información para tesis



Donald Montoya <dmontoya@serchumbagua.com>

Re: Solicitud de uso de información para tesis

1 mensaje

Ricardo Fasquelle <rffasquelle@serchumbagua.com>
Para: Donald Montoya <dmontoya@serchumbagua.com>

2 de febrero de 2018, 16:20

Autorizado Donald.

Éxitos en su tesis.

On Fri, Feb 2, 2018 at 4:51 PM Donald Montoya <dmontoya@serchumbagua.com> wrote:

Buenas tardes Ing. Fasquelle.

Por medio del presente solicitamos su autorización para el uso de información de costos y productividad de los sistemas de riego que tenemos en la empresa para poder realizar el trabajo final de Tesis y así poder optar al título de Master en Admon de Proyectos.

El tema de Tesis es Implementación de Sistemas de Riego por Aspersión Semifijo en el Cultivo de Caña de Azúcar, a través del cual buscamos como establecer el beneficio que tendría estos sistemas sobre los otros sistemas de riego (Aspersión Tradicional y Goteo) en nuestra empresa.

Agradeciendo de antemano su ayuda en este asunto y en espera de una respuesta positiva.

Saludos Cordiales

Merlín Gómez & Donald Montoya