



**FACULTAD DE POSTGRADO
TESIS DE POSTGRADO**

**PROPUESTA DE CAMBIO DEL SISTEMA DE LIMPIEZA DE
CAÑA DE AZÚCAR, EN AZUNOSA**

**SUSTENTADO POR:
ALLAN GESAIR ARTEAGA ELVIR
TRACY ALICIA MUNGUÍA SALAZAR**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE MÁSTER EN
FINANZAS
SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS, C.A.**

ENERO, 2020

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

UNITEC

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

MARLON BREVÉ REYES

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRANDA

VICERRECTOR ACADÉMICO

DESIRÉE TEJADA CALVO

VICEPRESIDENTE CAMPUS SPS

CARLA MARÍA PANTOJA

**PROPUESTA DE CAMBIO DEL SISTEMA DE LIMPIEZA DE
CAÑA DE AZÚCAR, EN AZUNOSA**

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

**ASESOR METODOLÓGICO
JUAN JACOBO PAREDES HELLER**

**ASESOR TEMÁTICO
DIANA BRIZUELA MARTÍNEZ**

**MIEMBROS DE LA TERNA
ABEL SALAZAR
JUAN FRANCISCO ORTÍZ
RUTH LARA**

DERECHOS DE AUTOR

© Copyright 2020

ALLAN GESAIR ARTEAGA ELVIR

TRACY ALICIA MUNGUÍA SALAZAR

Todos los derechos son reservados

**AUTORIZACIÓN DEL AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE POSTGRADO**

Señores

**CENTRO DE RECURSOS PARA
EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN (CRAI)
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA (UNITEC)
SAN PEDRO SULA**

Estimados Señores:

Nosotros, Allan Gesair Arteaga Elvir y Tracy Alicia Munguía Salazar, de San Pedro Sula, autores del trabajo de postgrado titulado: Propuesta de cambio del sistema de limpieza de caña de azúcar, en AZUNOSA, presentado y aprobado en Enero/2020, como requisito previo para optar al título de máster en Finanzas reconociendo que la presentación del presente documento forma parte de los requerimientos establecidos del programa de maestrías de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), por este medio autorizamos a las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la UNITEC, para que con fines académicos, puedan libremente registrar, copiar o utilizar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

- 1) Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en la sala de estudio de la biblioteca y/o la página Web de la Universidad.
- 2) Permita la consulta, la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general en cualquier otro formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en los artículos 9.2, 18, 19, 35 y 62 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los derechos morales pertenecen al autor y son personalísimos, irrenunciables, imprescriptibles e inalienables, asimismo, por tratarse de una obra

colectiva, los autores ceden de forma ilimitada y exclusiva a la UNITEC la titularidad de los derechos patrimoniales. Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de UNITEC.

En fe de lo cual, se suscribe el presente documento en la ciudad de San Pedro Sula a los días del mes de enero de 2019.

Allan Gesair Arteaga Elvir

21723006

Tracy Alicia Munguía Salazar

21723054



FACULTAD DE POSTGRADO

PROPUESTA DE CAMBIO DEL SISTEMA DE LIMPIEZA DE CAÑA DE AZÚCAR, EN AZUNOSA.

AUTORES

**ALLAN GESAIR ARTEAGA ELVIR &
TRACY ALICIA MUNGUÍA SALAZAR**

RESUMEN

El propósito de la investigación fue estudiar la rentabilidad financiera de una inversión en para cambiar el proceso de limpieza de caña para aumentar los rendimientos en AZUNOSA. La metodología empleada fue un enfoque mixto haciendo uso de data histórica del proceso actual. El estudio técnico permitió conocer el proceso actual de limpieza húmeda de caña de azúcar y obtener datos de cuantitativos de pérdidas de azúcar que el ingenio ha tenido debido a su proceso actual, se estimó una pérdida de azúcar histórica promedio de 1.48 kg/TM de caña de azúcar, también permitió conocer una alternativa para recuperar las pérdidas mediante un método de limpieza en seco y aumentar los rendimientos del proceso de elaboración de azúcar, obteniendo una tasa de rendimiento interno del 21% a un tiempo de recuperación de 3.29 años y con un valor presente neto mayor a 13.5 millones de lempiras, siendo esta alternativa rentable.

Palabras claves: Estudio técnico, financiero, y rentabilidad.



FACULTAD DE POSTGRADO

PROPOSED CHANGE OF CLEANING SUGAR CANE'S SYSTEM, IN AZUNOSA.

BY

**ALLAN GESAIR ARTEAGA ELVIR &
TRACY ALICIA MUNGUÍA SALAZAR**

ABSTRACT

The purpose of the research was to study the financial profitability of an investment in to change the cane cleaning process to increase yields in AZUNOSA. The methodology used was a mixed approach using historical data from the current process. The technical study allowed to know the current process of wet cleaning of sugarcane and obtain quantitative data of sugar losses that the mill has had due to its current process, an average historical sugar loss of 1.48 kg / MT of sugar cane, also it allowed to know an alternative to recover the losses through of a dry cleaning method and increase the yields of the sugar production process, obtaining an internal yield rate of 21% at a recovery time of 3.29 years and with a Net present value greater than 13.5 million lempiras, this alternative being profitable for its application.

Key words: Technical, finances study and feasibility research.

DEDICATORIA

Allan Gesair Arteaga Elvir

A mis padres, Gloria Isabel Elvir y Conrado Arteaga, que me han enseñado que la riqueza más grande que se puede tener es el conocimiento y la educación.

Tracy Alicia Munguía Salazar

Dedicado a Dios, a mis padres por ser el pilar, mis abuelos por ser la inspiración y perseverancia para el logro de mis retos, mis hermanos y familiares por su motivación y apoyo incondicional. A mis maestros y compañeros por brindarme parte de sus conocimientos, experiencias y consejos que contribuyeron a mi crecimiento personal y académico. A mis amigos personales por su ayuda, estímulo y acompañamiento durante esta parte del proceso para el logro de la finalización de esta meta académica.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primera instancia a Dios por darnos la oportunidad de vida, salud y capacidad de discernir para poder desarrollar este proyecto. De la misma manera agradecemos a nuestros familiares, amigos y compañeros que nos han brindado su apoyo este recorrido y a las demás personas que contribuyeron de distintas formas al desarrollo de este documento.

Agradecimientos especiales a nuestros asesores el Doctor Juan Jacobo Paredes y la MSc. Diana Brizuela por su gran dedicación y esfuerzo para la elaboración de este estudio, también por compartir sus conocimientos, experiencias con especial disponibilidad a lo largo jornadas extensas de trabajo. Y, por último, pero no menos importante, por las sugerencias y consejos para afianzar un buen desempeño de este documento.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|----------------------------------------------------|----|
| CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN..... | 1 |
| 1.1 INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.2 ANTECEDENTES | 2 |
| 1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA | 5 |
| 1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA | 5 |
| 1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... | 6 |
| 1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN..... | 6 |
| 1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO | 6 |
| 1.4.1 OBJETIVO GENERAL..... | 7 |
| 1.5 JUSTIFICACIÓN | 7 |
| CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO..... | 9 |
| 2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL..... | 9 |
| 2.1.1 ANÁLISIS DEL MACROENTORNO..... | 9 |
| 2.1.2 ANÁLISIS DEL MICROENTORNO | 14 |
| 2.1.3 ANÁLISIS INTERNO..... | 17 |
| 2.2 TEORÍAS DE SUSTENTO..... | 19 |
| 2.2.1 ESTUDIO TÉCNICO | 20 |
| 2.2.2 ESTUDIO FINANCIERO | 22 |
| 2.3 CONCEPTUALIZACIÓN..... | 24 |
| 2.4 INSTRUMENTOS..... | 26 |
| 2.4.1 PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS..... | 26 |
| CAPÍTULO III. METODOLOGÍA..... | 28 |
| 3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA | 28 |
| 3.1.1 MATRIZ METODOLÓGICA..... | 28 |
| 3.1.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES..... | 29 |
| 3.1.3 HIPÓTESIS..... | 36 |
| 3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN | 39 |
| 3.3.1 POBLACIÓN..... | 39 |
| 3.3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS | 40 |
| 3.3.4 UNIDAD DE RESPUESTA | 40 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.4 INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS | 40 |
| 3.4.1 INSTRUMENTO | 41 |
| 3.4.2 TÉCNICA | 41 |
| 3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN. | 42 |
| 3.5.1 FUENTES PRIMARIAS | 42 |
| 3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS | 43 |
| 3.6 LIMITANTES..... | 43 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS..... | 44 |
| 4.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO | 44 |
| 4.1.1 ESPECIFICACIONES DE SISTEMA DE LIMPIEZA DE CAÑA EN SECO | 45 |
| 4.2 DEFINICIÓN DEL MODELO DE NEGOCIOS | 50 |
| 4.3 ESTUDIO TÉCNICO | 51 |
| 4.3.1 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE AZÚCAR | 52 |
| 4.3.2. PREPARACIÓN DE CAÑA | 53 |
| 4.3.3 SISTEMA DE LIMPIEZA DE CAÑA HÚMEDO | 54 |
| 4.3.4 SISTEMA DE LIMPIEZA DE CAÑA EN SECO | 65 |
| 4.4 ESTUDIO FINANCIERO | 76 |
| 4.4.1 PROYECCIÓN DE INGRESOS DE AZUNOSA..... | 76 |
| 4.4.2 INVERSIÓN INICIAL | 78 |
| 4.4.3 COSTO DE CAPITAL | 84 |
| 4.4.4 CONSUMIBLES OPERACIONALES | 84 |
| 4.4.5 ANÁLISIS FINANCIERO E INDICADORES..... | 90 |
| 4.4.6 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS | 98 |
| CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 100 |
| 5.1 CONCLUSIONES | 100 |
| 5.2 RECOMENDACIONES..... | 101 |
| CAPÍTULO VI APLICABILIDAD..... | 103 |
| 6.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA..... | 103 |
| 6.2 INTRODUCCIÓN | 103 |
| 6.3 OBJETIVOS DE LA IMPLEMENTACIÓN..... | 103 |
| 6.4 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN | 104 |

| | |
|------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.5 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN..... | 109 |
| REFERENCIAS..... | 112 |
| ANEXOS..... | 116 |
| ANEXO 1: COTIZACIÓN DE EQUIPO | 116 |
| ANEXO 2: COTIZACIÓN DE ASESORÍA | 117 |
| ANEXO 3: CARTE DE AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN | 118 |
| ANEXO 4: CARTA DE COMPROMISO PARA ASESORÍA TEMÁTICA..... | 119 |
| ANEXO 5: ENTREVISTA..... | 120 |
| ANEXO 6: DATOS DE ZAFRA 2015-2016 | 121 |
| ANEXO 5: DATOS DE ZAFRA 2016-2017 | 126 |
| ANEXO 6: DATOS DE ZAFRA 2017-2018 | 131 |
| ANEXO 7: DATOS DE ZAFRA 2018-2019 | 136 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1: Comparación de ganancia entre limpieza húmeda y seca | 5 |
| Tabla 2: Máster de estadísticas APAH | 16 |
| Tabla 3: Matriz metodológica..... | 29 |
| Tabla 4: Operacionalización de las variables..... | 30 |
| Tabla 5: Unidad de repuesta | 40 |
| Tabla 6: Cantidad de agua de lavado y caña lavada | 58 |
| Tabla 7: Cantidad de azúcar y rendimiento perdido en lavado de caña con agua | 63 |
| Tabla 8: Datos históricos de producción de AZUNOSA..... | 64 |
| Tabla 9: Rendimiento según propuesta sistema de limpieza en seco. | 68 |
| Tabla 10: Estimación de azúcar por método medias móviles..... | 69 |
| Tabla 11: Estimación de azúcar por método de promedio de incrementos | 70 |
| Tabla 12: Estimación de azúcar por método de regresión lineal | 71 |
| Tabla 13: Estimación de azúcar por método de regresión polinómica | 72 |
| Tabla 14: Rendimientos proyectados..... | 75 |
| Tabla 15: Comparación de indicadores..... | 75 |
| Tabla 16: Proyección de azúcar | 76 |
| Tabla 17: Precios de venta de azúcar por quintal. | 77 |
| Tabla 18: Ingresos por sistemas de limpieza | 77 |
| Tabla 19: Costos de compra de equipos de limpieza en seco..... | 78 |
| Tabla 20: Descripción de costo de tromel..... | 79 |
| Tabla 21: Costo de fabricación de tolva | 80 |
| Tabla 22: Costo de modificación de maquinaria | 82 |
| Tabla 23: Costo de obras civiles | 82 |
| Tabla 24: Costo de asesoría y capacitación | 83 |
| Tabla 25: Detalle de inversión total | 83 |
| Tabla 26: Costo de consumo de energía en sistema de limpieza húmedo. | 85 |
| Tabla 27: Horas de molienda. | 86 |
| Tabla 28: Costos proyectados de mantenimiento en sistema actual | 87 |
| Tabla 29: Costos proyectados de mantenimiento en sistema en seco..... | 88 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 30: Costos de distribución y almacenamiento con sistema de limpieza de caña húmedo.. | 89 |
| Tabla 31: Costos de distribución y almacenamiento con sistema de limpieza de caña en seco. .. | 89 |
| Tabla 32: Cálculo de depreciación de equipo de sistema de limpieza en seco..... | 90 |
| Tabla 33: Flujo operativo proyectado del sistema húmedo. | 91 |
| Tabla 34: Flujo operativo proyectado del sistema en seco. | 92 |
| Tabla 35: Flujo operativo incremental..... | 93 |
| Tabla 36: Técnicas de presupuesto de capital..... | 93 |
| Tabla 37: Tiempo de recuperación. | 94 |
| Tabla 38: Incrementos requeridos para punto de equilibrio | 94 |
| Tabla 39: Punto de equilibrio sistema de limpieza de caña en seco. | 95 |
| Tabla 40: Escenarios con financiamientos..... | 96 |
| Tabla 41: Análisis de sensibilidad en incremento de producción..... | 97 |
| Tabla 42: Análisis de sensibilidad en cambio de precio. | 98 |
| Tabla 43: Comprobación de hipótesis..... | 98 |
| Tabla 44: Verificación de concordancia. | 104 |
| Tabla 45: Cronograma de actividades..... | 110 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Origen de azúcar (Toneladas procesadas a nivel mundial) | 10 |
| Figura 2: Producción de azúcar clasificada por cultivo | 11 |
| Figura 3: Producción de caña de azúcar en América Latina..... | 11 |
| Figura 4: Variación por caña limpia vrs. impurezas | 12 |
| Figura 5: Producción de caña de azúcar en CA y México | 13 |
| Figura 6: Distribución de consumo de azúcar en Honduras | 15 |
| Figura 7: Rendimiento industrial en Honduras..... | 17 |
| Figura 8: Identificación de las variables | 30 |
| Figura 9: Diseño metodológico..... | 38 |
| Figura 10: Escriba de varias bandejas..... | 46 |
| Figura 11: Criba con chapa perforada..... | 47 |
| Figura 12: Trómel | 48 |
| Figura 13: Sistema de limpieza de caña con ventilación..... | 50 |
| Figura 14: Diseño metodológico..... | 51 |
| Figura 15: Flujo de fabricación de azúcar..... | 52 |
| Figura 16: Proceso de preparación de caña..... | 53 |
| Figura 17: Limpieza de caña con agua en AZUNOSA..... | 54 |
| Figura 18: Canales de desagüe del proceso de lavado de caña..... | 55 |
| Figura 19: Toneladas métricas cosechadas en los últimos 4 años | 56 |
| Figura 20: Cantidad de m ³ de agua utilizada en el lavado por zafra..... | 57 |
| Figura 21: Toneladas métricas de caña lavada por zafra | 59 |
| Figura 22: Porcentaje (%) de sacarosa promedio en el agua de lavado de caña por zafra | 60 |
| Figura 23: Cantidad de m ³ de agua utilizada por mes en la zafra 19..... | 61 |
| Figura 24: Toneladas métricas de caña lavada por mes en la zafra 19 | 62 |
| Figura 25: Gráfico de porcentaje de sacarosa por día de zafra 2019 | 62 |
| Figura 26: Vista superior de flujograma del sistema de limpieza en seco..... | 66 |
| Figura 27: Vista frontal de flujograma del sistema de limpieza en seco | 67 |
| Figura 28: Producción de azúcar en ambos sistemas..... | 69 |
| Figura 29: Estimación de producción de azúcar método de medias móviles | 70 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 30: Estimación de producción de azúcar por método de promedio de incrementos | 71 |
| Figura 31: Estimación de producción de azúcar por regresión lineal | 72 |
| Figura 32: Estimación de producción de azúcar regresión polinómica | 73 |
| Figura 33: Rendimiento actuales ambos sistemas de limpieza | 74 |
| Figura 34: Colador rotativo para paja (Tromels) | 79 |
| Figura 35: Tolva para materia extraña mineral..... | 80 |
| Figura 36: Mesa cañera actual de AZUNOSA | 81 |
| Figura 37: Proyección de consumo energético de limpieza húmeda | 85 |
| Figura 38: Comparativo de consumo energético entre ambos sistemas | 86 |
| Figura 39: Comparación de TIR vrs participación del banco | 96 |

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo se expone la sección preliminar del estudio, en donde se presenta una perspectiva de los orígenes de la problemática escogida, lo que ha motivado el interés en la realización de dicho estudio, así como la formulación de preguntas y objetivos de la investigación para su respectivo análisis. A su vez, una delimitación de los alcances y capacidad para la realización del mismo, tomando en consideración los recursos con que se dispone para la investigación al igual que la disponibilidad de generación de información por parte de la empresa en donde se está realizando tal estudio.

1.1 INTRODUCCIÓN

El azúcar es uno de los alimentos más antiguos e importantes para la sustentación de la vida humana, por lo que se ha convertido en un producto indispensable a nivel mundial. Honduras es uno de los países que se caracteriza por la producción, consumo y exportación de la misma; cuentan con diversos ingenios que le permite abastecer tanto el mercado local, así como la realización de exportaciones, generando productos de media calidad para consumos internos y menos exigentes, hasta productos de muy alta calidad para los más exigentes mercados, buscando siempre el desarrollo de la agroindustria para mejorar la economía del país. (ProHonduras, 2019)

Un punto importante en el proceso de producción de azúcar, se encuentra en la sección de limpieza de caña, en donde una de las características que comparten con la mayoría de los ingenios en Honduras es su sistema de limpieza, el cual es realizado por medio de lavado con agua. Este sistema siendo uno de los más antiguos, tiende a provocar una pérdida de sacarosa, provocado por el arrastre del agua mientras es lavada la caña, que posterior se transforma en una pérdida en el producto final “azúcar”. Para contrarrestar dicha pérdida, se planteó un proyecto que permita a AZUNOSA sustituir el sistema de lavado actual “con agua”, por un sistema de lavado en seco, obteniendo de esta forma una recuperación de azúcar por la pérdida que se genera en el lavado con agua.

El propósito de este informe es comprobar la factibilidad de la ejecución del proyecto de reemplazo del sistema actual a uno por lavado en seco en AZUNOSA, generando una alternativa más amigable, con ventajas técnicas y económicas para la misma; realizando un análisis detallado de la situación actual de la empresa, su entorno y el planteamiento del problema, que permita discernir las variables y la metodología a utilizar para la correcta evaluación e implementación del mismo; así como la descripción total de la propuesta y su análisis financiero que permita concluir si es factible la implementación del mismo presentando indicadores que reflejen claramente si existen beneficios contundentes para la compañía.

1.2 ANTECEDENTES

El origen del azúcar se deriva del procesamiento de la caña de azúcar, del cual no se cuenta con fechas exactas; sin embargo se denomina que se originó en Nueva Guinea y el Pacífico Sur, donde se usaba principalmente para masticar. A medida que fue pasando el tiempo dichos cultivos y su utilización se fueron esparciendo por Egipto, China, India, y fue precisamente en esta última región hace aproximadamente 2,000 años en donde se produjo en una forma cruda de azúcar como tal, y a partir de ahí su introducción en Persia (Irán), Egipto, países en las fronteras del mar Mediterráneo, y en el norte de África y Europa por medio de las conquistas musulmanas. Con el descubrimiento de América por los españoles, fue propagada la caña de azúcar en lo que es América del Sur y las Islas del Caribe (Mwasinga, 2019).

La agroindustria azucarera en Honduras nace en 1938 con un pequeño ingenio en el área de Cantarranas, que abastecía a empleados y pobladores del Mineral de San Juancito y parte de Tegucigalpa. A partir de esa fecha se instalaron ocho beneficios de los cuales actualmente están operativos siete por diversas situaciones a lo largo de la historia. Para el año de 1974 inicia operaciones la empresa Azucarera del Norte S. A. (AZUNOSA) en el Progreso Yoro. La agroindustria azucarera desde su inicio, uno de sus enfoques más grandes es la búsqueda de altos rendimientos industriales mediante la extracción y recuperación de sacarosa de forma eficiente (APAH, 2019).

Los rendimientos se han caracterizado a que su aumento, se debe a la implementación de diversas operaciones para sacar provecho a la materia prima, desde filtros rotativos para lodos con

el fin de obtener sacarosa del lodo de los jugos de proceso, hasta la implementación de series de cinco masas de molinos para extraer la mayor cantidad de sacarosa del bagazo, entre otras operaciones. La forma de tener un control del rendimiento es mediante la reducción de las pérdidas de sacarosa, las cuales son conocidas como pérdida en bagazo, pérdida en cachaza, pérdida en melaza y pérdida en indeterminadas, estas últimas resultan de cálculos y comprenden pérdidas de sacarosa que toman mucho tiempo medir o simplemente no se conoce su origen y abarcan desde pérdidas microbiológicas, por reacciones químicas, fugas, limpieza de caña con agua, etc.

Pese al enfoque de la recuperación de sacarosa para posteriormente obtener azúcar como producto terminado, se ve la necesidad de realizar un subproceso de lavado de caña en el proceso de extracción, esto debido a que la caña de azúcar contiene impurezas, las cuales son conocidas como materia extraña y esta se conforma de dos tipos: la materia extraña que proviene de piedras y tierra, que se le conoce como mineral, y la que proviene de la misma caña (conocida como vegetal) y que son hojas, maleza, cogollos, etc. Todas estas impurezas se dan de forma natural durante el proceso agrícola. En la Azucarera del Norte S.A. (AZUNOSA) la materia extraña resulta ser un 3% aproximado del total del peso de la caña cosechada, siendo en su mayoría materia prima vegetal (AZUNOSA, 2019).

Durante el proceso de zafra de AZUNOSA se realiza la limpieza de caña con agua tomada del Rio Humuya, esto se realiza con el fin de limpiar la caña para remover materia extraña, esta actividad se realiza durante los primeros meses de zafra y posteriormente se retoma en el último mes, ya que la cantidad de impurezas y suciedad depende del clima y aumentan en épocas lluviosas. El agua, ayuda a remover la materia extraña mineral pero no ayuda con la materia extraña vegetal, además el uso de agua hace que se arrastre sacarosa de la caña ocasionando pérdidas en el ingenio; se estima que de 2,900 horas de molienda se utiliza agua entre el 30% al 40% de este tiempo (AZUNOSA, 2019).

El agua utilizada en el lavado de la caña produce pérdidas de sacarosa aumentando el porcentaje de pérdidas indeterminadas, su uso se ha convertido en indispensable para el proceso, debido a que si no es removida la materia extraña mineral se obtendrán problemas en el proceso de fabricación de azúcar; estos problemas van desde desgaste de molinos hasta posibles fallas en la caldera debido a lodo en el bagazo de alimentación, ocasionando paros de maquinaria en el

proceso, así como un aumento de las pérdidas por cachaza. Por otro lado, el lavado de la caña no elimina la materia extraña vegetal ocasionando aumento en las pérdidas por bagazo y problemas en la calidad de los jugos de procesos.

Una alternativa que ha surgido para la eliminación del agua en la limpieza de la caña es la limpieza en seco, este subproceso ayuda a eliminar todo tipo de materia extraña, y evita que existan pérdidas de sacarosa previa a la etapa de molienda. Existen muchos estudios y textos sobre las pérdidas de sacarosa en el proceso de lavado; unos de los más antiguas referencias es la de Baikow en *Manufactura y Refinado de Azúcar Cruda de Caña* en donde estima pérdidas de 1.6 kg/Ton, por la utilización de dichos sistema de lavado con agua, lo que demuestra las pérdidas a las que están expuestos los productores (Baikow, 1982).

Dentro de los estudios más conocidos y referenciados es el de los autores del *Manual de Caña de Azúcar* Chung Chou y James Chen, que mencionan dos referencias en las pérdidas de azúcar por dicho lavado con agua; una es de 1.5 kg/Ton y la otra es de 1.8 a 2.4 kg/Ton, siendo esto el resultado de las diferencias de las distintas pérdidas en cada elemento del balance de pérdidas de sacarosa, y que demuestra que dependiendo de las condiciones de cultivo y el tipo de caña los valores varían, expresando así que para cada productor puede ser diferentes valores de acuerdo a las variables mencionadas anteriormente (Chou, 1993).

En un estudio más reciente, Peter Rein en *Ingeniería de la Caña de Azúcar* menciona pérdidas de 14 a 18 kg/Ton; siendo valores totalmente diferentes y elevados con respecto a los dos estudios anteriores, demostrando nuevamente que las pérdidas varían y dependen de las operación agrícolas y de la región, esto se debe a que el efecto climático como el clima más propenso a lluvias, genera mayor materia extraña mineral (tierra) por lo cual requiere mayor lavado, así mismo la cantidad de agua empleada influye y también el tipo de cultivo o de caña que se tiene, ya que a mayor cantidad de agua en la caña mayor es la pérdida (Rein, 2012).

Debido a lo anterior, muchos ingenios azucareros han optado por la búsqueda de diferentes sistemas de limpieza en seco para eliminar el agua de lavado de caña, de esta forma procurar el aumento de sus rendimientos de recuperación de azúcar y disminuyendo considerablemente el consumo de agua en el proceso, lo que impacta positivamente de manera considerable en los costos

de producción y por supuesto en los rendimientos económicos de los ingenios que lo han implementado.

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La definición del problema es considerada la base preliminar para cualquier estudio, y el saber plantearlo uno de los retos iniciales, tal cual lo menciona (Hernández, 2010): “Plantear el problema no es sino afinar y estructurar más formalmente la idea de investigación”. Es por ello que a continuación, se muestra el desarrollo llevado a cabo para el análisis de la idea planteada, donde se logra la definición del problema a través de fuentes y estudios fidedignos sobre la temática estudiada, así como las preguntas de investigación que permiten identificar las variables del mismo.

1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

En el ingenio Azucarera del Norte S. A. (AZUNOSA) el empleo de agua para el lavado de caña, se realiza con el fin de poder obtener una materia prima limpia para el seguimiento del proceso de extracción en los molinos, esto debido a las grandes exigencias que tiene AZUNOSA por parte de su cliente para la obtención de azúcar de alta calidad; sin embargo, esto ocasiona que la sacarosa que contiene la caña sea arrastrada hacia los drenajes de descarga de agua, produciendo una pérdida de sacarosa por tonelada métrica de caña bajando los rendimientos de producción del ingenio.

Tabla 1: Comparación de ganancia entre limpieza húmeda y seca

| <i>Azúcar Manufacturada (%)</i> | | | | | | |
|-----------------------------------------|----------------------|------------------------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------|----------------------|
| <i>Tipo de Limpieza</i> | <i>Caña en Campo</i> | <i>Pérdidas por Limpieza y conductor</i> | <i>Pérdidas en Bagazo</i> | <i>Casa de Cocimiento</i> | | <i>Manufacturado</i> |
| | | | | <i>Pérdidas en Cachaza</i> | <i>A Melaza</i> | |
| <i>Húmeda</i> | 128.30 | 13.15 | 6.72 | 0.42 | 8.01 | 100.00 |
| <i>Seca</i> | 128.30 | 7.31 | 6.35 | 0.92 | 8.42 | 105.30 |
| <i>Aprovechamiento de Limpieza Seca</i> | | 5.84 | 0.37 | - 0.50 | - 0.41 | 5.30 |

Fuente (ISSCT, 1980)

En la Tabla 1, se muestra el estudio realizado por la Sociedad Internacional de Tecnólogos de la Caña de Azúcar (ISSCT) en 1980, en donde se evidencia la evaluación entre los métodos de lavado en seco versus al lavado por agua. La evaluación hecha indica que ingresando la misma cantidad de caña con ambos métodos de limpieza, las pérdidas de sacarosa (azúcar) en los diferentes elementos del balance, genera un excedente total de un 5.3% de Azúcar para el caso del sistema de limpieza en seco, siendo la parte más impactante del balance las pérdidas por limpieza y conductor que llegan al 5.84%.

1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Tomando de referencia el estudio de comparación mostrado anteriormente y el indicativo de una mejora que produciría un ahorro en la compañía, se define la siguiente pregunta como formulación del presente estudio: ¿Cuál es la rentabilidad en la sustitución del sistema de limpieza de caña húmedo por un sistema de limpieza en seco, en la empresa AZUNOSA?

1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Teniendo en consideración la formulación del problema, se procede a generar las preguntas claves para la captación de la información requerida en esta investigación:

- 1) ¿Cuál es la pérdida de azúcar obtenida con el sistema de limpieza actual?
- 2) ¿Cuál son los costos relevantes y el flujo operativo proyectado con el sistema de limpieza actual?
- 3) ¿Cuál es la recuperación de azúcar proyectada con el sistema de limpieza propuesto?
- 4) ¿Cuál es la inversión inicial, los flujos operativos y la rentabilidad con el sistema de limpieza propuesto?

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Los objetivos son las guías del estudio, que señalan lo que se pretende obtener de la investigación de forma clara y concreta. (Hernández, 2010).

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Basándose en la formulación del problema descrito y sus preguntas de investigación en congruencia, a continuación, se presenta el objetivo general de dicho estudio: “Determinar la rentabilidad en la sustitución del sistema de limpieza de caña húmedo por un sistema de limpieza en seco, en la empresa AZUNOSA?”

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Enseguida, se hace un planteamiento de los objetivos específicos, siendo estos relacionados de manera directa con las preguntas de investigación:

- 1) Identificar la pérdida de azúcar obtenida con el sistema de limpieza actual.
- 2) Determinar los costos relevantes y el flujo operativo proyectado con el sistema de limpieza actual.
- 3) Identificar la recuperación de azúcar proyectada con el sistema de limpieza propuesto.
- 4) Determinar la inversión inicial, los flujos operativos y la rentabilidad obtenida con el sistema de limpieza propuesto.

1.5 JUSTIFICACIÓN

Para toda empresa comercial su finalidad es la obtención de ganancias, es decir obtener rentabilidad; mismo es el caso para AZUNOSA, y tomando en consideración que el rendimiento de azúcar para AZUNOSA es menor en comparación con otros ingenios por el tipo de producto de alta calidad exigida por su cliente, esto conlleva a analizar la pérdida de azúcar por el proceso de lavado con agua actual de una manera más detenida, y evaluar la oportunidad de poder recuperar dicha pérdida por medio de un sistema de limpieza de caña en seco, el cual podría representar grandes ahorros, tomando en consideración que su cliente actual está en constante producción y puede representar facturación adicional.

Otro punto por considerar es la mitigación de riesgo por temas de posibles regulaciones ambientales futuras. Hoy en día, las leyes ambientales y la comunidad internacional están abogando porque el país tome medidas para la disminución de impacto ambiental que pueda

generar problemas a la sociedad; dentro de ellos, el consumo excesivo de agua por la realización del lavado de caña que actualmente se realiza y la contaminación de los afluentes por la sacarosa diluida de la caña que se presenta en la actualidad; así mismo la emisión de Dióxido de Carbono (CO₂) en la atmósfera generada por la quemas de los campos de caña, para poder realizar su corte (con un sistema de lavado en seco la separación de materia vegetal es realizado por dicho sistema, mientras que el sistema actual convencional de lavado por agua es necesario someter la quema para reducir la cantidad de materia vegetal en la caña).

Tomando en consideración, que el departamento de Aseguramiento de Calidad de AZUNOSA cuenta con análisis realizados a los efluentes de salida del ingenio, entre ellos el análisis de sacarosa, el historial de la cantidad de agua utilizada para el lavado de caña, además de la data histórica para conocer las tendencias de producción y rendimientos, también se dispone del recurso humano para la asesoría y apoyo en el tema con años de experiencia en la industria azucarera, así mismo se cuenta con el apoyo de información de soporte del resto de ingenios azucareros del país.

Por consecuencia, la realización de este estudio conllevaría a AZUNOSA la obtención de un beneficio en la parte técnica, así como en la parte económica y ambiental, proporcionando mejoras en el proceso de limpieza generando un mayor grado de competitividad y proyección ambiental con sus competencias, mejorando el rendimiento de azúcar por tonelada de caña métrica que por ende impacta positivamente en la parte económica al generar más azúcar a partir de la misma cantidad de caña procesada.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo, se define la situación actual y entorno en el cual se desenvuelve la temática definida anteriormente; analizando desde un panorama macro, micro e interno del planteamiento del problema, con información que aporte una mejor comprensión del estudio tanto desde la parte de tendencias de producción y tecnologías, así como el aseguramiento de producción del azúcar de tal forma que permita analizar las diferentes perspectivas que existen y en la cual se cuenta en AZUNOSA. Así mismo se expone las teorías y metodologías a utilizar para la sustentación el presente estudio.

2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Teniendo como objetivo el mostrar un panorama más concreto sobre la situación actual de la problemática definida, se describe un resumen del macroentorno de la industria azucarera, tomando de referencia inicial la participación de la caña de azúcar como origen de la azúcar y sus métodos de limpieza de caña implementados a nivel mundial; como parte del análisis del microentorno se evalúa los sistemas utilizados en Centro América y los que actualmente se utilizan en el país por otras empresas para la limpieza de caña; culminando con el análisis interno de la empresa AZUNOSA sobre sus características y sistema de limpieza actual para tener una mejor comprensión del proceso, participación y funciones.

2.1.1 ANÁLISIS DEL MACROENTORNO

La producción de azúcar a nivel mundial se obtiene a partir de dos productos específicos: uno es por parte de la remolacha y otro por medio de la caña de azúcar. Tomando en consideración que el estudio está enfocado en AZUNOSA, se da mayor énfasis en el análisis de las producciones realizadas a partir de la caña de azúcar, sin embargo es importante conocer si las tendencias a nivel mundial están a favor del origen de este producto para poder garantizar si la realización de este estudio vale la pena implementar ó conlleva un riesgo por parte de un cambio en la tendencia de fabricación de azúcar.

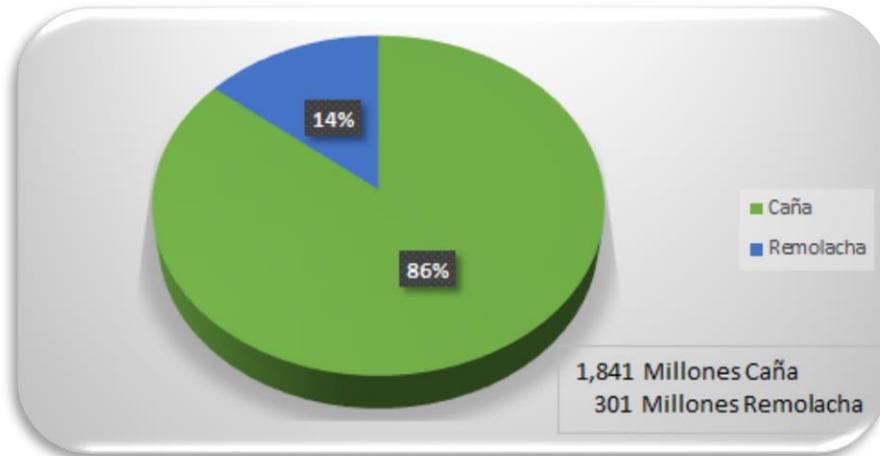


Figura 1: Origen de azúcar (Toneladas procesadas a nivel mundial).

Fuente: (FAOSTAT, 2019)

En la figura 1, se puede observar que la participación de la caña de azúcar para la producción de azúcar a nivel mundial para el 2017 fue de un 86%, superando en gran medida a la azúcar que viene de origen de la remolacha. Esto confirma que la tendencia se mantiene y da seguridad sobre las inversiones que se pueden realizar para el mejoramiento de los procesos productivos en la parte de caña de azúcar. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAOSTAT), para el año 2017 la producción mundial de caña de azúcar se estimó en un poco más de 1,841 millones de toneladas procesadas de caña de azúcar. Siendo Brasil considerado como el mayor productor. Esto nos permite visualizar el alcance de producción a nivel mundial que conlleva la azúcar, y como ayuda a la economía de diversos países. Por ende, los sistemas de limpieza de caña se han convertido en opciones para la disminución de la pérdida de azúcar (FAOSTAT, 2019).

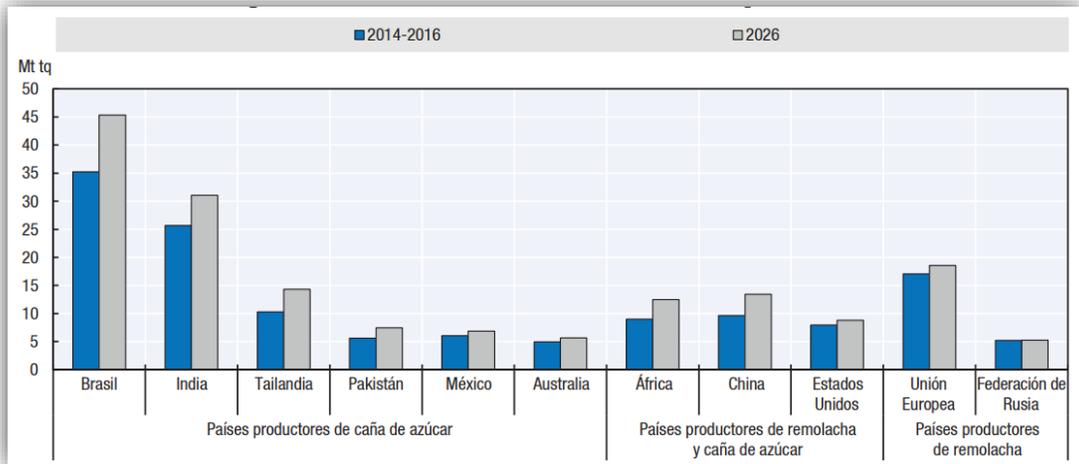


Figura 2: Producción de azúcar clasificada por cultivo

Fuente: (OCDE/FAO, 2017)

En la figura 2 se evidencia el estudio realizado por la OCDE y la FAO, sobre los países que son mayores productores de azúcar tanto en caña de azúcar como los de remolacha. Por parte de los productores de azúcar se muestra que Brasil es uno de los que lideran la producción en 2016 y también se espera que para el 2026 tenga el mayor incremento de producción.

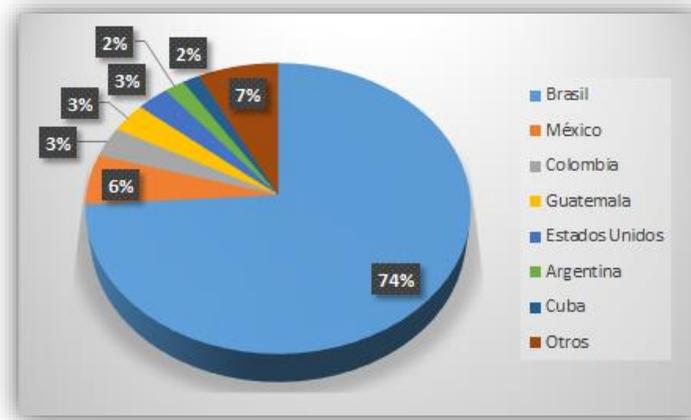


Figura 3: Producción de caña de azúcar en América Latina

Fuente: (FAOSTAT, 2019)

En la figura 3, se corrobora que para Latino América el productor principal de caña de azúcar es Brasil con una participación del 74%. A esto se le suma los países de Argentina, México, Cuba, Colombia y Guatemala como los más fuertes en esta zona para dicha producción de caña. Esto permite visualizar el desarrollo de las regiones con respecto a dichas producciones, a su vez evaluar las referencias de los países que más participación tienen debido a que son los que más desarrollados tienen los proceso para el proceso y producción de azúcar; tomando en cuenta que en su mayoría son países con un nivel de desarrollo superior.

En países como Brasil, se está trabajando en plan de futuro sostenible para lo que es el sector azucarero, en donde su principal base es el sistema de limpieza de caña en seco; esto debido a que no solo se enfocan en la recuperación de azúcar, sino también en el aprovechamiento de la materia extraña vegetal como combustible. Estudios realizados en Brasil en el Ingenio Manuelita, concluyen que, con la implementación de limpieza de caña en seco, se obtiene un aumento del 3% en la recuperación de azúcar, así como otros beneficios adicionales como reducción de costos de mantenimiento por la reducción de materia extraña mineral que puede rondar entre 1-3 millones de U.S (Vélez, 2014).

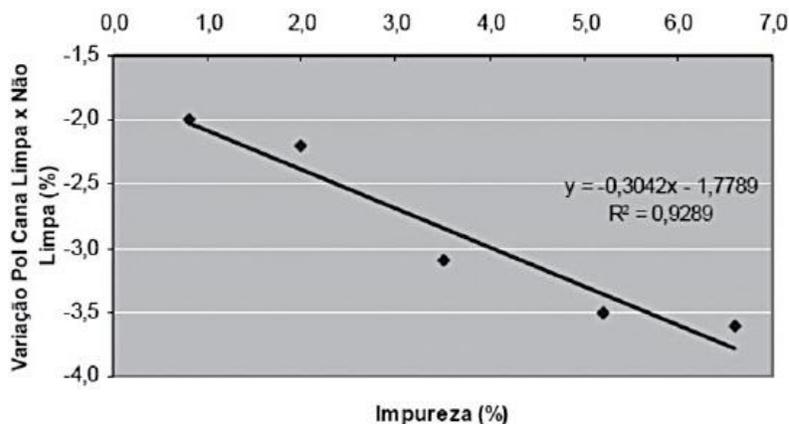


Figura 4: Variación pol caña limpia vrs. impurezas

Fuente: (Vélez, 2014)

En la figura 4, se puede observar la relación que existe entre la variación de pol (porcentaje de sacarosa en el agua) versus el porcentaje de impureza que se presenta en la caña de azúcar.

Dicha relación se identifica una pendiente negativa en relación a que existiendo un porcentaje mayor de impureza en la caña, menos es el Pol obtenido. Este análisis permitió evaluar de mejor forma la implementación de sistemas de limpieza en seco en Brasil, debido a que conlleva un mejor rendimiento no solo por evitar la pérdida de sacarosa en el lavado de caña, sino también en mejorar la pureza de la azúcar y mejorar el rendimiento por la eliminación de impureza.

El rendimiento promedio de la caña de azúcar en el mundo es alrededor de 60 toneladas por hectárea; sin embargo, en algunos países como Colombia, Argentina, Australia, Filipinas y Brasil logran alcanzar rendimientos mayores en promedio de 80 toneladas por hectárea. (Yara Colombia, 2019). Esto depende del área, el tipo de cultivo, caña y sistema de procesamiento que tengan en cada ingenio de cada país, sin embargo da un panorama de que países están mejores posicionados no solo en cantidad producida si no en eficiencia de proceso medido por el rendimiento de azúcar con respecto a la caña procesada.

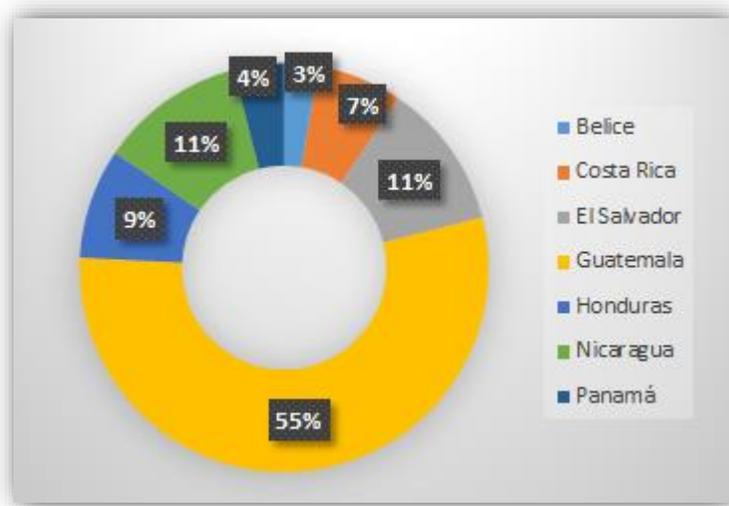


Figura 5: Producción de caña de azúcar en CA y México

Fuente: (FAOSTAT, 2019)

En la figura 5, se muestra que en el caso de Centroamérica, los productores de caña de azúcar más fuertes son Guatemala con un 55% representando 33.7 millones de toneladas de caña procesada, seguida de El Salvador y Nicaragua con un 11% representando 7.1 millones cada uno,

y posterior Honduras con una participación del 9% con 5.3 millones; de esta forma Honduras queda como el 4to productor más grande solo de Centroamérica (FAOSTAT, 2019).

Uno de los países más especializados en producción de azúcar en Centroamérica es Guatemala, el cual se convirtió en el primer país en utilizar sistema de lavado de caña en seco. Para el Ingenio Magdalena S. A. la implementación de dicho sistema generó una recuperación aproximadamente de 5 libras de azúcar por tonelada de caña. (Marquez, 2015). Otro país como Costa Rica, también está en la implementación de limpieza en seco de la caña, lo que ha permitido ahorros significativos como lo demuestra Azucarera El Viejo S.A., que con dicha implementación ha generado el ahorro aproximado de 54,000 dólares para la empresa por el ahorro de utilización de galones de agua (Aguero, 2012).

2.1.2 ANÁLISIS DEL MICROENTORNO

Como escenario para el análisis del microentorno, se tomó de base la industria azucarera hondureña, debido a que está posicionada como el cuarto productor de azúcar a nivel centroamericano y cuenta con seis ingenios que producen un aproximado de 10.4 millones de sacos de azúcar. Honduras cuenta con clima tropical propicio para el cultivo de caña de azúcar, lo que ha permitido su sostenibilidad, adicionando que se ha aprovechado sus productos al máximo por la generación de productos periféricos como ser bagazo para generar energía renovable, melaza, cachaza como abono y etanol como combustible (APAH, 2019).

La industria azucarera hondureña, también ha dado su aporte en la economía no solo por su producción, si no por convertirse en uno de los que generan más empleo en la población económicamente activa que habita en las áreas de influencia donde están establecidos los ingenios, lo que beneficia a más de 200 mil familias directa e indirectamente, cediendo por concepto de planillas más de mil millones de lempiras, generando movilidad local y desarrollo que permite a las familias hondureñas tener sostenibilidad económica. Esto representa un aproximado de un 44% de oferta laboral en esas regiones. (ANDI, 2019)

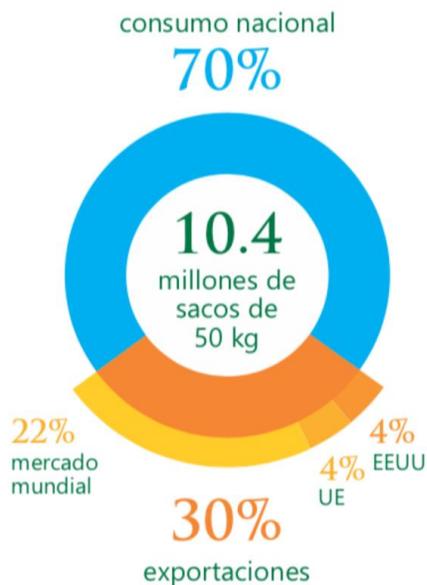


Figura 6: Distribución de consumo de azúcar en Honduras

Fuente: (APAH, 2019)

La figura 6 indica la zafra del año 2016 – 2017 que finalizó con una producción de 10.4 millones de sacos de 50 kg de azúcar (520,000 Ton). El 70% del azúcar se distribuye en Honduras y el 30% es exportado al mercado mundial, siendo distribuido éste último entre mercado estadounidense, de la Unión Europea pero siendo un mayor porcentaje al mercado mundial general. En el año 2016, la agroindustria azucarera representó aproximadamente el 13% del PIB agrícola y el 1.5% del PIB total de Honduras, esto sin considerar todo el proceso de encadenamiento productivo. Honduras ocupa el cuarto lugar en producción total de caña de azúcar en Centroamérica (APAH, 2019).

Tabla 2: Máster de estadísticas APAH

| Año | Campo | | Fábrica | | | Comercialización | | | |
|------|-------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------------|
| | Mz Caña Cosechada | caña Molida (Tonc) | Rend. agrícola (Tonc/Mz) | Producción de Azúcar qq | Rend. Industrial lb/Tonc | Ventas Mercado Nacional qq | Exportación Cuota USA qq | Exportación Cuota UE | Excedente qq Exp. Mundial |
| 2009 | 64,231 | 4,146,607 | 64.56 | 8,714,868 | 182.85 | 5,926,110 | 419,098 | | 2,369,659 |
| 2010 | 63,443 | 4,521,606 | 71.27 | 8,904,372 | 196.93 | 6,054,973 | 514,184 | | 2,335,216 |
| 2011 | 64,270 | 4,206,677 | 65.45 | 8,955,567 | 212.89 | 6,221,589 | 536,384 | | 2,197,593 |
| 2012 | 68,205 | 4,842,452 | 71.00 | 10,391,000 | 214.58 | 6,346,021 | 557,526 | | 3,487,452 |
| 2013 | 75,554 | 5,562,018 | 73.62 | 11,080,941 | 213.00 | 6,726,782 | 437,683 | 289,026 | 3,627,449 |
| 2014 | 77,122 | 5,628,464 | 72.85 | 11,388,133 | 209.37 | 7,430,000 | 456,400 | 440,924 | 3,060,809 |
| 2015 | 76,049 | 5,380,523 | 71.08 | 11,354,112 | 217.67 | 7,477,036 | 498,002 | 461,063 | 2,918,012 |
| 2016 | 77,385 | 5,356,052 | 69.17 | 10,778,953 | 208.68 | 7,525,839 | 443,790 | 446,436 | 2,362,889 |
| 2017 | 76,980 | 5,545,822 | 71.99 | 11,469,861 | 214.22 | 7,840,740 | 443,790 | 453,490 | 2,731,840 |
| 2018 | 77,092 | 5,558,908 | 71.74 | 11,599,679 | 215.10 | 7,867,073 | 443,790 | 457,944 | 2,830,873 |
| 2019 | 78,710 | 5,621,705 | 71.24 | 11,980,000 | 219.97 | 8,024,414 | 477,940 | 463,698 | 3,013,948 |

Fuente: (APAH, 2019)

En la tabla 2, se puede apreciar cómo ha sido el comportamiento del cultivo, producción y comercialización del azúcar en Honduras por diez años. Se observa que la cantidad de manzanas cosechadas del 2009 al 2019 ha aumentado por casi 15,000 manzanas, sin embargo el rendimiento se ha mantenido en un promedio dado de 70 toneladas por manzana. Para la sección de fabricación se determina un crecimiento en la producción de azúcar que viene de la mano en la mejora del rendimiento de las libras de azúcar por tonelada cosecha pasando de 182.85 a 219.97 lb/tonc representando un 20% de mejora. La comercialización muestra la distribución de la producción, dando referencia a lo indicado y explicado en la figura 6 (APAH, 2019).

Los rendimientos industriales muestran el aprovechamiento de la materia prima en cuanto a su conversión en azúcar, los seis ingenios azucareros del país cuentan con tecnologías y procesos similares para la fabricación de azúcar, todos buscan nuevas formas de hacer más eficientes sus procesos y aumentar los rendimientos. En cuanto a limpieza de caña en la agroindustria azucarera del país, se realiza de dos formas, mediante sistema de tradicional de lavado de caña utilizando agua en las mesas de caña; realizado por Azucarera Choluteca S.A. (ACHSA), Compañía Azucarera Hondureña S.A. (CAHSA), Compañía Azucarera Tres Valles S.A. (CATV), Compañía Azucarera SER Chumbagua y Azucarera del Norte S.A. (AZUNOSA); y limpieza de caña en seco

mediante cribas vibratoras (separación por densidad); realizada por Azucarera La Grecia (AZUNOSA, 2019).

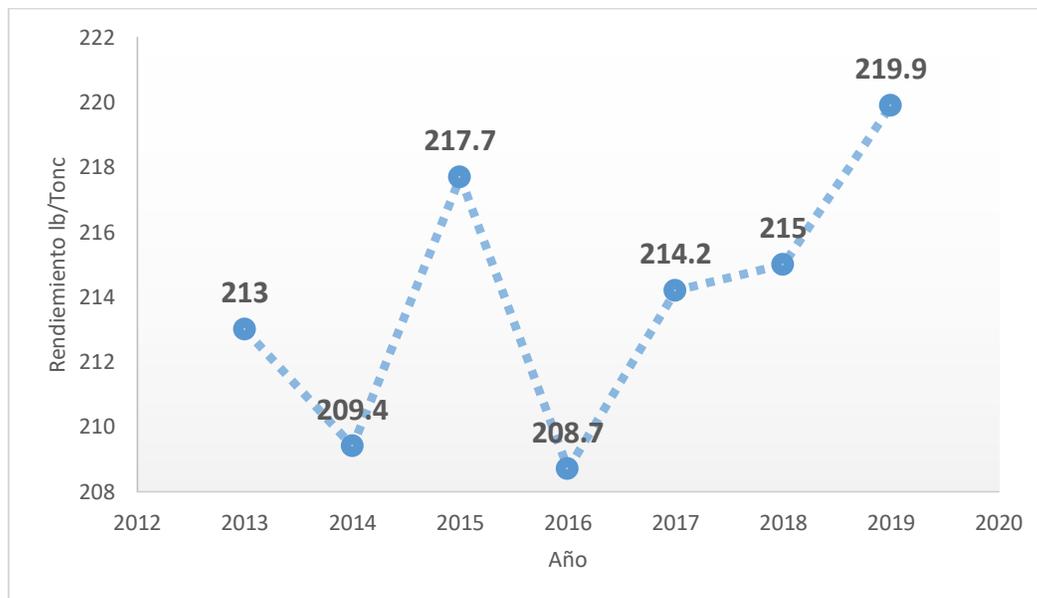


Figura 7: Rendimiento industrial en Honduras

Fuente: (APAH, 2019)

La figura 7, se encuentra los rendimientos industriales el promedio nacional de manera gráfica, los cuales fueron expresados en la tabla 2 visto anteriormente. En esta sección se puede observar el crecimiento obtenido del rendimiento gráficamente en donde para el año 2019 fue de 219.97 lb/Tonc (109.985 kg/TM), siendo el más alto de los últimos 10 años. Se puede observar que para el 2015 también se presentó una mejora significativa, sin embargo para el 2016 hubo una caída y en donde a partir de ese punto, ha ido en incremento constante y estable. Las industrias han invertido y mejorado en sistemas, controles y cultivos, lo que ha permitido dicha mejora en los rendimientos de los ingenios del país.

2.1.3 ANÁLISIS INTERNO

AZUNOSA se encuentra ubicado en el municipio de EL Progreso, Yoro; su proceso productivo o zafra de AZUNOSA comienza en el mes de diciembre y termina a finales de mayo,

el tiempo de zafra en un principio no era de esa forma, comenzaba a principios de enero y finalizaba a principios de mayo, pero debido a una serie de requerimientos que datan de sus tiempos a cuando era subsidiaria de DOLE, posteriormente de SABMiller/AB-InBev siendo los proveedores de azúcar de Cervecería Hondureña S.A. La producción total de AZUNOSA va de la mano a la necesidad de su único cliente que en su mayoría es para producir bebidas carbonatadas, las altas demandas de estos últimos han hecho que la zafra comience desde los primeros días de diciembre (AZUNOSA, 2019).

Al momento del inicio de zafra, la zona norte de Honduras se encuentra aún en la estación lluviosa, esto genera problemas en la materia prima a la cual se adhieren lodos del campo tanto en el corte; principalmente mecanizado; como en el alce de la caña. AZUNOSA cuenta con un porcentaje del 8% de corte mecanizado y un 92% de corte manual, dentro de las cuales comprenden 20% en verde y 80% quemada; lo ideal para la industria es que toda la caña sea quemada pero debido a regulaciones ambientales este porcentaje se va reduciendo anualmente; estas condiciones no son deseables para la industria por lo cual una forma de remediar este problema es el lavado de la caña (AZUNOSA, 2019).

Los ingenios azucareros son intensivos en el consumo de agua, siendo el lavado de caña y el enfriamiento de los condensadores barométricos los procesos con mayor consumo. Según indicadores del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el consumo de agua para lavado de caña puede oscilar entre 3 a 10 m³/ton de caña molida. Los lineamientos medioambientales del Organismo Multilateral de Garantía de Inversiones establecen un consumo total típico de agua del orden de 20 m³/ton, así como una meta de generación específica máxima de aguas residuales de 1.3 m³/ton y una meta posible de hasta 0.9 m³/ton, con un adecuado manejo, control y recirculación de agua para algunas etapas del proceso productivo (AZUNOSA, 2019).

Actualmente en AZUNOSA, el agua requerida para enfriamiento de condensadores barométricos se toma del río Humuya y se conduce hasta el ingenio a través de un canal en tierra, llamado canal Tambambur, que descarga a un pozo de bombeo provisto de dos bombas con capacidad nominal de 2,271 m³/h, las cuales operan en paralelo. Posteriormente se descarga en una pila de enfriamiento, la cual a su vez entrega el efluente de las mesas de caña donde se efectúa el lavado de la caña. Este canal se extiende por aproximadamente 1 km hasta descargar al canal

Guanchías, el cual se dirige al río Ulúa, a unos 15 km aproximadamente. Dada la alta disponibilidad del recurso hídrico en la zona, no se usa agua recirculada en ninguna de las etapas del proceso productivo, el ciclo de consumo de agua es completamente abierto (AZUNOSA, 2019).

En el caso de efluentes de lavado de caña, sus características pueden variar considerablemente dependiendo del tipo de cosecha (manual o mecánica), de las condiciones climatológicas predominantes durante la cosecha y del consumo específico de agua para lavado. Estos efluentes se caracterizan por presentar altas concentraciones de sólidos suspendidos (1.000 – 3.000 mg/l), coliformes fecales (2000 – 40000 NMP/100 ml), concentraciones de DBO que pueden variar desde valores bajos a valores medios y altos (100 – 1.500 mg/l) y sacarosa (0.1833%). El porcentaje de sacarosa de estos efluentes representa pérdidas en el balance de materia de la AZUNOSA (AZUNOSA, 2019).

AZUNOSA posee uno de los rendimientos de azúcar más bajos en comparación con otros ingenios del país, esto por la característica de que solo genera un solo tipo de producto terminado; Azúcar Blanco Plantación; este producto es el que tiene la mejor calidad del país, el costo de mantener la calidad sacrifica sus rendimientos, las demandas del cliente aumentan año tras año, por ende, la búsqueda de nuevas tecnologías para recuperar sacarosa siempre ha sido un objetivo de AZUNOSA, por lo tanto, un cambio en la limpieza de caña por medio de agua a uno en seco, podrá evitar que se pierda sacarosa en los efluentes (AZUNOSA, 2019).

2.2 TEORÍAS DE SUSTENTO

Las teorías de sustento permiten confirmar de manera científica la aplicación de métodos y diseños de investigación determinando lo adecuados y validando su aplicación; debido a que son la referencia para la ejecución de las metodologías existentes. Tomando en consideración que este estudio se basa en una evaluación financiera para la realización de una inversión, en donde la teoría indica que para toda evaluación de proyecto de inversión el objetivo es conocer su rentabilidad económica asegurando de cubrir las necesidades establecidas de forma eficiente (Urbina, 2010), para la realización de este estudio se tomó como fundamento los estudios esenciales para una investigación.

2.2.1 ESTUDIO TÉCNICO

En esta fase, definiremos los requerimientos y necesidades técnicas necesarias que conforman los procesos de limpieza de caña de azúcar, extracción y recuperación de azúcar.

2.2.1.1 PREPARACIÓN DE CAÑA

La caña ingresa al ingenio, traer consigo numerosas impurezas o materia extraña tanto vegetal como mineral, las cuales son removidas por estaciones de limpieza o lavado. La caña se descarga en mesas alimentadoras donde se prepara para su molienda; en su camino pasa por una serie de picadoras y una desfibradora para llegar al proceso de extracción en los molinos (Larrahondo, 1995).

2.2.1.2 LIMPIEZA DE CAÑA

Esta forma parte del transporte de caña y es un subproceso de este; se hace necesario implementarlo para caña mecanizada, la caña en los transportadores es lavada con agua tibia o fría por un sistema de tuberías a alta presión, esta agua de lavado pasa a los drenajes donde se separa para su tratamiento final. (Chou, 1993). Existen sistemas de limpieza en seco, los cuales se refieren al uso de equipos mecánicos o ventilación para la eliminación de materia extraña, la recuperación de azúcar debido al uso de limpieza en seco es de 5.3% sobre un sistema convencional de limpieza húmeda (ISSCT, 1980).

2.2.1.3 EXTRACCIÓN DE JUGO

El proceso de extracción de los molinos es donde se comprime sucesivamente la caña para obtener la máxima cantidad del jugo. Este proceso está conformado por cinco molinos, que se conocen como tándem, que a su vez cada molino está constituido por cuatro masas. En esta etapa se esperan pérdidas en el bagazo entre el 1% al 3% (Labarrondo, 2012).

2.2.1.4 CLARIFICACIÓN DE JUGO

El principal objetivo de esta etapa de proceso es remover del jugo la máxima cantidad de impurezas, más específicamente partículas, en una etapa temprana del proceso. (Chou, 1993). En

esta etapa ocurren muchas reacciones químicas debido a los procesos de sulfitación y alcalización de los jugos, formando sólidos fácilmente removibles en las siguientes etapas de clarificación del proceso (Labarrondo, 2012).

2.2.1.5 EVAPORACIÓN

En esta etapa el jugo que sale de los clarificadores se concentran mediante evaporadores de múltiples efectos; es decir el jugo pierde agua por evaporación pasando jugo de un evaporador a otro por diferencia de presión, la menor presión se consigue con la aplicación de vacío en el último evaporador. La rata de remoción de agua en esta etapa es de un 75% a un 90%, y depende del tipo de sistema de evaporadores (Labarrondo, 2012).

2.2.1.6 CRISTALIZACIÓN

La función del proceso de cristalización es de reducir las pérdidas de sacarosa en la melaza, se ha removido la mayoría del agua obteniendo cristales, se utilizan equipos llamados tachos y se forma lo que se conoce como “MASA”, la cual está compuesta de cristales y miel. (Labarrondo, 2012). Este proceso se realiza mediante la sobresaturación de las masas, para conservar esta sobresaturación es necesario mantener la evaporación del agua y el aprovechamiento de la sacarosa (Hugot, 1986).

2.2.1.7 CENTRIFUGACIÓN

El proceso de centrifugación se realiza mediante el empleo de centrifugas, donde se separan los cristales de azúcar de la miel que los rodea, durante esta etapa se realiza un lavado rápido con agua caliente y vapor para obtener un cristal blanco y brillante (Labarrondo, 2012).

2.2.1.8 SECADO

Finalmente, se realiza el proceso de secado para eliminar el 1% agua que queda en el cristal después de la centrifugación, el equipo más utilizado en esta etapa es el tambor secador rotativo el cual se encuentra inclinado entre 5° a 7°, y su temperatura es ajusta para obtener un producto entre 30°C a 40°C; después de esta etapa se realiza el envasado o almacenado del azúcar (Labarrondo, 2012).

2.2.1.9 BALANCE DE MATERIA

En la fabricación de azúcar implica tanto como sea posible la recuperación de la sacarosa presente en la caña. Desde un punto de vista económico, se espera que la proporción de recuperación sea la máxima. Un balance de sacarosa en las entradas y salidas usualmente conduce a una discrepancia, que se denomina pérdida indeterminada. (Rein, 2012). Para entender los cálculos de recuperación de azúcar, es necesario conocer las ecuaciones de balance de sacarosa, tomadas del Manual de Laboratorio para la Industria Azucarera (Tecnicaña, 1989):

- 1) Balance General de Casa de Extracción

$$\text{Caña} + \text{Agua} = \text{Jugo} + \text{Bagazo}$$

- 2) Balance General de Casa de Cocimiento

$$\text{Jugo} = \text{Azúcar} + \text{Cachaza} + \text{Melaza}$$

- 3) Balance General de Sacarosa de Fabrica

$$\text{Sac. Caña} = \text{Sac. Azucar} + \text{Sac. Bagazo} + \text{Sac. Melaza} + \text{Sac. Cachaza} \\ + \text{Sac. Indeterminado}$$

- 4) Recuperación de Azúcar

$$\text{Recuperacion (OR)} = \frac{\text{Sac. Azucar}}{\text{Sac. Caña}}$$

- 5) Rendimiento de Fábrica:

$$\text{Rendimiento de Fabrica} = \frac{\text{Azúcar}}{\text{Caña}}$$

2.2.2 ESTUDIO FINANCIERO

El estudio financiero comprende la inversión, la proyección de los ingresos y de los gastos y las formas de financiamiento que se prevén para un proyecto durante un periodo de su ejecución y operación. El estudio deberá mostrar que el proyecto puede realizarse con los recursos financieros disponibles de la empresa AZUNOSA. Asimismo, se deberá evaluar la decisión óptima para comprometer los recursos financieros de la empresa en dicho proyecto. Para determinar la factibilidad de un proyecto desde el punto de vista financiero se pueden utilizar varias técnicas, entre ellas las mencionadas a continuación (Urbina, 2010):

- 1) Flujo de Efectivo Operativo.

- 2) Valor Presente Neto.
- 3) Costo de Capital.
- 4) Tasa Interna de Rendimiento.
- 5) Período de Recuperación.
- 6) Tasa de Rendimiento.
- 7) Punto de Equilibrio.
- 8) Análisis de Sensibilidad.

2.2.2.1 FLUJO DE EFECTIVO OPERATIVO

Flujo de Efectivo Operativo: Los flujos operativos comprenden todos los ingresos y egresos reales de efectivo que se espera que genere un proyecto de inversión. De forma muy sencilla, se puede decir que los flujos de efectivo operativos se pueden calcular como el resultado de los ingresos operativos en efectivo menos los egresos operativos en efectivo (Villareal, 2008, pág. 17).

2.2.2.2 VALOR PRESENTE NETO

El Valor Presente Neto no es más que el efectivo resultado de la resta de los ingresos menos los egresos, descontado en relación de tiempo estipulado con el presupuesto de gastos de capital. El Valor Presente Neto (VPN) de una propuesta de inversión es el valor presente de los flujos de efectivo netos de dicha propuesta, menos su inversión inicial (Horne & Wachowicz, 2002, pág. 337).

2.2.2.3 COSTO DE CAPITAL

El costo de capital es la tasa de rendimiento que una empresa espera ganar en los proyectos que invierte con el fin de mantener u obtener una ganancia. También se puede considerar como la tasa de rendimiento requerida por los proveedores de capital del mercado para invertir su dinero en la empresa. Si el riesgo se mantiene constante, los proyectos con una tasa de rendimiento por encima del costo de capital incrementarían el valor de la empresa, y los proyectos con una tasa de rendimiento por debajo del costo de capital disminuirán el valor de la empresa (Gitman, 2003, pág. 338).

2.2.2.4 TASA INTERNA DE RENDIMIENTO (TIR)

“La tasa de rendimiento es un índice de rentabilidad ampliamente aceptado. Está definida como la tasa de interés que reduce a cero el valor presente, el valor futuro, o el valor anual equivalente de una serie de ingresos y egresos” (Coss, 1981, pág. 73).

2.2.2.5 PERÍODO DE RECUPERACIÓN

El periodo de recuperación de una inversión es el tiempo que tarda en recuperarse la inversión inicial del proyecto (Ketelhohn, 2004).

2.2.2.6 ÍNDICE DE RENTABILIDAD

“El índice de rentabilidad es igual a los valores presentes de las entradas de efectivo dividido entre las salidas iniciales de efectivo” (Gitman, 2003).

2.2.2.7 PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio es una técnica útil para estudiar las relaciones entre costos fijos, los costos variables y los ingresos. Es conocido por indicar el nivel de ventas que se requiere para cubrir los costos operativos (Gitman, 2003).

2.2.2.8 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad es un método conductual donde se calcula el valor presente neto de un proyecto considerando diversos escenarios y resultados, asociados a entradas de efectivo pesimistas (peores), entradas probables (esperadas) y entradas optimistas (mejores) (Gitman, 2003).

2.3 CONCEPTUALIZACIÓN

En esta sección, se describe ciertos conceptos que nos permiten definir las variables independientes y como pueden afectar a la variable dependiente.

- 1) Bagazo: es el residuo de la azúcar, consiste en material fibroso, compuesto de celulosa, hemicelulosa y lignina. Suele utilizarse como combustible en AZUNOSA.
- 2) Sacarosa: Nombre científico del azúcar de caña. Es un disacárido compuesto por la unión de dos monosacáridos: glucosa y fructuosa (Santamaría, 2002, p. 3).
- 3) Melaza: Pequeñas cantidades mieles que iban deponiendo los azúcares de baja polarización (Santamaría & García, s. f., p. 39).
- 4) Zafra: Nombre utilizado para designar el periodo del año en que se corta la caña se produce azúcar. Se utiliza como sinónimo de cosecha y de producción de azúcar (Santamaría, 2002, p. 3).
- 5) Cachaza: Sustancia eliminada del guarapo tras clarificarlo en la casa de calderas. Se usa como abono (Santamaría, 2002, p. 1).
- 6) Materia Vegetal (Trash Vegetal): consiste en toda sustancia extraña diferente a la caña de azúcar que sea de origen vegetal, ejemplo: hojas, maleza, etc.
- 7) Materia Mineral (Trash mineral): consiste en toda sustancia extraña diferente a la caña de azúcar que sea de origen mineral, ejemplo: tierra, lodo.
- 8) Cribado: consiste en una operación de clasificación de materiales de acuerdo a su tamaño, y puede ser por medio de sacudidas o vibrantes (Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), 2019).
- 9) Tromel: es un equipo de cribado, utilizado para clasificación de materiales, son tambores cilíndricos en los que poseen una armadura cilíndrica perforada que sirve para la clasificación de los materiales que tengan dimensiones inferiores a las perforaciones de la armadura (Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), 2019).

- 10) Caña procesada: es denominada a la cantidad de caña que es pasada por el proceso de producción para la obtención de azúcar (AZUNOSA, 2019).
- 11) Rendimiento de azúcar: consiste en el rendimiento obtenido de la división de la azúcar obtenida en el proceso final entre el total de caña procesada (Tecnicaña, 1989).
- 12) Caudal de lavado: cantidad de agua medida en metros cúbicos, que es vaciado en las mesas de preparación de caña, con el objetivo de lavar la caña para quitar las materias extrañas minerales (AZUNOSA, 2019).
- 13) Pol: se define como la concentración de sacarosa, la cual es medida en este proyecto en el agua, para determinar la cantidad de azúcar que se pierde con el agua (AZUNOSA, 2019).
- 14) DBO: significa demanda biológica de oxígeno, y consiste en la cantidad de oxígeno que se necesita para la descomposición de una materia orgánica; en otras palabras, se utiliza para medir la cantidad de contaminación orgánica en aguas residuales (Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental A. C., 2017).

2.4 INSTRUMENTOS

Los instrumentos son considerados como los recursos utilizados por el investigador para registrar u obtener información o datos sobre las variables que se están estudiando. (Sampieri, 2010). En esta sección del estudio, se presentan los diferentes instrumentos que se requieren para el análisis del proyecto, y que actualmente se realizan en AZUNOSA, con el fin de poder tener controles que permitan monitorear las pérdidas actuales así como indicadores de producción interno para la compañía.

2.4.1 PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS

Los procedimientos empleados por AZUNOSA, y que sirvieron para el análisis de los mismos para la obtención de datos en dicho proyecto son:

2.4.1.1 MÉTODO HORNE (ALFA-NAFTOL)

Este método sirve para determinar cualitativamente las trazas de sacarosa en agua agregando una solución de alfa-naftol al 20%, ya sea la muestra de lavado de caña o en condensados de evaporadores. Si la prueba resulta positiva siendo indicada por una coloración violeta, se procede a realizar el método de Braunschweig para la determinación de Pol directo (Birkett, 2004).

2.4.1.2 ANÁLISIS DE MATERIA EXTRAÑA

Este método consiste en pesar una cantidad de caña de azúcar conocida, normalmente 50 kg, la muestra es tomada directamente de las carretas transportadoras de caña, después se separa la materia extraña y se pesa, para calcular el porcentaje de materia extraña presente (Larrahondo, 1995):

$$\%Materia\ Extraña = \frac{Masa\ de\ Materia\ Extraña}{Masa\ de\ Muestra\ de\ Caña}$$

2.4.1.3 MÉTODO DE BRAUNSCHWEIG PARA POLARIMETRÍA DIRECTA EN AZÚCAR.

Este método mide la rotación óptica de soluciones de azúcar en comparación con la rotación óptica de una solución estándar de sacarosa pura. La medición de la rotación óptica se realiza a través de un equipo de laboratorio especializado llamado polarímetro, en el cual se agrega la solución con sacarosa y se mide el Pol, para calcular el porcentaje de sacarosa se multiplica el resultado por 0.26 (ICUMSA, 2017).

$$\%Sacarosa = Lectura\ Directa * 0.26$$

Medición de caudal, este se realiza mediante lectura directa de los medidores de flujo de las bombas de agua, esta cumple con el principio de Bernoulli, la cual describe el comportamiento de un líquido a lo largo de una línea de corriente (Mott, 2006).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

Culminado el Marco Teórico, se procede con la metodología que se aplicó para la obtención de datos, así como su análisis, con el fin de poder describir claramente las actividades realizadas. Haciendo relevancia a lo que menciona (Sabino, 1992): “La metodología es considerada como un instrumento dirigido a validar y hacer más eficiente la investigación científica”. Lo que conlleva a la presentación de sus variables y su operacionalización en donde se determina las dimensiones e indicadores a analizar. De la misma forma se presenta la hipótesis planteada, sus enfoques y métodos, así como su diseño e instrumentos aplicados.

3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA

En esta sección, se presenta una serie de matrices que permiten visualizar la relación del problema principal de investigación, con sus variables y secuencia de análisis para su definición, dimensiones e indicadores tomados con sus respectivas unidades. Esto ofrece una visión rápida del problema y sus secciones de estudio, lo que permite un análisis de origen hasta salida generando así una congruencia que se puede apreciar de manera más fácil y acorde al estudio realizado.

3.1.1 MATRIZ METODOLÓGICA

La matriz metodológica es una herramienta que ayuda a generar una visión clara de la definición del problema y su desarrollo para definir las variables a estudiar en la investigación, así como la visualización de su congruencia que por ende demuestra su secuencia lógica. A continuación se muestra la matriz metodológica realizada para este estudio, a partir del tema escogido identificando la formulación del problema, sus objetivos y preguntas de investigación y llegando a definir las variables del estudio.

Tabla 3: Matriz metodológica

| Título | PROPUESTA DE CAMBIO DEL SISTEMA DE LIMPIEZA DE CAÑA DE AZÚCAR, EN AZUNOSA | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------|
| Problema | Objetivo General | Preguntas de Investigación | Objetivos Específicos | Variable Independiente | Variable Dependiente |
| ¿Cuál es la rentabilidad en la sustitución del sistema de limpieza de caña húmedo por un sistema de limpieza en seco, en la empresa AZUNOSA? | Determinar la rentabilidad en la sustitución del sistema de limpieza de caña húmedo por un sistema de limpieza en seco, en la empresa AZUNOSA? | 1. ¿Cuál es la pérdida de azúcar obtenida con el sistema de limpieza actual? | 1. Identificar la pérdida de azúcar obtenida con el sistema de limpieza actual. | Sistema Limpieza Húmedo | Rentabilidad |
| | | 2. ¿Cuál son los costos relevantes y flujos operativos proyectados con el sistema de limpieza actual? | 2. Determinar los costos relevantes y el flujo operativo proyectado con el sistema de limpieza actual. | Estudio Financiero Húmedo | |
| | | 3. ¿Cuál es la recuperación de azúcar proyectada con el sistema de limpieza propuesto? | 3. Identificar la recuperación de azúcar proyectada con el sistema de limpieza propuesto. | Sistema Limpieza Seco | |
| | | 4. ¿Cuál es la inversión inicial, los flujos operativos y la rentabilidad obtenida con el sistema de limpieza propuesto? | 4. Determinar la inversión inicial, los flujos operativos y la rentabilidad obtenida con el sistema de limpieza propuesto. | Estudio Financiero Seco | |

En la tabla 3, se muestra el esquema que se estableció en este estudio, para determinar la factibilidad de este proyecto desde el punto de vista técnico y financiero; estableciendo un orden lógico de análisis.

3.1.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

En esta sección, se expone la variable dependiente y las independientes de la investigación realizada con sus dimensiones; esto permite una exposición de manera gráfica en donde se operacionaliza las mismas determinando que puedan ser medibles y manejables para su respectivo análisis, de tal forma que puedan ser cuantificadas y correlacionadas al objetivo de la investigación.

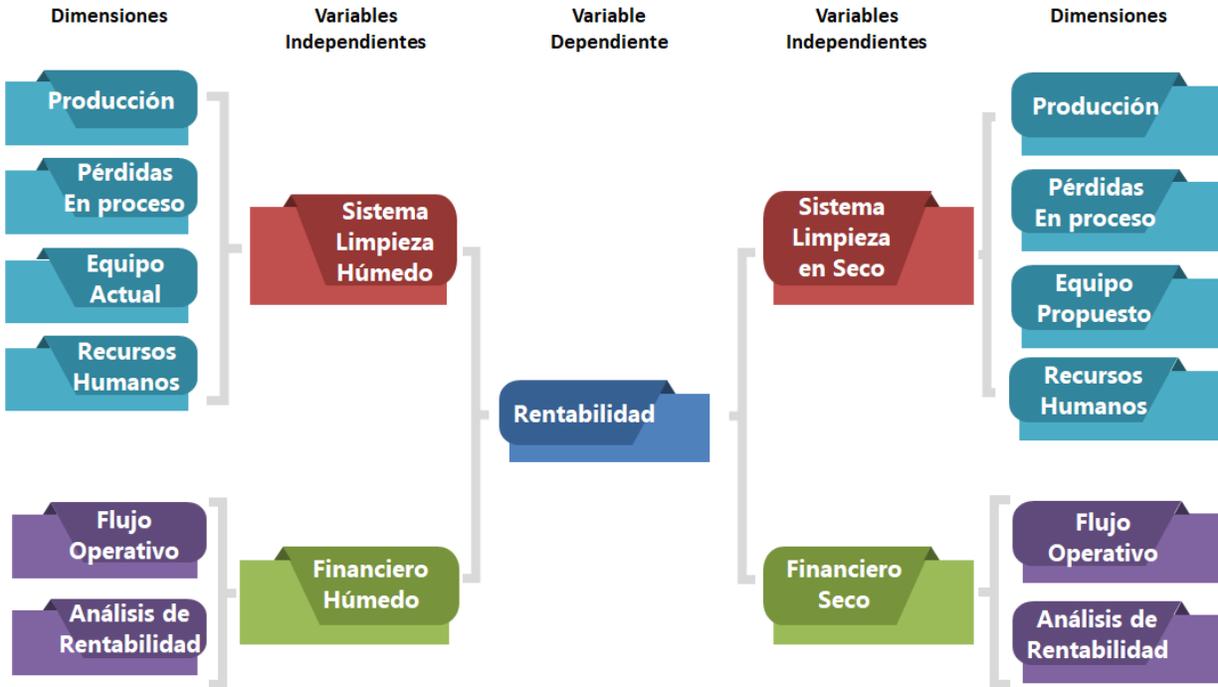


Figura 8: Identificación de las variables

Fuente (Urbina, 2010)

La figura 8, muestra el esquema de la identificación de las variables evaluadas en el presente estudio, dividido en sus dos variables independientes: estudio técnico y financiero, de los cuales depende dicho estudio para determinar la rentabilidad del proyecto.

Tabla 4: Operacionalización de las variables

Continuación tabla 4

| Variable independiente | Definición | | Dimensiones | Indicador | Item | Unidad (Categoría) |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------|---------------------------------------------|--------------------|
| | Conceptual | Operacional | | | | |
| Sistema Limpieza Húmedo (Actual) | El estudio técnico permite analizar y proponer diferentes opciones tecnológicas para producir un bien o servicio que se requieren, lo | Sistema de limpieza que utiliza agua para remover impurezas de la caña como ser material extraño | Producción | Cantidad de Caña procesada | ¿Cuánta es la producción de caña actual? | TM |
| | | | | Cantidad de azúcar producida | ¿Cuánta es la cantidad de azúcar producida? | Kg |

Continuación tabla 4

| Variable independiente | Definición | | Dimensiones | Indicador | Item | Unidad (Categoría) |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| | Conceptual | Operacional | | | | |
| | que además admite verificar la factibilidad técnica de cada una de ellas. (Rosales, 2005) | mineral (tierra). | | Rendimiento de Azúcar Actual | ¿Cuál es el rendimiento o actual? | kg/TM |
| | | | Pérdidas en proceso | Caudal de lavado | ¿Cuál es el caudal de agua que se usa en el lavado de caña? | m ³ /h |
| | | | | Cantidad de Caña Lavada | ¿Cuánta es la cantidad de caña que se lava con agua? | TM |
| | | | | Pol en agua de lavado | ¿Cuánto es el porcentaje de sacarosa que se pierde en el lavado de caña? | % Sacarosa |
| | | | | Pérdida de azúcar | ¿Cuál es la pérdida de azúcar actual por el sistema de lavado húmedo) | kg/TM |
| | | | Equipo Actual | Depreciación actual | ¿Cuál es la depreciación actual? | L. |
| | | | | Consumo Eléctrico Actual | ¿Cuánto es el aumento en consumo eléctrico actual? | MW |
| | | | | Consumo de aire Actual | ¿Cuál es el flujo de aire actual? | L. |

Continuación tabla 4

| Variable independiente | Definición | | Dimensiones | Indicador | Item | Unidad (Categoría) |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| | Conceptual | Operacional | | | | |
| | | | | Mantenimiento Actual | ¿Cuál es la necesidad de mantenimiento actual? | L. |
| | | | | Consumo de Agua | ¿Cuál es el consumo de agua actual? | m3/h |
| | | | Recursos Humanos | Cantidad de Personal | ¿Cuál es la cantidad de personal actual? | Número de personas |
| Estudio Financiero Húmedo (Actual) | El estudio Financiero es considerado como un ordenamiento y sistematización de la información monetaria comprendiendo cuadros analíticos que sirven de base para la evaluación económica (Urbina, 2013). | Determinar los flujos operativos y rentabilidad del sistema de limpieza húmedo (actual). | Flujo de Efectivo Operativo | Ingresos actuales | ¿Cuáles son los ingresos actuales? | L. |
| | | | | Depreciación actual | ¿Cuál es el monto por depreciación del equipo actual? | L. |
| | | | | Costos Operacionales | ¿Cuáles son los costos incurridos que se esperan tener con el actual sistema de limpieza? | L. |
| | | | Análisis de Rentabilidad | Índice de Rendimiento | ¿Cuál es el índice de rendimiento o obtenido? | % |
| Sistema Limpieza Seco (Propuesto) | El estudio técnico permite analizar y proponer diferentes opciones tecnológicas para producir un bien o servicio que se requieren, lo | Sistema de limpieza que utiliza aire y vibración para remover impurezas de la caña como ser material extraño mineral | Producción | Cantidad de azúcar proyectada | ¿Cuál es la cantidad de azúcar proyectada ? | Kg |
| | | | | Rendimiento de azúcar en sistema seco | ¿Cuál es el rendimiento o nuevo? | kg/TM |

Continuación tabla 4

| Variable independiente | Definición | | Dimensiones | Indicador | Ítem | Unidad (Categoría) |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| | Conceptual | Operacional | | | | |
| | que además admite verificar la factibilidad técnica de cada una de ellas. (Rosales, 2005) | (tierra) y material extraño vegetal (hojas). | Pérdidas en proceso | Azúcar recuperada | ¿Cuál es la cantidad de azúcar recuperada con el nuevo sistema? | kg/TM |
| | | | Equipo propuesto | Modificación de Maquinaria | ¿Cuáles son las modificaciones en maquinaria que se requieren el proceso actual? | L. |
| | | | | Obras Civiles | ¿Cuáles son las obras civiles que necesitaran las modificaciones? | L. |
| | | | | Tipo de Maquinaria | ¿Cuáles son las especificaciones de la maquinaria? | |
| | | | | Consumo Eléctrico | ¿Cuánto es el aumento en consumo eléctrico de las modificaciones? | MW |
| | | | | Consumo de aire | ¿Cuál es el flujo de aire óptimo para operación? | L. |
| | | | | Consumo de agua | ¿Cuál es el consumo de agua proyectado? | m ³ /h |

Continuación tabla 4

| Variable independiente | Definición | | Dimensiones | Indicador | Item | Unidad (Categoría) |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| | Conceptual | Operacional | | | | |
| | | | | Equipo obsoleto | ¿Cuál es el COP de vender el equipo obsoleto? | L. |
| | | | | Mantenimiento | ¿Cuál es la necesidad de mantenimiento de la nueva maquinaria? | L. |
| | | | Recursos Humanos | Cantidad de personal requerido | ¿Cuál es la cantidad de personal requerida en el sistema de limpieza a seco? | Número de personas |
| | | | | Capacitación de Personal | ¿Cuál es la cantidad de personal requerida en el sistema de limpieza a seco? | L. |
| Estudio Financiero Seco (Propuesto) | El estudio Financiero es considerado como un ordenamiento y sistematización de la información monetaria comprendiendo cuadros analíticos que sirven de base para la evaluación económica (Urbina, 2013). | Determinar Inversión inicial, los flujos operativos del proyecto, y análisis de rentabilidad del sistema de limpieza en seco. | Flujo de Efectivo Operativo | Beneficios (Ingresos) | ¿Cuáles son los ingresos adicionales que se esperan obtener con el nuevo sistema de limpieza? | L. |
| | | | | Costos Operacionales | ¿Cuáles son los costos incurridos que se esperan tener con el nuevo sistema de limpieza? | L. |

Continuación tabla 4

| Variable independiente | Definición | | Dimensiones | Indicador | Ítem | Unidad (Categoría) |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| | Conceptual | Operacional | | | | |
| | | | | Inversión Inicial | ¿Cuál es el costo de maquinaria ? | L. |
| | | | | | ¿Cuáles son los gastos por instalación y puesta en marcha del equipo? | L. |
| | | | Análisis de Rentabilidad | Índice de Rendimiento | ¿Cuál es el índice de rendimiento o obtenido? | % |
| Rentabilidad | Medidas que permiten evaluar las utilidades de una empresa respecto a un nivel determinado de ventas, activos ó de inversión (Gitman, 2003). | Serie de indicadores que permiten evaluar si un proyecto ó inversión puede recuperar lo invertido más un beneficio adicional. | Flujo de Efectivo Operativo | Flujo Operativo Incremental | ¿Cuál es el flujo operativo incremental del proyecto? | L. |
| | | | | Inversión Inicial | ¿Cuál es el costo de maquinaria ? | L. |
| | | | | | ¿Cuáles son los gastos por instalación y puesta en marcha del equipo? | L. |
| | | | Costo de Capital | Costo de Oportunidad | ¿Cuál es el porcentaje de COP que define Azunosa para la evaluación de sus proyectos? | % |
| | | | | Estructura de Capital | ¿Cuál es la política de financiamiento que Azunosa estipula para la evaluación | % |

Continuación tabla 4

| Variable independiente | Definición | | Dimensiones | Indicador | Item | Unidad (Categoría) |
|------------------------|------------|-------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| | Conceptual | Operacional | | | | |
| | | | | | de sus proyectos? | |
| | | | Análisis de Rentabilidad | Tiempo de Recuperación | ¿Cuál es el tiempo de evaluación de proyectos que Azunosa tiene estipulado para sus proyectos? | Años |
| | | | | Valor Presente Neto | ¿Cuál es el valor presente neto del proyecto? | L. |
| | | | | Tasa interna de retorno | ¿Cuál es la tasa interna de retorno del proyecto? | % |
| | | | | Índice de Rendimiento | ¿Cuál es el índice de rendimiento o obtenido? | % |

La Tabla 4, muestra el ejercicio de la operacionalización de las variables, en donde se permite evaluar sus dimensiones, así como el establecimiento de indicadores para su respectiva medición; esto por medio de la recolección de datos y análisis estadísticos y financieros para poder determinar la rentabilidad del proyecto evaluado.

3.1.3 HIPÓTESIS

Es un supuesto o teoría tentativa sobre una solución o alternativa a un caso de estudio, la cual debe de ser descrito, estudiado y analizado para poder comprobar el supuesto por una realidad. Existen diversos tipos de hipótesis, y para el presente estudio debido a su enfoque se estimó una

hipótesis correlacional para definir la hipótesis alternativa y la nula, las cuales serán estudiadas, comprobadas generando un resultado para aceptarla o rechazarla.

Hi: La tasa interna de retorno para la implementación del sistema de limpieza de caña en seco en AZUNOSA, es mayor a la tasa de oportunidad definido por la empresa.

Ho: La tasa interna de retorno para la implementación del sistema de limpieza de caña en seco en AZUNOSA, es menor o igual a la tasa de oportunidad definido por la empresa.

3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

En la presente sección se detalla el tipo de enfoque a lo que fue dirigida la investigación para la resolución del problema presentado. Debido a que este estudio presenta un análisis netamente de mejora de proceso, y sus variables van relacionadas a un rendimiento, ganancia y/o recuperación, se determinó un enfoque mixto para el mismo. “En una investigación cuantitativa se pretende generalizar los resultados encontrados en una muestra a una colectividad mayor (población)” (Hernández, 2010).

El presente estudio siendo multidisciplinario requirió el enfoque mixto para lograr un análisis y perspectiva más amplia, debido a que el problema presentado requiere un análisis integral entre características del proceso, experiencia en el desarrollo del tema por parte de la compañía estudiada más la evaluación financiera que conlleva llevar la parte técnica hacia la generación de costos y beneficios financieros. Los datos recolectados para su análisis consisten en datos de nuestros puntuales y estadísticos, así como valores determinados científicamente, que permiten una evaluación más rápida y directa con respecto al objetivo inicial; a su vez también comprende entrevista a expertos que permiten la comprensión del proceso a una mejor escala.



Figura 9: Diseño metodológico

Fuente: (Hernández, 2010)

La figura 9, muestra cómo está estructurado el enfoque para el estudio de evaluación financiera del proyecto implementación de sistema de limpieza en seco, lo cual comprende un enfoque mixto descrito de la siguiente manera: para el enfoque Cuantitativo se determina un alcance descriptivo: la meta de estos alcances es describir los fenómenos, variables, contexto, situaciones, problemas y/o eventos de manera que se pueda especificar a detalle cada elemento, indicando sus características, ventajas/desventajas, procesos, etc., para poder entender y conocer más a fondo el objetivo de investigación, sin manera de que se relaciones dichas variables entre sí. Tipo de estudio no experimental debido a que en dicho estudio no fueron manipuladas las variables del mismo, si no descritas y expresadas para su análisis de forma independiente de manera que se puedan evaluar de igual forma. Diseño Transversal, ya que a pesar de que los datos son durante un período de tiempo largo, el estudio se está realizando en un tiempo determinado y no una evaluación de seguimiento. Alcance descriptivo debido a que el objetivo del estudio es el análisis

de dos variables (Estudio Técnico y Financiero) de una nueva propuesta que pueda evaluar si va a generar una Rentabilidad que viene intrínseca en dichos estudios, por lo que no es para demostrar correlación entre ellas.

El enfoque cualitativo busca comprender el entorno y perspectiva de los elementos participantes en el estudio, de manera que sirva de referencia para validar el enfoque cuantitativo. Su tipo de estudio es Teoría fundamentada, debido a que se basa en el conocimiento y experiencias de exportes sobre las teorías ya implementadas tanto en la compañía a realizar el estudio como en otras similares que permitan una opinión certificada y aporte a la información cuantitativa.

3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Ya establecido y definido el planteamiento del problema, sus hipótesis así como el enfoque y método de la investigación, se muestra a continuación lo que conlleva el diseño del estudio, el cual se refiere al plan a seguir para la obtención de información que se necesite. (Hernández, 2010). Se considera que el objeto del estudio siendo la recuperación de azúcar ó evitar pérdidas de azúcar, por lo que el diseño se debe de basar en uno que permita la obtención de dicha información.

3.3.1 POBLACIÓN

(Gutiérrez & De la Vara, 2009) definen la población como un conjunto formado por la totalidad de individuos, objetos o medidas de interés sobre los que se realiza un estudio. (p. 64). Debido a que para la generación de los datos sobre la pérdida de azúcar por la disolución en el agua por el sistema de limpieza actual, es obtenido del análisis del agua utilizada para el lavado de caña, la población definida para la presente investigación se determinó como el agua total utilizada en el sistema de lavado actual, la cual es aplicada en el conductor de caña durante los periodos de zafra.

(Sampieri, Fernández, & Baptista, 2014) indican la muestra es: “Subgrupo del universo o población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de esta”. (p. 173). Con la referencia de la población definida como el agua, “la muestra” para la investigación comprende las muestras obtenidas del agua de lavado de caña para los análisis de sacarosa en ellas. Estas son representativas del proceso y tomadas mediante un muestreo aleatorio sistemático establecido

previamente por AZUNOSA, en donde se ha definido para tomar una muestra de agua cada 3,180 m³ equivalente a 4 horas de flujo de agua; todo esto realizado durante el período de zafra.

3.3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS

(Azcona, Manzini, & Dorati, 2013) llaman: “Unidad de Análisis al tipo de objeto del cual se desprenden las entidades que van a investigarse”. (p. 75) En otras palabras indican todo lo que se deba de medir para obtener los resultados deseados. Siendo la población el agua total utilizada, y la muestra el muestreo de agua que se toma para su análisis, se concluye que la unidad de análisis de esta investigación es la misma agua de lavado utilizado en la limpieza de la caña; de donde se obtuvo la información necesaria para realizar la metodología de esta investigación.

3.3.4 UNIDAD DE RESPUESTA

Las unidades de respuesta de la investigación están dadas por la medición de los indicadores de las dimensiones de las variables de estudio y se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 5: Unidad de repuesta

| <i>Descripción</i> | <i>Respuesta</i> |
|------------------------|--------------------------------|
| <i>Cantidades</i> | Tonelada métrica |
| <i>Concentraciones</i> | Porcentaje |
| <i>Rendimiento</i> | Kilogramo por tonelada métrica |
| <i>Moneda</i> | Lempira |

La tabla 5 muestra que la unidad de respuesta representa un conjunto de unidades medibles correspondientes a las dimensiones establecidas en la tabla de operacionalización de las variables; lo que ayudará a generar un análisis correlacional entre el método de limpieza y la rentabilidad de dicho proyecto.

3.4 INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS

(Sampieri, Fernández, & Baptista, 2014) “Toda medición o instrumentos de recolección de datos debe de reunión tres requisitos esenciales: confiabilidad, validez y objetividad. (p. 200)

3.4.1 INSTRUMENTO

Los instrumentos para la realización de las pruebas de ensayo de laboratorio deben estar calibrados debidamente bajo la norma ISO/IEC 17025 con patrones estándar trazables. Los instrumentos o equipos de medición necesarios para estudiar y analizar las muestras se describen a continuación.

1) Polarímetro (SacchAAr 88D)

Es un sistema de análisis de sacarosa y dextrana que incorpora polarimetría infrarroja que puede ser utilizado en muestras coloreadas siempre que sean claramente ópticas. Utiliza la rotación óptica de una solución la cual es expresada en porcentaje de sacarosa. (Optical Activity Ltd, 2006). El equipo cuenta con un rango de medición de $\pm 360^\circ/\pm 259^\circ Z$, con una resolución de $0.005^\circ/0.015^\circ Z$ y una precisión de $\pm 0.005^\circ/\pm 0.015^\circ Z$; estos son los requerimientos de equipo para obtener mediciones confiables.

2) Balanza Analítica

Su función básica es pesar la cantidad de materia. (Sartorius AG, 2004). Es necesario que tenga una sensibilidad de pesaje de 0.0001 g.

3) Medidor de flujo

Su función es medir el flujo del líquido, esto lo hace creando vórtices en su interior a medida que pasa el líquido a través de su sensor. (Bell Flow Systems, 2015). El medidor es de un diámetro nominal de 250, para realizar la correcta medición en el flujo que pasará por él.

3.4.2 TÉCNICA

Las técnicas utilizadas en la investigación para realizar los ensayos en las muestras tomadas son métodos estandarizados tanto en AZUNOSA como a nivel internacional de acuerdo a los manuales establecidos para controles de variables en la producción de azúcar. A continuación, se detallan los métodos de ensayo.

3.4.2.1 MEDICIÓN DE CAUDAL

Esta medición consiste en la lectura directa de un medidor de flujo de agua, que se encuentra instalado en la línea de bombeo de agua. Esto permite obtener la cantidad de agua en

metros cúbicos que se ha utilizado durante un tiempo estipulado; normalmente es medido en metros cúbicos por hora, debido a que es la unidad de medida más accesible para el manejo de dicho indicador. Dicho control se encuentra activo durante todos los días, sin embargo su medición y/o ejecución solo se realiza durante el período de zafra, y es realizado ya por reglamento por un colaborador de AZUNOSA.

3.4.2.2 MEDICIÓN DE AZÚCAR EN AGUA

Para esta medición el personal de control de calidad perteneciente a AZUNOSA, toma una muestra para ensayo del agua de lavado de caña de 50 ml, de la muestra a ensayar se toma un aproximado de 5 ml para realizar el método Horne, el cual consiste en agregar 15 gotas de alfa-naftol y se le agregan 5 ml de ácido sulfúrico concentrado, generando resultado positivo si se forma un halo color rojo violeta indicando la presencia de azúcar. Esto lo que permite conocer si dicha agua tiene diluida sacarosa, con un resultado positivo se procede a realizar el método de Braunschweig para polarimetría directa agregando Octapol para clarificar la muestra y midiendo directamente en el polarímetro el porcentaje de sacarosa. Este último es el resultado más importante del estudio, debido a que es el que genera la obtención del porcentaje de azúcar que se ha diluido en el agua por efecto del sistema de lavado por agua.

3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN.

(Gallego & Juncâ, 2009) consideran como fuentes de información todos aquellos recursos que contienen información general o especializada, independientemente del soporte. Ya definido toda la primera sección (planteamientos del problema, objetivos, variables e hipótesis), es necesario determinar quién o donde pueden ser suministradas la información.

3.5.1 FUENTES PRIMARIAS

(Sampieri, Fernández, & Baptista, 2014) definen las fuentes primarias como datos de primera mano, pues son documentos que incluyen los resultados de los estudios correspondientes. (p. 61). Las fuentes primarias de esta investigación consistieron en los datos recopilados de las mediciones de sacarosa realizadas en el agua de lavado de caña de AZUNOSA así como la cantidad de agua utilizada y caña procesada, lo que nos da los rendimientos y pérdidas de azúcar que se

obtienen con el sistema de limpieza actual. Como parte de las fuentes primarias también se consideraron las entrevistas realizados a expertos del proceso en la empresa AZUNOSA, que permitieron ampliar la perspectiva y los métodos correctos para la realización de dicho análisis.

3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS

(Urbina, 2010) “Se denominan fuentes secundarias aquellas que reúnen la información escrita que existe sobre el tema, ya sean estadísticas del gobierno, libros, datos de la propia empresa y otras” (p. 17). Las fuentes secundarias de la investigación consistieron en la información recopilada de manuales, libros, sitios web, artículos y publicaciones acordes al problema definido. Entre las más utilizadas fueron:

- 1) Cane Sugar Handbook.
- 2) Calidad de la Caña de Azúcar.
- 3) Composición y Características Químicas del Caña de Azúcar.
- 4) Libro de Métodos (ICUMSA).

3.6 LIMITANTES

Dentro de las limitantes que este estudio presenta, se encuentra la poca disponibilidad de tiempo que se da para el desarrollo de un proyecto de esta envergadura; debido a que el estudio requiere de cotizaciones de maquinaria al extranjero y especializadas, la cual requiere una negociación de mayor tiempo.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este capítulo se presenta el desarrollo del análisis del estudio técnico y estudio financiero para dar respuestas a las preguntas de investigación formuladas anteriormente, así como a la comprobación de la hipótesis planteada en dicho estudio. Todo lo anterior en base al planteamiento mostrado en el marco teórico y en la definición de la metodología de investigación para la unidad de análisis, fueron los preámbulos y planificación para la generación de esta fase la que consiste en presentar los resultados obtenidos a partir de los estudios aplicados, de manera de generar un análisis de los mismos para poder generar las conclusiones respectivas.

A continuación se presenta una breve descripción del producto, con su modelo de negocio y los factores críticos de riesgos que se tomaron en cuenta para la generación de información, así como también la presentación de los resultados del estudio técnico y financiero con todos sus datos para una mejor comprensión de lo que se realizó, y se culmina con la comprobación de hipótesis que permite concluir con dicho estudio, dando pie a la generación de conclusiones y recomendaciones.

4.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El azúcar es un alimento de origen vegetal, sólido, cristalizado, constituido en su mayoría de cristales de sacarosa. Está presente en muchas plantas sin embargo su extracción se realiza de la caña de azúcar o de la remolacha. Se denomina azúcar, comúnmente, a la sacarosa, cuya formulación química es $C_{12}H_{22}O_{11}$, también llamada azúcar común o azúcar de mesa. En AZUNOSA la maquinaria instalada cuanta con la capacidad de fabricar azúcar blanco plantación a partir de caña de azúcar, la cual es conocida en el mercado nacional como azúcar tipo A en presentaciones de 50 kg y de 1400 kg, identificada como azúcar con mayor grado de pureza y aporta numerosas cualidades.

Según (Weiner & Cavero, 2005):

La sacarosa es un disacárido formado por una molécula de glucosa y una fructuosa, que se obtiene principalmente de la caña de azúcar o de la remolacha. El 27% de la producción mundial se realiza a partir de remolacha y el 73% a partir de la caña de azúcar.

Para que la obtención de azúcar sea eficiente y pueda generar producto de calidad superior, es necesario que la azúcar como tal tenga un nivel de pureza alto, esto como consecuencia de un control de descarte de impurezas antes de que sea sometido a proceso. Y es precisamente el sistema de lavado que juega una importante labor, debido a que permite evacuar las impurezas conocidas como materias extrañas tanto vegetales como minerales. En esta descripción del producto, se especifica la descripción de los sistemas de limpieza en seco, con el objetivo de poder entender su funcionamiento y mecanismo.

4.1.1 ESPECIFICACIONES DE SISTEMA DE LIMPIEZA DE CAÑA EN SECO

Los sistemas de limpieza en seco generalmente son de tipo mecánico (cribado) o de ventilación, y en otros casos combinados. La decisión de cuál es la mejor opción, depende de las características del ingenio en donde se desea implementar, el tipo de maquinaria existente, el tipo de producto, disposición de área para instalación de equipo y por supuesto la inversión a lo que se está dispuesto a invertir. A continuación se describen los sistemas de limpieza en seco que se pudieran aplicar en AZUNOSA para la mejora del proceso de limpieza.

4.1.1.1 SISTEMA DE CRIBADO

El cribado se define como una operación de clasificación por tamaño de dimensiones y formas variadas, obligándolos a enfrentarse a una superficie con aberturas que permitirá el paso de aquellos granos con dimensiones inferiores al tamaño de la apertura y reteniendo los de tamaño superior. (Marquez, 2015). Los sistemas de cribado son utilizados para varios rubros, ya que su función consiste en clasificar contenidos de acuerdo a su tamaño.

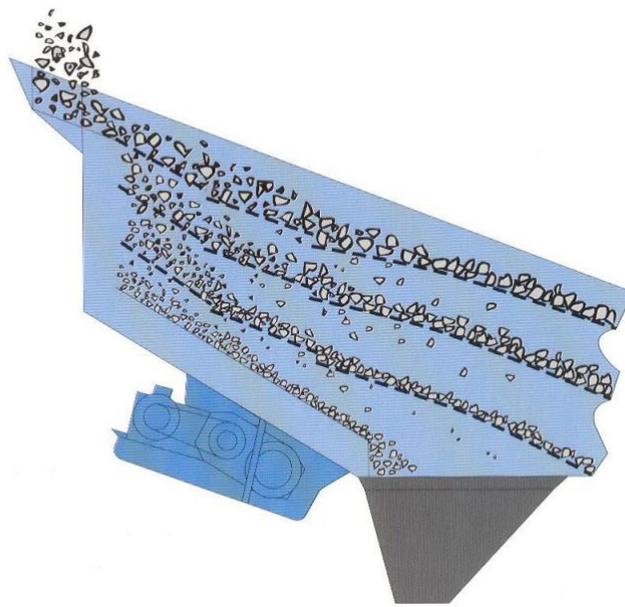


Figura 10: Escriba de varias bandejas.

Fuente: (Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), 2019)

En la figura 10, se muestra el esquema de operación de clasificación por tamaños en una escriba de varias bandejas, en donde se observa una sola entrada de material con diversas salidas ya clasificadas de acuerdo a tamaño. No todos los sistemas tienen la misma forma, sin embargo cuentan con el mismo principio para poder separar por diferenciación de tamaño cada partícula. Para la industria azucarera se recomienda como sistema de cribado el de chapas perforadas ya que se emplea en situaciones donde la superficie debe ser capaz de resistir tamaños de materia importantes en este caso la caña de azúcar y tienen una mayor vida útil que los sistemas de mayas metálicas.

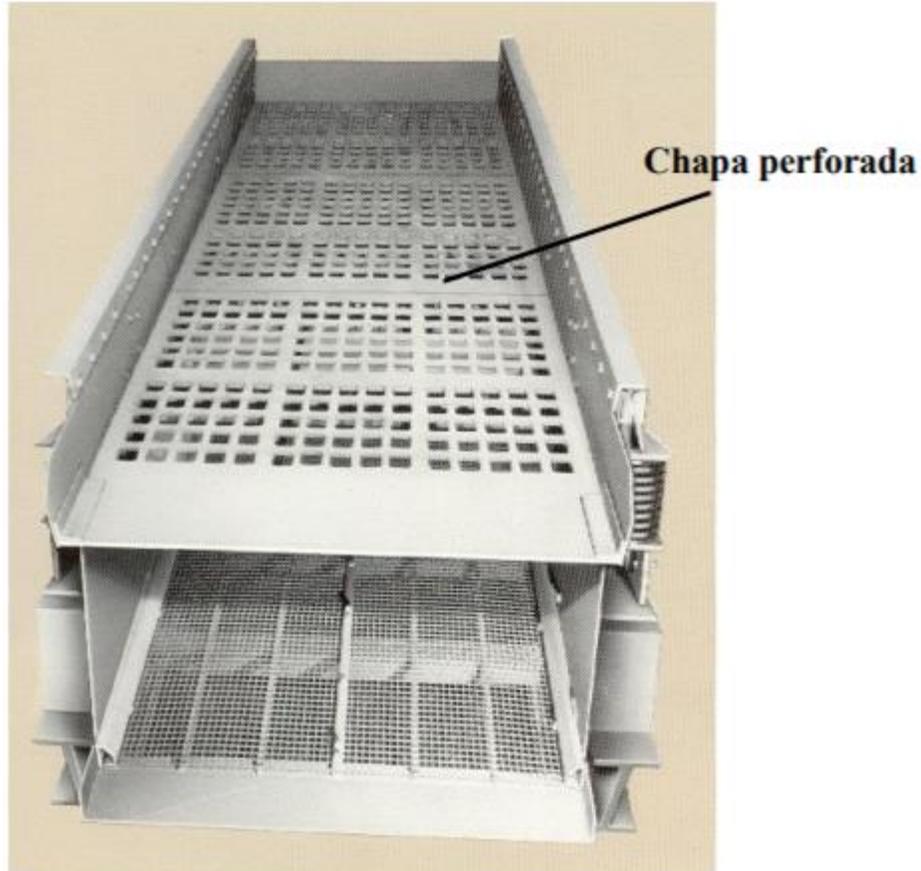


Figura 11: Criba con chapa perforada

Fuente: (Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), 2019)

En la figura 11, se muestra un modelo de Criba con chapa perforada, este tipo de sistema tiende a presentar menor superficie libre que las mallas metálicas (otro tipo de Criba), sin embargo esto tiene como ventaja mayor precisión de cribado y menores problemas de cegamiento. A su vez, los tamaños y formas de las perforaciones de las chapas pueden variar a solicitud del cliente tomando en consideración el producto a tratar en la misma.

Otro sistema es conocido como Trómel, son tambores cilíndricos constituidos por una armadura cilíndrica perforada o por paneles de malla ensamblados, por los que pasarán aquellos granos de dimensiones inferiores. El rechazo es transportado a través de su interior hasta salir por el extremo del equipo. El movimiento del material se lo proporciona el giro y la inclinación del tambor.(Márquez, 2015)

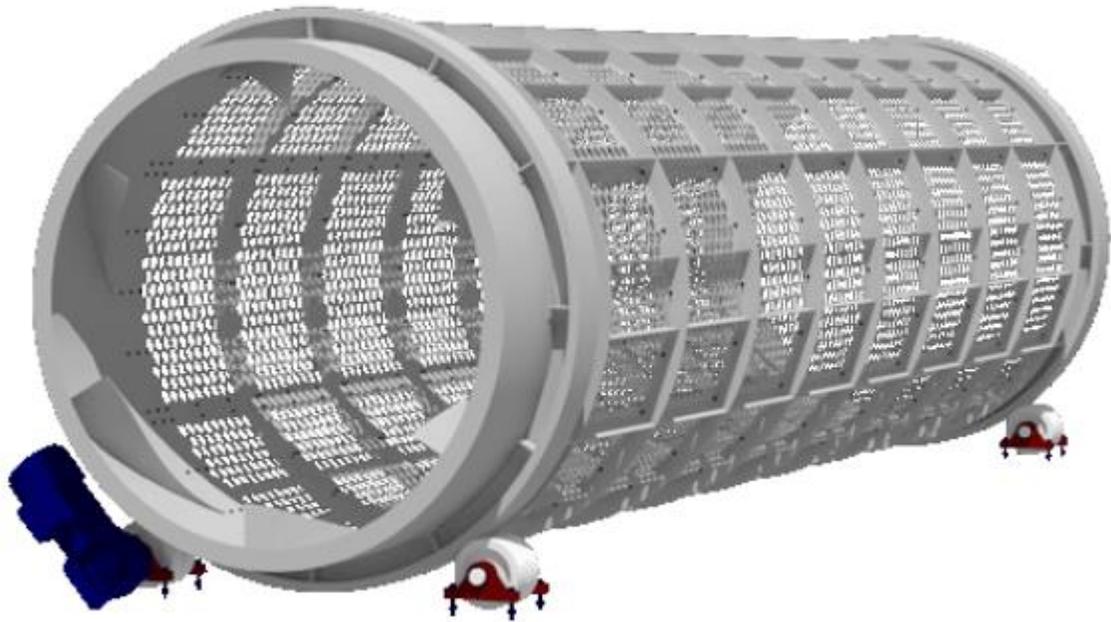


Figura 12: Trómel

Fuente: (GAMQHER Environmental, 2019).

En la figura 12, se muestra un estilo de trómel donde se observa la forma cilíndrica que lo caracteriza. En este caso los materiales extraños que se desean rechazar del producto a clasificar, son expulsados con la fuerza de oscilación con la que trabaja el equipo. El movimiento del material se lo proporciona el giro e inclinación del tambor.

Los principales factores que deben ser tomados en cuenta para la implementación de un sistema de cribado son los siguientes:

- 1) Dimensión de la malla
- 2) Forma de aberturas
- 3) Dimensión relativa entre las partículas y la malla
- 4) Angulo de ataque de las partículas
- 5) Humedad
- 6) Espesor de la capa de material
- 7) Movimiento de la criba

4.1.1.2 SISTEMA DE VENTILACIÓN

La ventilación es una técnica para sustituir el aire ambiente interior de un recinto, el cual se considera indeseable por falta de temperatura adecuada, pureza o humedad, por otro que aporta una mejora. Esto es logrado mediante un sistema de inyección de aire y otro de extracción, provocando a su paso un barrido o flujo de aire constante, el cual se llevará todas las partículas contaminadas o no deseadas; actualmente es el sistema de limpieza en seco con mayor auge debido a sus resultados (Marquez, 2015).

El mecanismo de ventilación más utilizado en las operaciones limpieza de caña en seco es el ventilador centrífugo. El ventilador centrífugo es un aparato que impulsa aire a lo largo de un cuerpo, seguidamente es desviado en forma radial de dicho eje, el aire se reúne en una carcasa y se dirige en una sola dirección. Estos se necesitan que funciones a presiones de 25.5 kPa y caudales hasta de 1,000 m³/s.

Los principales factores que deben ser tomados en cuenta para la implementación de un sistema de ventilado centrífugo son los siguientes:

- 1) Caudal
- 2) Presión
- 3) Rendimiento

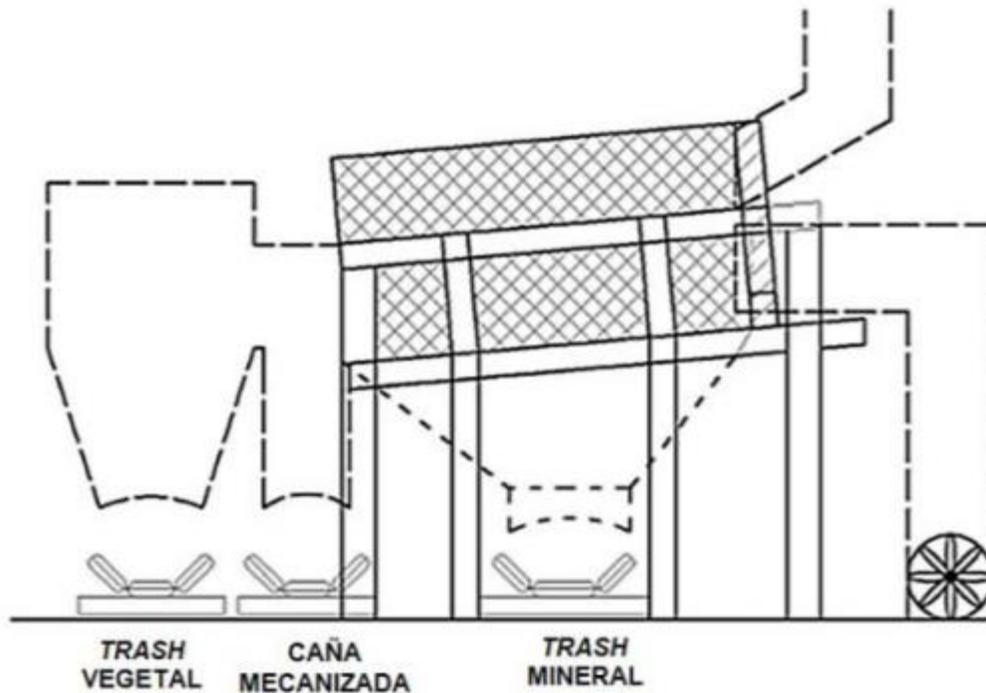


Figura 13: Sistema de limpieza de caña con ventilación.

Fuente: (Marquez, 2015)

En la figura 13, se muestra el esquema de cómo trabaja un sistema de limpieza en seco por medio de ventilación. En este esquema, la entrada de la caña es por medio de la parte superior derecha, cae en un ducto donde un ventilador genera un flujo de aire y debido a la densidad de la materia extraña vegetal (trash vegetal) es suspendido por el flujo de aire y arrastrado al contenedor final, la materia extraña mineral (trash mineral) cae por debajo del ducto y la caña es depositada al salir del ducto, ya sin ambas materias extrañas.

4.2 DEFINICIÓN DEL MODELO DE NEGOCIOS

El modelo de negocios es considerado como la planificación de las etapas que una empresa realizará para generar un tipo de ingreso y/o beneficio.

Se relaciona con la forma en la que un negocio hace dinero, entrega valor a los clientes; hace referencia a la lógica de la compañía, es estático, no reflexivo, no es una descripción de la receta para el cambio y se centra en la oportunidad (Palacios & Duque, 2011).

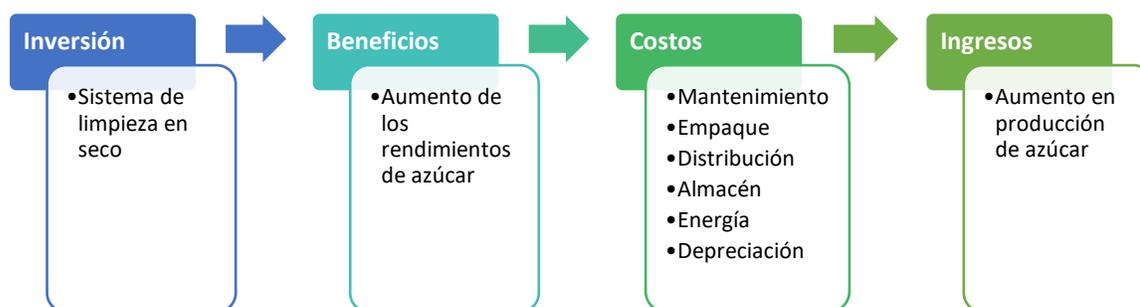


Figura 14: Diseño metodológico

En la figura 14, se muestra la propuesta de modelo de negocio para la inversión en el proceso de limpieza de caña en seco para el caso de AZUNOSA. Al realizar dicha inversión se espera un incremento en los rendimientos de azúcar, lo que se traduce a un mejor aprovechamiento de la materia prima del ingenio, así como una reducción en el uso de agua aportando beneficios al ambiente. La inversión como tal puede generar otros beneficios, sin embargo en el modelo de negocio presentado solo se estipuló los indicadores que pueden ser medidos actualmente.

4.3 ESTUDIO TÉCNICO

El estudio técnico permite analizar los datos técnicos e históricos con los que AZUNOSA ha trabajado y sirven de base de cálculo para conocer las pérdidas de azúcar y realizar las proyecciones de recuperación con el cambio de método, de este modo determinar las mejoras en proceso desde la partes técnica, la cual partirá el estudio financiero. En esta sección se detalla el diagrama de flujo del proceso, así como las especificaciones de la inversión necesaria para el proceso de limpieza de caña.

4.3.1 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE AZÚCAR

El proceso de elaboración de azúcar de AZUNOSA se presenta como un diagrama, en donde se observan los diferentes procesos de transformación de la materia prima comenzando por el proceso de preparación de caña, molienda, generación de vapor y electricidad, calentamiento, clarificación, filtración, evaporación, cristalización y centrifugación, y por último secado, obteniendo así el producto final. Este estudio técnico se enfoca en la primera fase de preparación de caña en donde se centra el sistema de lavado a evaluar.

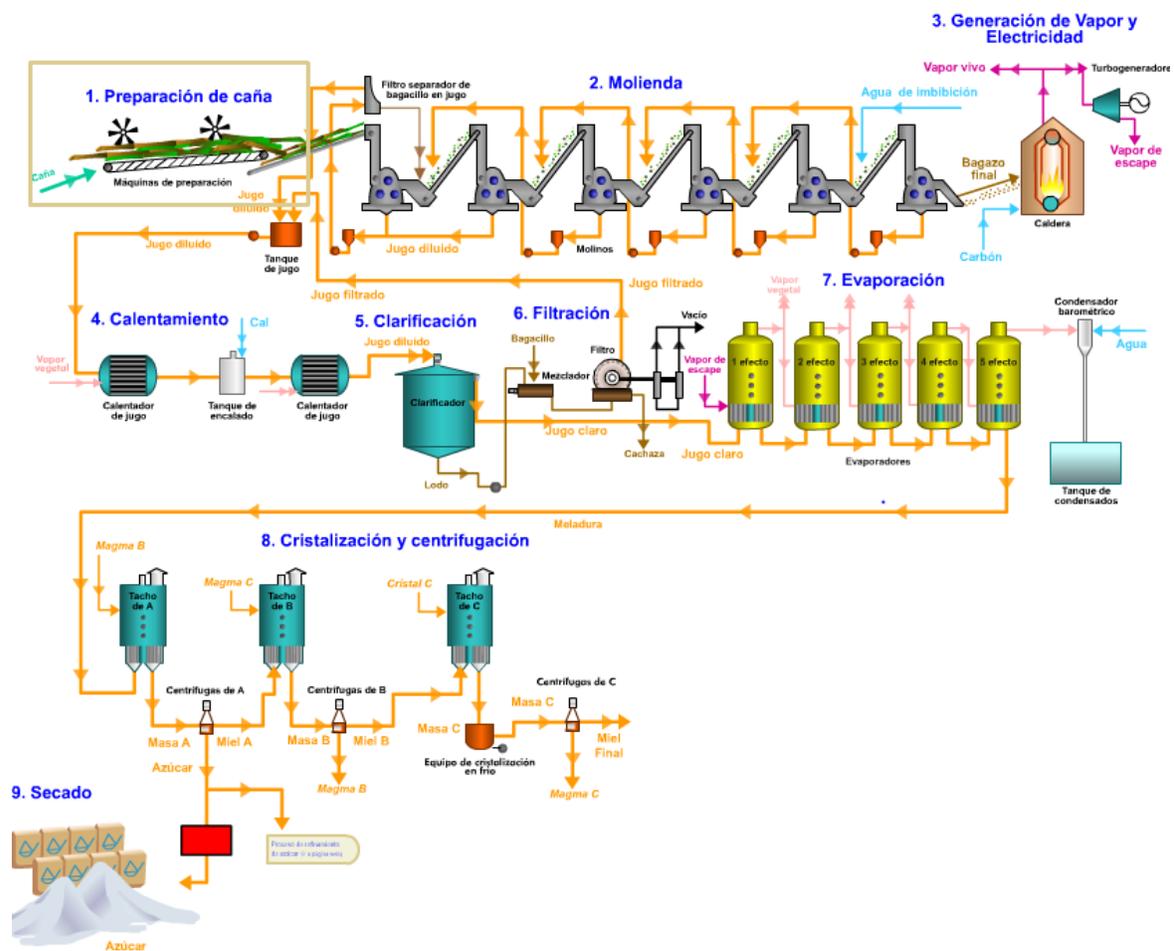


Figura 15: Flujo de fabricación de azúcar.

Fuente: (AZUNOSA, 2019)

La figura 15, muestra el proceso de elaboración de azúcar, indicando cada etapa en forma secuencial descrita anteriormente, mostrando de manera gráfica el proceso general de producción de azúcar. Esto permite visualizar el macro del proceso productivo tomando en relación que el enfoque del estudio está radicado en la primera parte del proceso para su evaluación de mejora, descrito en la siguiente sección.

4.3.2. PREPARACIÓN DE CAÑA

El proceso de preparación de caña en AZUNOSA empieza desde el pesado de la caña, en esta etapa se pesa la caña junto con la materia extraña que proviene del campo, para ser volteadas en las mesas de caña. Es en esta parte del proceso en donde se realiza la limpieza de caña de azúcar y así alimentar el conductor y las niveladoras de alimentación de caña, posterior se agrega agua caliente para ayudar en el picado y desfibrado de la misma, en donde se pica la caña en trozos más pequeños y se hace un rompimiento de la fibra para exponer la sacarosa, esta sacarosa ser extraída en la molienda.

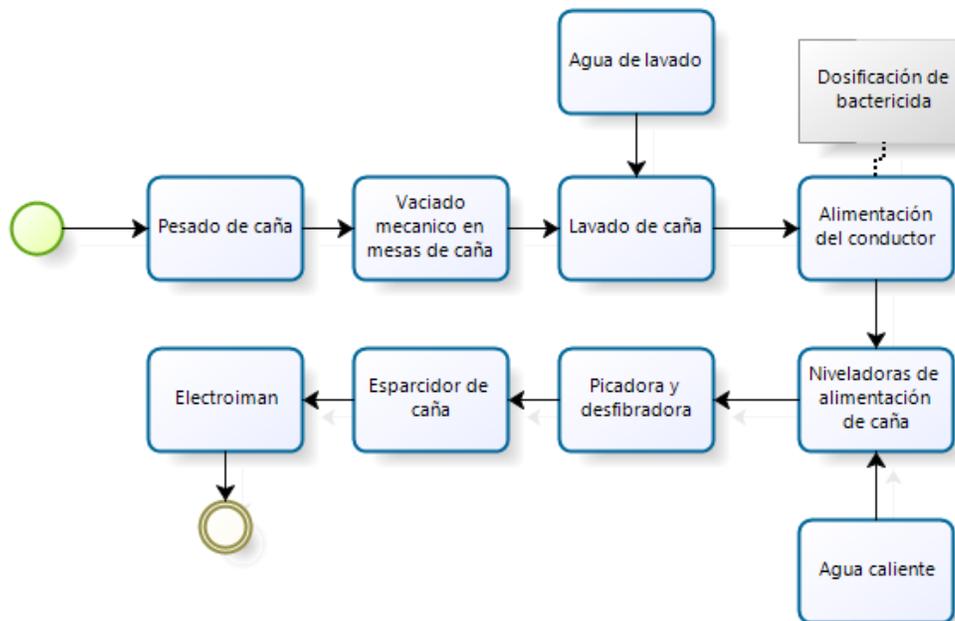


Figura 16: Proceso de preparación de caña.

Fuente: (AZUNOSA, 2019)

En la figura 16 se muestra un diagrama de flujo del proceso de preparación de caña que se emplea en AZUNOSA, se observa como parte de las entradas de este proceso es el agua la cual se utiliza para limpieza de caña y también para ayudar como pre-maceración. La sección relevante a considerar es específicamente el lavado de caña, el cual es realizado en la actualidad por medio de agua y proceso a describir a continuación.

4.3.3 SISTEMA DE LIMPIEZA DE CAÑA HÚMEDO

La limpieza de caña en húmedo en AZUNOSA se realiza en las mesas alimentadoras y en el conductor de caña, mediante un sistema de tuberías de agua alimentadas por una bomba con agua proveniente del canal Tambambur, esto se realiza para eliminar parte de la materia extraña mineral que proviene del campo y con la presión de aplicación de agua se remueve parte de la materia extraña vegetal en las mesas de caña inclinadas. Esta limpieza no se realiza siempre ya que, como se indicó en secciones anteriores depende del clima y de la calidad de materia prima recibida, la decisión de utilizar agua para limpiar la caña se realiza mediante la medición de sólidos sedimentables utilizando la prueba de Imhoff, esto se hace para proteger tanto la calidad de los juegos como la calidad de bagazo para alimentar la caldera. El agua que se utiliza en este proceso arrastra azúcar la cual no solo ocasiona pérdidas si no aumenta la demanda biológica de oxígeno en el sistema de tratamiento de aguas residuales.

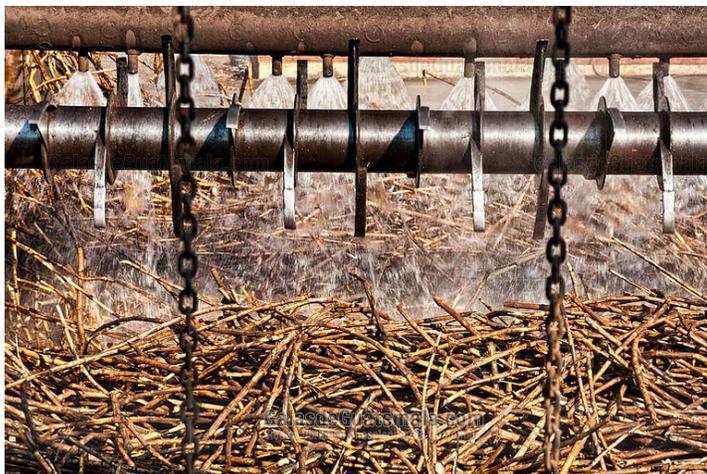


Figura 17: Limpieza de caña con agua en AZUNOSA

Fuente: (AZUNOSA, 2019)

En la figura 17, se observa la utilización de agua por medio de tuberías ubicadas en la parte superior en las mesas de caña, en este proceso se utilizan grandes cantidades de agua que se traducen en pérdidas de sacarosa.



Figura 18: Canales de desagüe del proceso de lavado de caña

Fuente: (AZUNOSA, 2019)

En la figura 18, se observa el agua que va hacia el tratamiento de agua residual, la cual contiene cantidades de sacarosa lo que provoca un aumento en la demanda biológica de oxígeno (DBO) del sistema y a su vez pérdidas para la empresa.

A continuación, se detallan las ventajas y desventajas que ha observado AZUNOSA del actual proceso:

Ventajas:

- 1) Elimina más del 90% de la materia extraña mineral
- 2) No tiene costo en mantenimiento de la red de distribución del sistema
- 3) Reduce el desgaste de los molinos

Desventajas:

- 1) No es muy eficiente para la eliminación de materia extraña vegetal
- 2) Aumento de DBO al efluente de descarga

- 3) Pérdidas de sacarosa
- 4) Alto consumo de agua

4.3.3.1 MEDICIÓN

Para poder conocer la parte técnica se realizaron una serie de mediciones y recopilación de datos de zafras anteriores, en esta dimensión se definieron tres indicadores los cuales son base para realizar los cálculos de los que partirá la comprobación de las pérdidas de azúcar por método actual de limpieza de caña con agua.

4.3.3.2 CANTIDAD DE CAÑA

La caña en AZUNOSA es obtenida de las fincas propias y arrendadas que suman un área de más de 11,000 manzanas (7,670.85 Ha). La caña es cortada de forma manual y mecanizada, es llevada al ingenio y a este proceso se conoce como alce y transporte; es en este proceso donde se obtiene la mayor parte de la materia extra ya sea mineral o vegetal, para posteriormente ser pesadas en las basculas cañares, dichas basculas cuentan con su certificado de calibración para validar los pesajes.

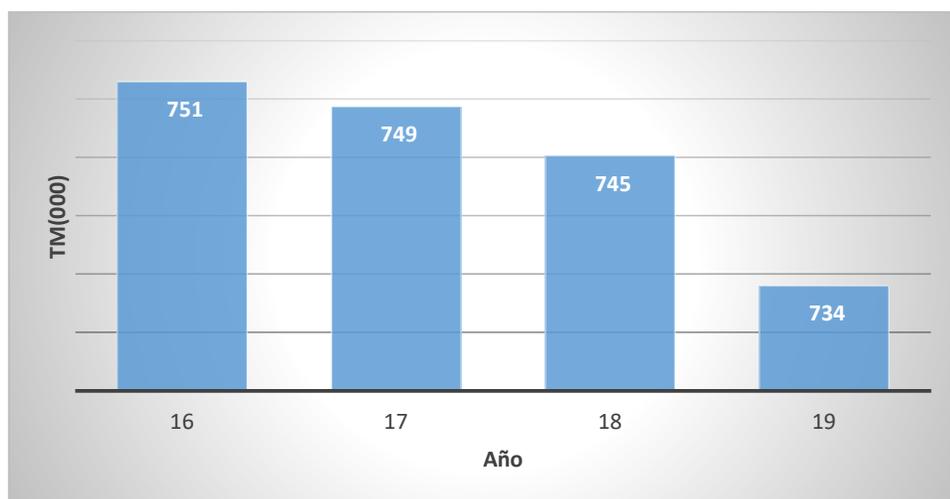


Figura 19: Toneladas métricas cosechadas en los últimos 4 años

Fuente: (AZUNOSA, 2019)

En la Figura 19, se muestra la cosecha en tonelada métrica de caña en los últimos 4 años, en donde se ha observado una reducción debido a condiciones climáticas y a mejoras de proceso por medio de un efecto del aumento de la concentración de sacarosa en la caña haciendo que esta pierda peso en agua. El objetivo de todo ingenio es poder mejorar rendimientos, en otras palabras cosechar menos caña obteniendo más azúcar.

4.3.3.3 CANTIDAD DE AGUA DE LAVADO

El agua de lavado se utiliza en el proceso de preparación de caña con el objetivo de eliminar impurezas o materia extraña de la caña que está destinada a la molienda. En AZUNOSA el agua es suministrada por una bomba de 3,500 gal/min (794.85 m³/h) esta se vierte directamente sobre la caña tanto en las mesas de alimentación como en el conductor de caña.

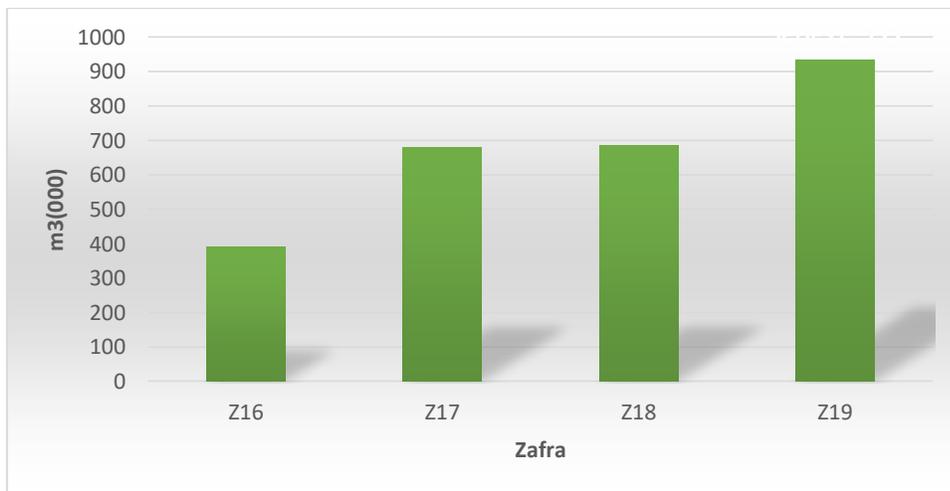


Figura 20: Cantidad de m³ de agua utilizada en el lavado por zafra.

Fuente: (AZUNOSA, 2019)

En la Figura 20, se observa como el lavado de caña en el proceso de preparación ha aumentado con el tiempo (zafras), como se planteó en capítulos anteriores esto implica que existe una pérdida mayor de sacarosa en este proceso la cual impacta en los rendimientos de la empresa, que a pesar de estar disminuyendo la cantidad de caña cosechada, está aumentando la cantidad de caña lavada, lo que viene a impactar directamente al rendimiento de azúcar por la pérdida de

sacarosa. Esto indica que de seguir con la tendencia de lavar más caña, incrementará la pérdida de sacarosa.

4.3.3.4 CANTIDAD DE CAÑA LAVADA CON AGUA

Para conocer cuántas toneladas métricas de caña se lavan, se necesita realizar una operación matemática que comprende la siguiente fórmula:

$$TM \text{ Caña Lavada} = \frac{m3 \text{ de agua de lavado} * \text{molienda por hora}}{\text{Flujo de agua de lavado}}$$

Tabla 6: Cantidad de agua de lavado y caña lavada

| | m3 de Agua (000) | TM de Caña Lavada (000) |
|-----|-----------------------------|------------------------------------|
| Z16 | 390.695 | 84.511 |
| Z17 | 680.007 | 173.121 |
| Z18 | 685.545 | 170.736 |
| Z19 | 932.545 | 210.066 |

Fuente: (AZUNOSA, 2019)

En la tabla 6, se muestra el resultado de la fórmula aplicada anteriormente en los datos de consumo de agua correspondiente a la zafra del 2016, 2017, 2018 y 2019 (descritos en la figura 16). En donde se expone, el crecimiento de toneladas métricas lavadas en cada zafra; lo que indica que de seguir la tendencia de crecimiento, generará un mayor gasto de agua a futuro y por ende afecta los costos. Esto se interpreta que está empeorando, porque a medida que pasa el tiempo, se está requiriendo lavar más caña a pesar de que se está disminuyendo la cantidad de caña cosechada, siendo esto un aumento en costos.

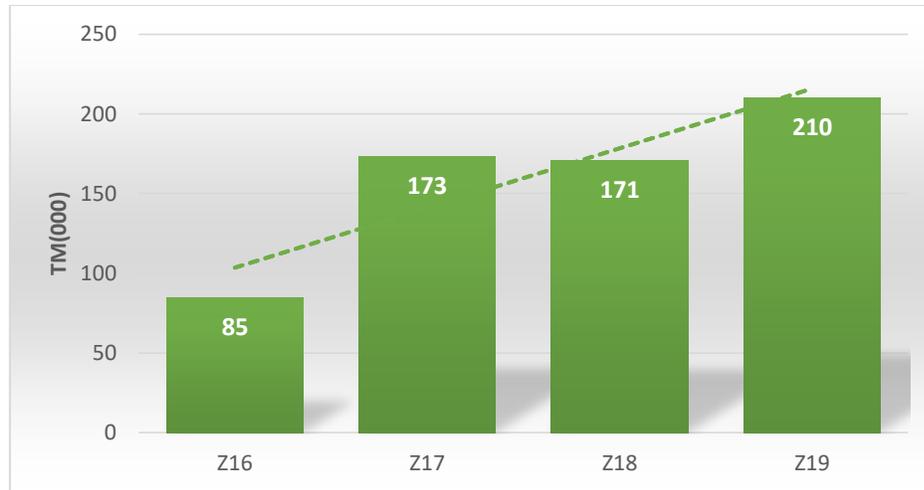


Figura 21: Toneladas métricas de caña lavada por zafra

Fuente: (AZUNOSA, 2019)

En la figura 21, se observa que pese a que la cantidad de caña que ha ingresado a AZUNOSA ha disminuido en los últimos años, la cantidad de caña que se ha lavado ha ido aumentando. Esto indica que a medida que pasa el tiempo, la necesidad de lavar caña irá en aumento (tal como se puede observar se tiene una pendiente positiva en crecimiento) y si se espera sistematizar ó adquirir nuevas tecnologías para corte mecanizado, así como enfrentar a futuras regulaciones ambientales que regulan las áreas de quema de caña, la tendencia al lavado de caña irá en crecimiento.

4.3.3.5 CONCENTRACIÓN DE SACAROSA EN EL AGUA DE LAVADO

La concentración de sacarosa (POL) en el agua de lavado es medida directamente en las muestras de agua tomadas en los drenajes de las mesas y conductor de caña. Estos datos son necesarios para conocer el total de sacarosa perdida durante cada zafra a través de los drenajes y son base para calcular cuánto se podrá recuperar eliminando el agua en la limpieza e implementando una limpieza en seco.

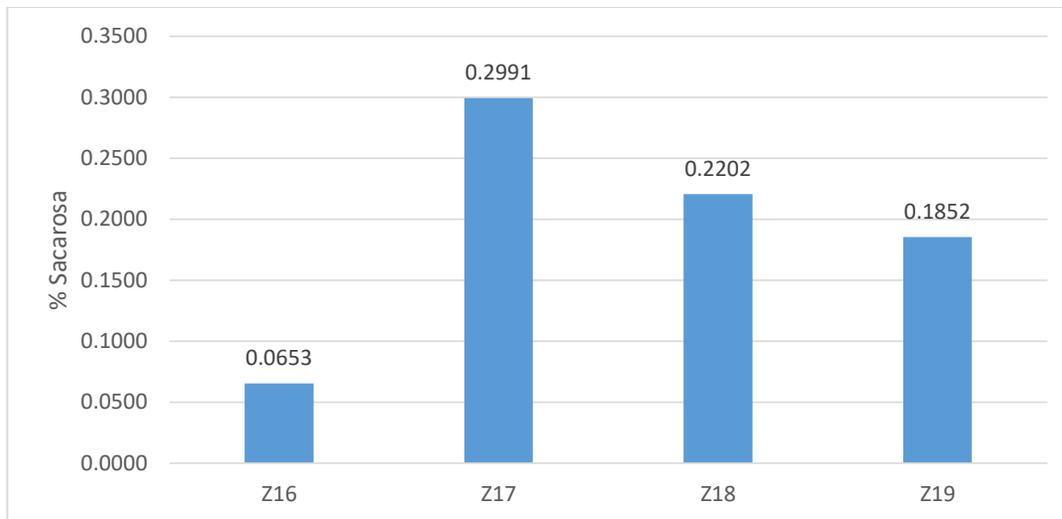


Figura 22: Porcentaje (%) de sacarosa promedio en el agua de lavado de caña por zafra

Fuente: (AZUNOSA, 2019)

En la Figura 22, se muestra un promedio por zafra del porcentaje (%) de sacarosa que contiene el agua perteneciente al lavado de caña, estos resultados son medidos por el método de Braunschweig de polimetría directa en el laboratorio de AZUNOSA, este efectivamente indica que a partir de la zafra del año 2017 hubo un incremento en la pérdida de sacarosa, y aunque muestre una tendencia a la reducción, sigue representando una disminución de la sacarosa que ingresa al proceso afectando tanto los rendimientos de la caña como la producción de azúcar, representando un 0.1852% de pérdida de sacarosa para la zafra del año 2019 en el proceso de lavado.

4.3.3.5 INDICADORES DE ÚLTIMA ZAFRA

Considerando que en la última zafra en AZUNOSA representó la menor cantidad de toneladas cosechadas de los últimos cuatro años, sin embargo también representó la cantidad más alta de lavado de la misma, a continuación se presentan algunas estadísticas de la última zafra (año 2019) por mes, con el fin de comprender y detallar las razones por la que se está presentando dicho fenómeno.

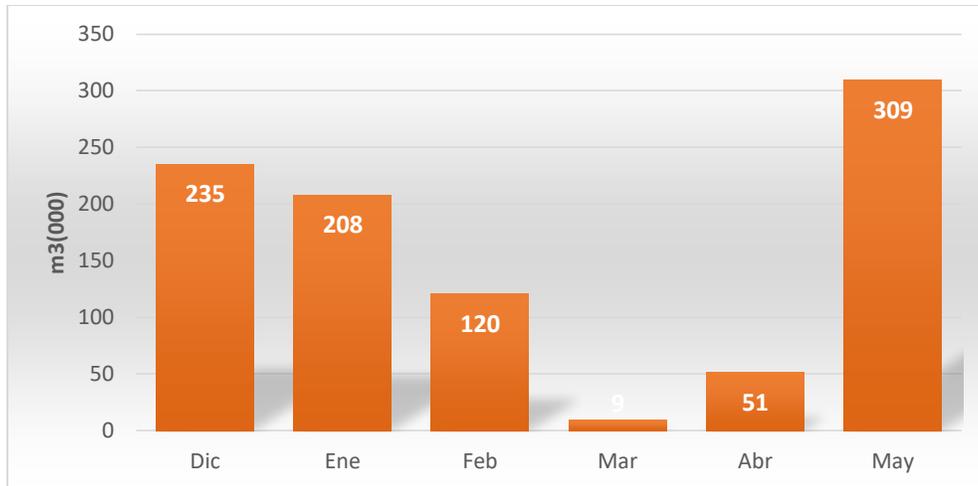


Figura 23: Cantidad de m³ de agua utilizada por mes en la zafra 19

Fuente: (AZUNOSA, 2019)

En la Figura 23, se observa la cantidad de agua utilizada para el lavado de caña, y se evidencia como la necesidad de lavado de caña se comporta a lo largo de la zafra durante los meses de inicio de la misma, los cuales coinciden con la finalización del invierno y se tiene un alto consumo de agua al igual que el último mes de la zafra (Mayo, considerado para las primeras lluvias en el sector tropical), también se observa como disminuye su uso en verano; esto se debe a que cuando hay estación lluviosa la recolección de caña viene con mayor contaminación por parte de materia extraña mineral, lo que en caso de no remover con agua bajaría el rendimiento de la azúcar ya que afecta su porcentaje de pureza (tal como se explicó en la figura 4).

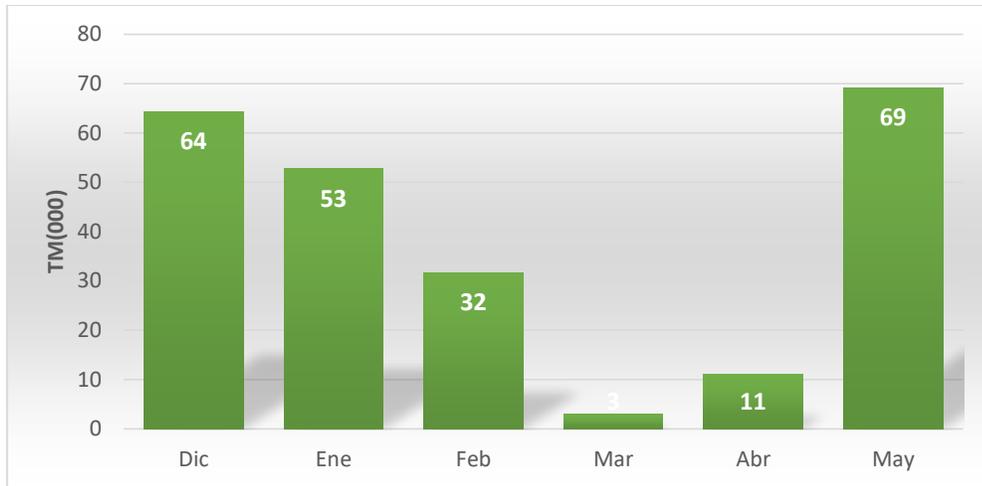


Figura 24: Toneladas métricas de caña lavada por mes en la zafra 19

Fuente: (AZUNOSA, 2019)

En la Figura 24, se observan las Toneladas Métricas de caña lavada por mes durante la zafra del año 2019, las cuales tienen una fuerte relación con la cantidad de agua utilizada en el lavado y las tendencias en los meses que más se utiliza. A pesar que este año fue considerado por sequía, el período de zafra concuerda con parte de la época lluviosa del país, lo que tiende a elevar el uso de lavado con agua.

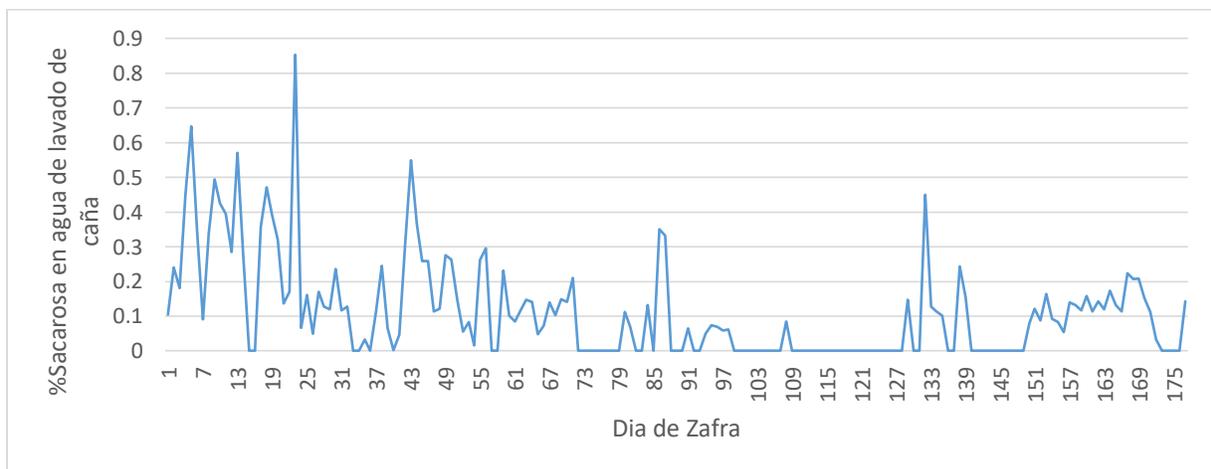


Figura 25: Gráfico de porcentaje de sacarosa por día de zafra 2019

Fuente: (AZUNOSA, 2019).

En la figura 25, se presenta el comportamiento del porcentaje de sacarosa en el agua de lavado, esto demuestra concordancia con los dos gráficos anteriores (Figura 19 y Figura 20) en los que los primeros días de la zafra se encontró mayor porcentaje de sacarosa debido a la utilización del agua en la limpieza de la caña. Al igual que el comportamiento del agua utilizada aumenta debido a las condiciones del proceso y climáticas, el mismo efecto, pero en menor grado se observa al final de la zafra cuando empiezan las lluvias para el caso del porcentaje de sacarosa.

4.3.3.5 RENDIMIENTOS OBTENIDOS CON SISTEMA HÚMEDO

A partir de los datos obtenidos anteriormente se calcula la pérdida estimada de sacarosa en el proceso de limpieza de caña actual de AZUNOSA y la pérdida en rendimiento (Tabla 7), por lo que se realizaran los siguientes cálculos:

Para cantidad de azúcar:

$$Perdida\ de\ Azúcar = \frac{m3\ de\ agua\ de\ lavado * \% Sacarosa\ en\ agua\ de\ lavado}{0.997279329608938} * \rho_{agua}$$

Para pérdida de rendimiento de azúcar por lavado con agua de caña:

$$Rendimiento\ de\ azúcar = \frac{Perdida\ de\ azúcar}{TM\ de\ caña\ lavada}$$

Donde el factor 0.997279329608938 es una constante para conversión de sacarosa a azúcar blanco y ρ_{agua} es la densidad del agua a 20 °C.

Tabla 7: Cantidad de azúcar y rendimiento perdido en lavado de caña con agua

| Zafra | Cantidad de agua de lavado M3 | %Sacarosa en Agua de Lavado | TM Azúcar | qq Azúcar | Cantidad de Caña Lavada TM | Kg Azúcar/TM de caña | Lb Azúcar/TM de Caña |
|-------|-------------------------------|-----------------------------|-----------|-----------|----------------------------|----------------------|----------------------|
| Z16 | 390,695.27 | 0.0653 | 255.81 | 5,639.56 | 84,510.75 | 3.03 | 6.05 |
| Z17 | 680,007.42 | 0.2991 | 2,039.48 | 44,962.76 | 173,120.75 | 11.78 | 23.56 |
| Z18 | 685,544.88 | 0.2202 | 1,514.00 | 33,377.93 | 170,735.95 | 8.87 | 17.73 |
| Z19 | 932,544.52 | 0.1852 | 1,732.12 | 38,186.65 | 210,065.63 | 8.25 | 16.49 |

En la tabla 7, se muestra los resultados obtenidos del porcentaje de sacarosa encontrado en el agua utilizada para lavar la caña, y tomando de referencia la cantidad de agua en metros cúbicos utilizados, se obtiene las toneladas de azúcar pérdidas por cada zafra en el agua. Para determinar un rendimiento, se consideró dicha pérdida de azúcar contra la cantidad de caña lavada, y se determinó los kilogramos perdidos por tonelada de caña lavada.

Para AZUNOSA, la pérdida de azúcar por el sistema de lavado utilizado, ya está considerado como pérdida del proceso, sin embargo no es analizado para evaluar la eficiencia de recuperación de azúcar. Para poder determinar la pérdida, es necesario conocer la data histórica de producción de los últimos años, estos datos permitirán proyectar y calcular estimados futuros de producción de azúcar.

Tabla 8: Datos históricos de producción de AZUNOSA.

| <i>Año</i> | Caña TM (000) | Azúcar kg (000) | Rendimiento kg/TM | Eficiencia de Recuperación |
|------------|--------------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| 2016 | 751 | 68,339 | 90.94 | 79% |
| 2017 | 749 | 67,219 | 89.70 | 78% |
| 2018 | 745 | 67,759 | 90.94 | 79% |
| 2019 | 734 | 69,686 | 94.94 | 81% |

En la tabla 8, se muestra la cantidad caña procesada y los kilogramos de azúcar obtenida de dicha caña, generando así el rendimiento de kilogramo por tonelada procesada; posteriormente se muestra los porcentajes de eficiencia de recuperación de azúcar obtenidos en las últimas cuatro zafras, que representa cuanta azúcar es obtenida de lo que se tenía previsto según el aporte de sacarosa medida por la caña procesada. Este porcentaje es obtenido por las diferentes pérdidas que se generan durante todo el proceso de producción, desde la preparación de caña hasta sacar el producto final.

4.3.4 SISTEMA DE LIMPIEZA DE CAÑA EN SECO

La limpieza en seco consiste en equipos estacionarios ubicados en el inicio del proceso de preparación de caña, específicamente en las mesas de caña; estos utilizan sistemas mecánicos o de ventilación para la separación de materia extraña eliminando técnicas como el quemado o lavado con agua (Lewinski, 1993). La implementación de este sistema tiene como principales objetivos la reducción de la utilización de agua y la reducción de pérdidas de sacarosa aumentando consigo los rendimientos actuales de AZUNOSA. A continuación, se detallan las ventajas y desventajas de la propuesta para AZUNOSA de un sistema de limpieza de caña en seco:

Ventajas:

- 1) Eliminación de uso de agua.
- 2) Eliminación de descargas al sistema de tratamiento de agua con alta DBO.
- 3) Reducción de pérdidas de sacarosa para el proceso.
- 4) Bajo costos de mantenimiento.
- 5) Buena eliminación tanto de materia extraña mineral como de vegetal.
- 6) Mejora la calidad de los jugos extraídos en la molienda.

Desventajas:

- 1) Implementación de una rueda en el apilador de la maquina alzadora.
- 2) Requiere una nueva forma de operar la mesa de caña.

El sistema de propuesto de limpieza en seco, es mediante un sistema de ventilación debido a que es un sistema que permite mejor la remisión de la materia extraña vegetal, esta materia extraña ira en aumento debido a las futuras leyes y tendencias ambientales, las cuales limitarán la quema para el corte de caña en adición de la creciente adquisición de tecnologías cambiando al corte mecanizado. Para la selección de la ingeniería y la maquinaria necesaria se realizó consultas a proveedores de dichas tecnologías a BOSCH Trading para la ingeniería y diseño; y a T&L Technology para la compra de la maquinaria.

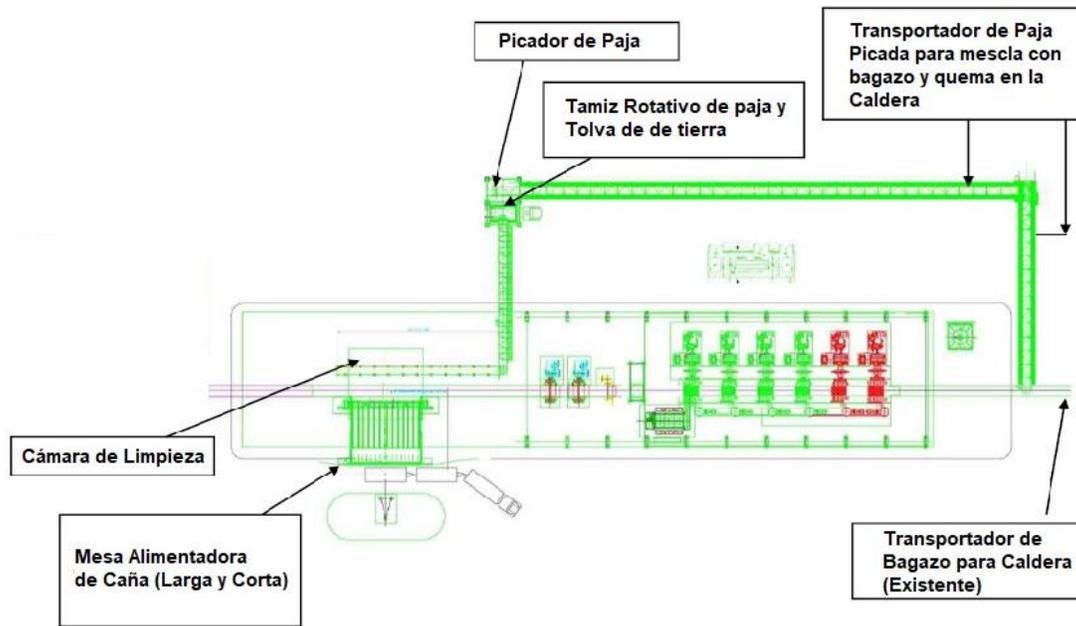


Figura 26: Vista superior de flujograma del sistema de limpieza en seco

Fuente: (AZUNOSA, 2019)

En la figura 26, se observa el flujograma del sistema de limpieza propuesto por ventilación desde una vista superior, donde se observa la adecuación y distribución del sistema en la línea actual, la cual se complementa con la figura 27 para una mejor apreciación.

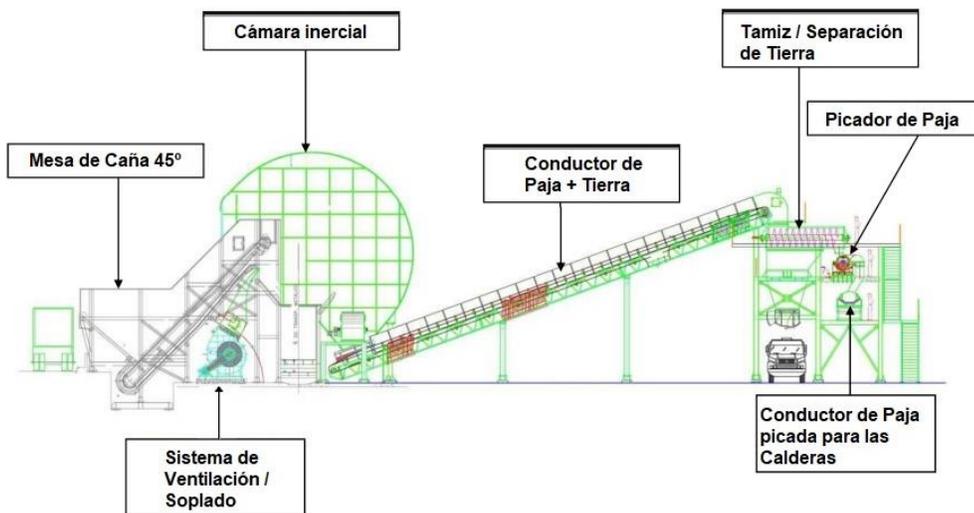


Figura 27: Vista frontal de flujograma del sistema de limpieza en seco

Fuente: (AZUNOSA, 2019)

En la figura 26 y figura 27, se muestra el diseño que será implementado en AZUNOSA para la implementación del sistema de limpieza de caña en seco, este diseño trae consigo modificaciones en la maquinaria actual con la que cuenta la empresa, principalmente en las mesas de volteo de caña y adicional un sistema para el tratamiento de la materia extraña removida de la limpieza. Para la implementación del sistema de limpieza en seco, es necesario conocer las necesidades específicas, proceso, maquinaria actual y distribución de la misma para que el proveedor por medio de su equipo de ingeniería y desarrollo pueda adecuar un sistema específico para la empresa, que contara con los siguientes equipos:

- 1) Sistema de conductores de hule para caña
- 2) Ventiladores de sistema de soplado
- 3) Modificación de la mesa alimentadora de caña
- 4) Colador rotativo para paja y tierra
- 5) Tolva para tierra

4.3.4.1 RENDIMIENTOS PRESUPUESTADOS CON SISTEMA EN SECO

Con la implementación del sistema de limpieza en seco se sustituye el uso de agua en las mesas y conductor de caña para la limpieza, por lo que se estima que se eliminan las pérdidas de sacarosa en esta etapa; en esta sección se analizará el estimado de recuperación de azúcar que se obtendrá en el cambio de proceso, la cual es la base para calcular la factibilidad financiera. Los rendimientos de azúcar en los ingenios azucareros se calculan en base al aprovechamiento de la materia prima, la caña, y a la cantidad de azúcar generada durante la zafra.

Partiendo de los datos de la Tabla 8 “Datos históricos de AZUNOSA” y la Tabla 7 “Cantidad de azúcar y rendimiento perdido en lavado de caña con agua” visto en la sección del sistema húmedo, se realizan una serie de cálculos para conocer cuanta azúcar en total se pudo producir. Tomando de referencia que la azúcar calculada como pérdida por lavado se ve afectado

por la eficiencia de recuperación, ya que es imposible recuperar toda la azúcar. A continuación, se detalla la fórmula del cálculo realizado para calcular el aumento del rendimiento:

$$\text{Azúcar Total} = \text{Azúcar Producida} + \text{Azúcar Pérdida} * \text{Eficiencia de Recuperación}$$

Tabla 9: Rendimiento según propuesta sistema de limpieza en seco.

| Año | Kg Producción Azúcar Húmedo (000) | Eficiencia de Recuperación AZUNOSA | Kg Pérdida de azúcar (000) | Kg Azúcar Total Sistema Seco (000) | Caña TM (000) | Rendimiento Húmedo kg/TM | Rendimiento Estimado en Seco kg/TM | Aumento de rendimiento kg/TM |
|------|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|---------------|--------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| 2016 | 68,339 | 79% | 255.81 | 68,540 | 751 | 90.94 | 91.21 | 0.27 |
| 2017 | 67,219 | 78% | 2,039.48 | 68,801 | 749 | 89.70 | 91.82 | 2.12 |
| 2018 | 67,759 | 79% | 1,514.00 | 68,962 | 745 | 90.94 | 92.55 | 1.61 |
| 2019 | 69,686 | 81% | 1,732.12 | 71,090 | 734 | 94.94 | 96.85 | 1.91 |

En la tabla 9, se obtienen los resultados de la fórmula aplicada, en donde se muestra tanto la producción de azúcar obtenida en las últimas zafras con el sistema de limpieza húmedo; a la cual se le suma la eficiencia de proceso que tiene actualmente AZUNOSA, multiplicada por los kilogramos de pérdida de azúcar generados por el sistema de limpieza actual (que a su vez representan la cantidad de azúcar que se pudiera recuperar en el sistema de lavado seco), generando así los kilogramos totales obtenidos con el sistema de limpieza en seco, y los cuales se dividen entre el total de la caña procesada para calcular su rendimiento estimado, en donde se observa como aumenta el rendimiento eliminando el agua de lavado, este incremento es en promedio de 1.48 Kg/TM de caña, lo que refleja la oportunidad que se podría haber obtenido si hubiera utilizado un sistema de limpieza en seco en las zafras pasadas.

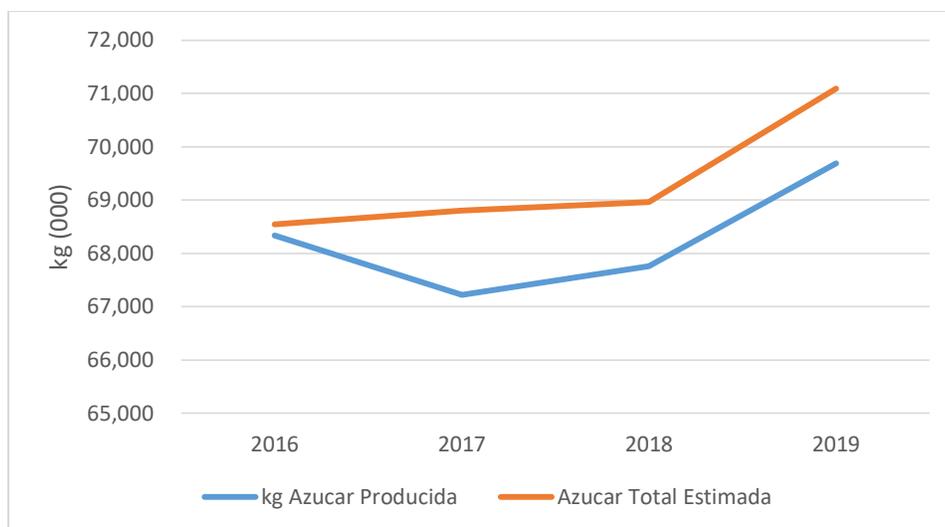


Figura 28: Producción de azúcar en ambos sistemas

En la figura 28, se observa gráficamente la producción de azúcar actual (sistema húmedo) en las últimas zafras y la producción estimada (sistema en seco), mostrando una diferencia debido a las pérdidas que genera la limpieza de caña con agua.

A continuación, se realizó una serie de estimaciones de producción para años futuros, estas estimaciones serán la base del cálculo de para las proyecciones del estudio financiero.

Tabla 10: Estimación de azúcar por método medias móviles

| Año | kg Azúcar Producida | Azúcar Total Estimada | Kg Proyectado Seco | Kg Proyectado Húmedo |
|------------|----------------------------|------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 2016 | 68,339 | 68,540 | | |
| 2017 | 67,219 | 68,801 | | |
| 2018 | 67,759 | 68,962 | 67,772 | 68,768 |
| 2019 | 69,686 | 71,090 | 68,221 | 69,618 |
| 2020 | 68,555 | 69,890 | 68,555 | 69,890 |
| 2021 | 68,821 | 70,199 | 68,821 | 70,199 |
| 2022 | 68,532 | 69,902 | 68,532 | 69,902 |
| 2023 | 68,636 | 69,997 | 68,636 | 69,997 |
| 2024 | 68,663 | 70,033 | 68,663 | 70,033 |
| 2025 | 68,611 | 69,978 | 68,611 | 69,978 |

En la tabla 10, se presentan los cálculos estimados de producción del método de limpieza húmedo y el método de limpieza seco, utilizando el método de medias móviles. En este método se calcula un promedio de los datos, dicho promedio es utilizado para la proyección del año siguiente hasta alcanzar los periodos a proyectar deseados.

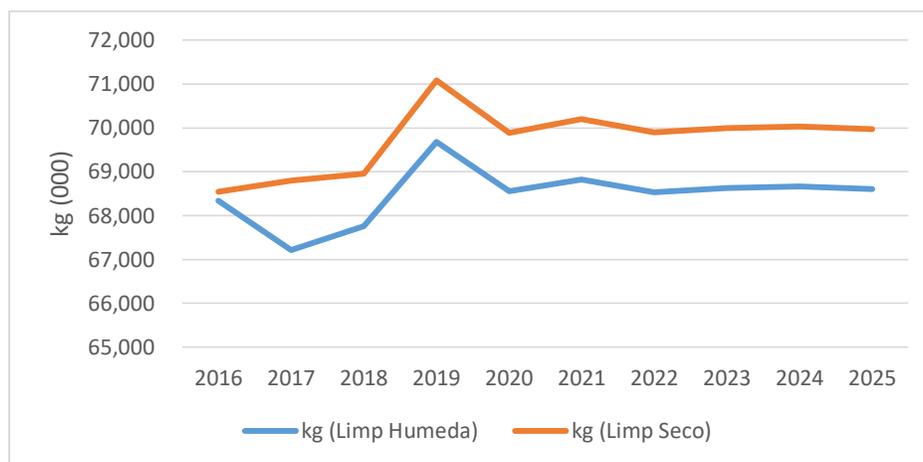


Figura 29: Estimación de producción de azúcar método de medias móviles

En la figura 29, se observa la tendencia de la producción de azúcar en ambos sistemas de limpieza de caña, estos presentan leves incrementos a lo largo del tiempo, nunca superando la máxima producción que se utilizó como base de los cálculos del estimado.

Tabla 11: Estimación de azúcar por método de promedio de incrementos

| <i>Año</i> | kg (Limpieza Húmedo) | kg (Limpieza Seco) | Incremento Sistema Húmedo | Incremento Sistema Seco |
|------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|
| 2016 | 68,339 | 68,540 | | |
| 2017 | 67,219 | 68,801 | -1.67% | 0.38% |
| 2018 | 67,759 | 68,962 | 0.80% | 0.23% |
| 2019 | 69,686 | 71,090 | 2.84% | 3.09% |
| 2020 | 70,146 | 71,967 | | |
| 2021 | 70,609 | 72,855 | | |
| 2022 | 71,075 | 73,753 | | |
| 2023 | 71,544 | 74,663 | | |
| 2024 | 72,016 | 75,584 | | |
| 2025 | 72,492 | 76,516 | | |
| | | Promedio | 0.66% | 1.23% |

En la tabla 11, se presenta los cálculos realizados de estimación de producción del método de limpieza húmedo y el método de limpieza seco, utilizando el método de promedio de incrementos. En este método se calcula un promedio de los incrementos porcentuales los años, el incremento porcentual es multiplicado por el año base para obtener el esto se realiza hasta alcanzar los periodos a proyectar deseados.

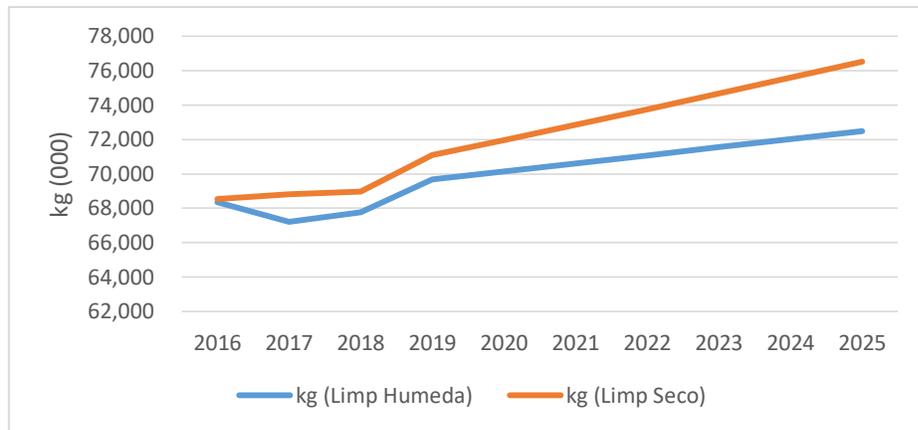


Figura 30: Estimación de producción de azúcar por método de promedio de incrementos

En la figura 30, se observa la tendencia de la producción de azúcar en ambos sistemas de limpieza de caña, estos presentan incrementos constantes a lo largo del tiempo, presentándose de manera lineal debido a la constante utilizada para el cálculo.

Tabla 12: Estimación de azúcar por método de regresión lineal

| <i>Año</i> | kg (Limpieza Húmeda) | kg (Limpieza Seco) |
|------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 2016 | 68,339 | 68,540 |
| 2017 | 67,219 | 68,801 |
| 2018 | 67,759 | 68,962 |
| 2019 | 69,686 | 71,090 |
| 2020 | 69,396 | 71,301 |
| 2021 | 69,854 | 72,082 |
| 2022 | 70,312 | 72,864 |
| 2023 | 70,770 | 73,645 |
| 2024 | 71,228 | 74,426 |
| 2025 | 71,686 | 75,207 |

En la tabla 12, se observa las estimaciones de producción del método de limpieza húmedo y el método de limpieza seco, utilizando el método de regresión lineal. En este método se calcula un punto de intersección y una pendiente matemática utilizando métodos numéricos para generar una ecuación que se ajuste a los datos históricos y poder predecir datos futuros

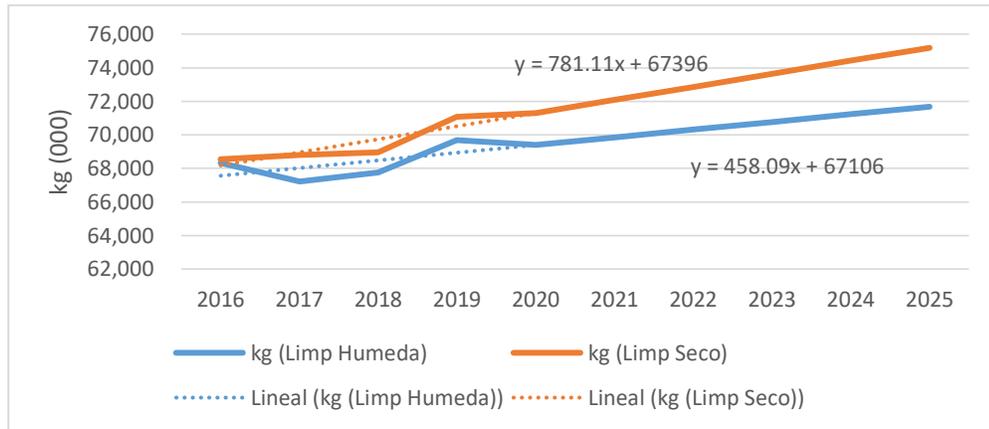


Figura 31: Estimación de producción de azúcar por regresión lineal

En la figura 31, se observa la tendencia de la producción de azúcar en ambos sistemas de limpieza de caña, la proyección se realiza utilizando las ecuaciones de línea recta presentadas en la figura, el comportamiento lineal hace fáciles predicciones a futuros en periodos cortos de tiempo y son muy utilizados para predecir producciones.

Tabla 13: Estimación de azúcar por método de regresión polinómica

| <i>Año</i> | kg (Limpieza Húmeda) | kg (Limpieza Seco) |
|------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 2016 | 68,339 | 68,540 |
| 2017 | 67,219 | 68,801 |
| 2018 | 67,759 | 68,962 |
| 2019 | 69,686 | 71,090 |
| 2020 | 72,723 | 77,253 |
| 2021 | 76,599 | 89,516 |
| 2022 | 81,038 | 109,947 |
| 2023 | 85,766 | 140,612 |
| 2024 | 90,509 | 183,580 |
| 2025 | 94,993 | 240,916 |

En la tabla 13, se muestran las estimaciones de producción del método de limpieza húmedo y el método de limpieza seco, utilizando el método de regresión polinómica. En este método se calcula una ecuación matemática del grado deseado utilizando métodos numéricos, y se observa que a medida se aumenta los exponentes la correlación en ambos sistemas es más exacta de acuerdo a lo expuesto en los primeros cuatro años (2016 – 2019), por lo que se ha utilizado una ecuación polinómica de grado tres para realizar las proyecciones de los estimados de producción de azúcar; sin embargo, al proyectarse a los años 2020 dichas proyecciones se disparan provocando estimaciones desorbitantes.

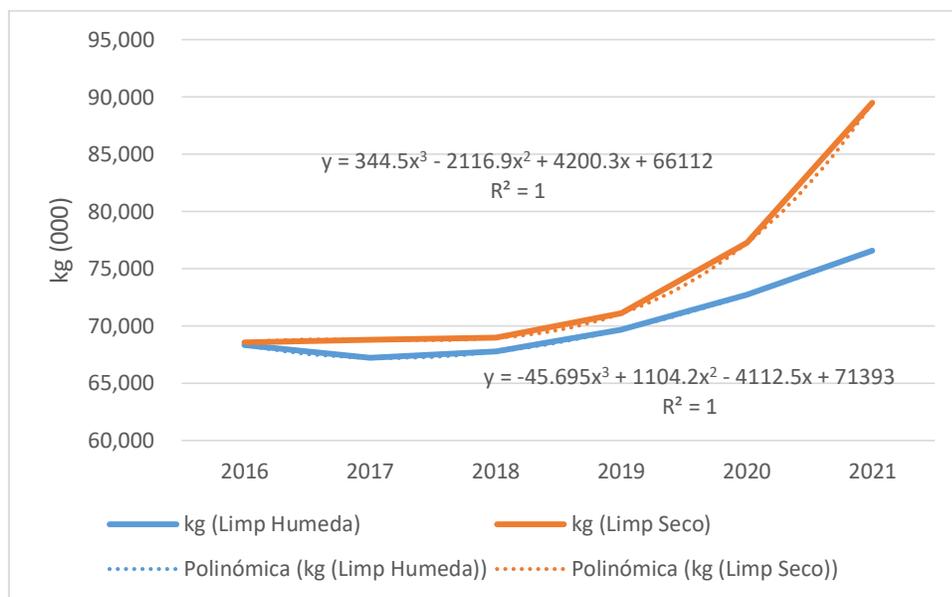


Figura 32: Estimación de producción de azúcar regresión polinómica

En la figura 32, se observa la tendencia de la producción de azúcar en ambos sistemas de limpieza de caña, la proyección se realiza utilizando las ecuaciones polinómicas presentadas en la figura, el comportamiento de estas ecuaciones hace que los incrementos sean bruscos al momento de calcular una proyección que terminan siendo inadecuados para calcular estimados.

Analizando los métodos para las estimaciones de la proyección de la producción de azúcar en ambos métodos de limpieza de caña, con el método de promedios móviles se obtienen proyección con pendiente pequeña al punto que no sobrepasa el máximo de producción de los datos históricos, lo cual hace que no sea confiable ser la base de los cálculos financieros, el método

de por promedio de incremento porcentual y el método de regresión lineal presentan características y comportamientos similares, siendo el método de incremento porcentual que presenta proyecciones con valores futuros más altos que la regresión lineal; el método de regresión polinómica presenta datos muy elevados siendo no apropiados para un buen análisis, por lo anterior se ha definido que para los cálculos futuros de proyección de azúcar, los cuales son la base de los cálculos financiero para ambos métodos de limpieza se utilizara la regresión lineal.

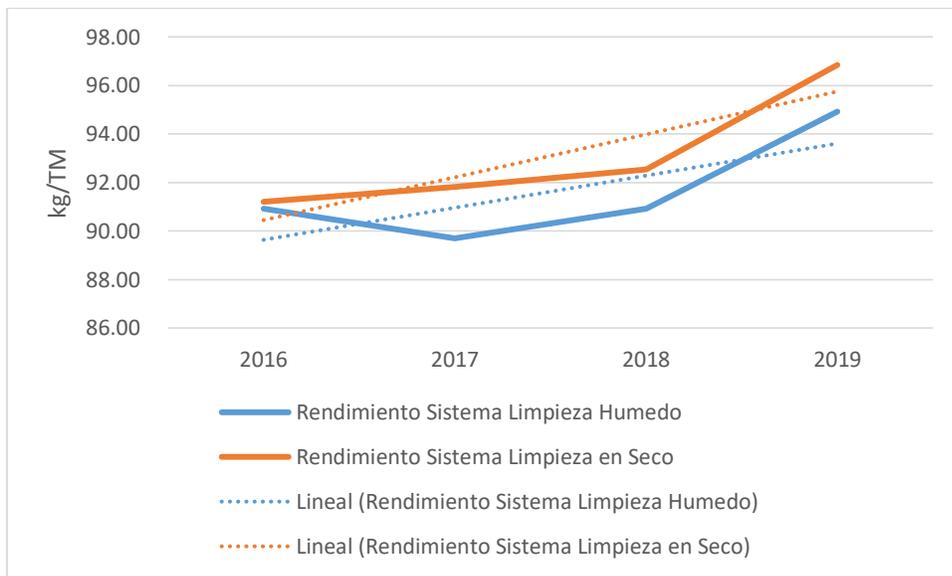


Figura 33: Rendimiento actuales ambos sistemas de limpieza

En la figura 33, se muestra las gráficas de los rendimientos actuales para ambos sistemas de limpieza, en la cual se observa la tendencia de crecimientos en ambos rendimientos a medida va pasando el tiempo, esto determinado por el crecimiento en la producción de azúcar y sus mejoras en proceso general. Sin embargo, se visualiza un rendimiento superior en el sistema de limpieza en seco comparado contra el húmedo, y sirve de base para el cálculo de los rendimientos proyectados para los siguientes 6 años, al igual que para la producción de azúcar la proyección del rendimiento es mediante el método de regresión lineal.

Tabla 14: Rendimientos proyectados

| <i>Año</i> | Sistema Limpieza Húmedo | Sistema limpieza Seco | Diferencia |
|------------|----------------------------------------|--------------------------------------|-------------------|
| 2020 | 94.94 | 94.94 | - |
| 2021 | 96.26 | 96.26 | - |
| 2022 | 97.59 | 101.06 | 3.48 |
| 2023 | 98.91 | 102.83 | 3.92 |
| 2024 | 100.23 | 104.60 | 4.36 |
| 2025 | 101.56 | 106.36 | 4.81 |

En la tabla 14, se muestra los rendimientos proyectados para cada sistema de limpieza, tomando de referencia el incremento en las producciones de azúcar vistos en la tabla 11. Al igual que en las demás tablas, no se obtiene beneficios en el 2020 ni el 2021 por estar en proceso de implementación, sin embargo muestra un rendimiento promedio de 3.31 Kg/TM mostrando un fuerte crecimiento en el rendimiento obtenido generado tanto por la sustitución de limpieza en seco así como el crecimiento en la proyección de producción de azúcar mostrada anteriormente.

Tabla 15: Comparación de indicadores.

| Variables | Unidad | Sistema Húmedo | Sistema Seco | Diferencia |
|-----------------------------------|---------------|---------------------------|-------------------------|-------------------|
| Pérdida de sacarosa Promedio | % | 0.1925 | - | - 0.1925 |
| Rendimiento de Proceso | % | 79.25 | 79.25 | - |
| Rendimiento de Azúcar obtenido | Kg/TM | 91.63 | 93.11 | 1.48 |
| Energía | kW | 161.00 | 328.00 | 167.00 |
| Costo de Empaque | \$/qq | 9.00 | 9.00 | - |
| Almacenaje | \$/m2 | 5.00 | 5.00 | - |
| Costo de distribución (por viaje) | L. | 2,990.00 | 2,990.00 | - |
| Costo de Mantenimiento | Miles de L. | 178.50 | 123.00 | - 55.50 |
| Depreciación Anual | Miles de L. | - | 3,380.00 | 3,380.00 |

En la tabla 15, se muestra un resumen de las variables a considerar en ambos sistemas y su evaluación actual, en donde se observa que existe pérdida de sacarosa en el sistema húmedo, lo que provoca que a pesar de que en ambos sistemas con el mismo rendimiento de proceso se

obtengan diferentes rendimientos de azúcar, siendo un diferencial de 1.48 a favor del sistema seco. A su vez, se muestra que el costo de energía aumenta con el sistema en seco por el tema de ser cuatro ventiladores a 82kW cada uno versus a dos bombas de 80.5kW cada una, sin embargo se obtiene un ahorro de más de 55,000 lempiras por costo de mantenimiento al ser equipo nuevo, pero a su vez se tiene depreciación por dicho equipo. Por último, se observa que el costo de empaque, almacenaje y distribución es igual y depende de la producción, por lo que al obtener mayor azúcar en el sistema en seco se obtendrá mayor costo de los mismos.

4.4 ESTUDIO FINANCIERO

El estudio financiero permite analizar desde la perspectiva monetaria, todos los elementos técnicos de ambos escenarios, con el fin de determinar el beneficio para AZUNOSA al implementar un nuevo sistema de limpieza. En esta sección se detallan la inversión inicial requerida para la sustitución del sistema de limpieza actual por el sistema de limpieza en seco, los gastos relevantes al proyecto de acuerdo a cada sistema de limpieza, los flujos operacionales emergentes y sus indicadores financieros para su respectiva evaluación.

4.4.1 PROYECCIÓN DE INGRESOS DE AZUNOSA

Para poder determinar la rentabilidad futura, es necesario conocer la proyección que tiene AZUNOSA para la fabricación de azúcar, y colocar ambos escenarios determinando su costo y sus flujos operativos. Tomando de referencia las producciones pasadas y un escenario de crecimiento lineal, se obtuvieron las siguientes proyecciones:

Tabla 16: Proyección de azúcar

| <i>Año</i> | Kg Azúcar Proyección SH (000) | kg Azúcar Proyección SS (000) | Aumento kg Azúcar (000) |
|------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------|
| 2021 | 69,854 | 0 | 0 |
| 2022 | 70,312 | 72,863 | 2,551 |
| 2023 | 70,770 | 73,644 | 2,874 |
| 2024 | 71,228 | 74,425 | 3,197 |
| 2025 | 71,686 | 75,207 | 3,521 |

En la tabla 16, se muestra el estimado de la proyección se realizó para el 2020 hasta el año 2025; debido a que la propuesta se deberá implementar en el 2020 ese año no hay incremento de azúcar, mientras que los otros años se muestra el aumento de la producción en kilogramos de azúcar. Para conocer las posibles ganancias futuras es necesario estimar los precios de venta del azúcar.

Tabla 17: Precios de venta de azúcar por quintal.

| <i>Año</i> | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>Precio Venta qq</i> | L 690.15 | L 719.00 | L 749.05 | L 780.36 | L 812.98 | L 846.96 | L 882.37 |

La tabla 17, muestra el estimado del precio por quintal para los próximos seis años, tomando como referencia el precio actual junto con un crecimiento promedio del 4.18 % (Enamorado & Dore, 2016) que ha tenido la industria en los últimos años.

Tabla 18: Ingresos por sistemas de limpieza

| <i>Año</i> | Quintales Azúcar Proyección SH | Quintales Azúcar Proyección SS | Precio (L.) | Ingresos por Sistema Húmedo (L.) | Ingresos por Sistema Seco (L.) | Ingresos Emergentes (L.) |
|------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| 2021 | 1,540,019 | 1,540,019 | 749.05 | 1,153,551,423 | 1,153,551,423 | - |
| 2022 | 1,550,117 | 1,606,365 | 780.36 | 1,209,649,362 | 1,253,542,718 | 43,893,356.49 |
| 2023 | 1,560,215 | 1,623,584 | 812.98 | 1,268,423,507 | 1,319,941,724 | 51,518,216.27 |
| 2024 | 1,570,313 | 1,640,804 | 846.96 | 1,329,992,060 | 1,389,695,646 | 59,703,585.57 |
| 2025 | 1,580,411 | 1,658,024 | 882.37 | 1,394,506,848 | 1,462,990,803 | 68,483,955.22 |

En la tabla 18, se muestra lo ingresos proyectados en cada sistema de limpieza, así como el ingreso emergente el cual es la diferencia de ambos sistema y sería el ingreso final por el cambio de sistema de limpieza de caña, esto debido a la eliminación de pérdidas de sacarosa en el área de preparación de caña. Estos ingresos son la base para el cálculo del estado de resultado de dicho proyecto y el cálculo de los flujos operativos del mismo.

4.4.2 INVERSIÓN INICIAL

Para la realización de un proyecto, es necesario conocer la inversión inicial que se requiere para la implementación del mismo. Para el sistema de limpieza en seco se recuerda el equipo requerido:

- 1) Sistema de conductores de hule para caña.
- 2) Ventiladores de sistema de soplado.
- 3) Colador rotativo para paja y tierra.
- 4) Tolva para tierra.
- 5) Modificación de la mesa alimentadora de caña.

4.4.2.1 INVERSIÓN REQUERIDA PARA EQUIPO DE CONDUCTORES Y VENTILADORES

En el equipo general de limpieza en seco, se encuentra incluido el sistema de conductores de caña y el sistema de soplado (Ventiladores); esto es lo considerado el corazón del proyecto, debido a que conlleva la parte más fuerte de la inversión y la maquinaria base para la implementación del sistema de lavado en seco.

Tabla 19: Costos de compra de equipos de limpieza en seco

| <i>Descripción</i> | <i>Monto \$</i> |
|-----------------------------------|---------------------|
| <i>Costo de Equipos</i> | 2,160,000.00 |
| <i>Gastos de Aduanaje</i> | 540,000.00 |
| <i>Gasto de transporte (10%)</i> | 216,000.00 |
| <i>Introducción al país (12%)</i> | 259,200.00 |
| <i>Seguros (2%)</i> | 43,200.00 |
| <i>Agente Aduaneros (1%)</i> | 21,600.00 |
| <i>Total</i> | 2,700,000.00 |

En la tabla 19, se muestran los costos incurridos en la compra del equipo, y debido a que son equipos importados, se le adicionan lo que son gastos estimados por aduana, por transporte, introducción al país, seguros y servicio de agente aduaneros, de acuerdo a lo manejado por AZUNOSA para las importaciones.

4.4.2.2 INVERSIÓN REQUERIDA COLADOR ROTATIVO (TROMELS)

Para la implementación del sistema de limpieza en seco, es necesaria la instalación de un colador rotativo conocido comúnmente por Tromels, su funcionamiento descrito anteriormente, permite remover la paja ó materia extraña vegetal con mayor facilidad.



Figura 34: Colador rotativo para paja (Tromels)

En la figura 34, se muestra un ejemplo del tromel que se necesita para la separación de la materia extraña vegetal de la mineral, en la cual entra la caña desde la parte superior y hace que la misma gire generando una fuerza centrífuga que permite que la material extraña vegetal sea removida de la caña para que al pasar por el ducto de los ventiladores sean separadas de la caña y desechadas en otro depósito, con capacidad de 15,000 toneladas por día; a continuación, se detallan los costos de dicho equipo.

Tabla 20: Descripción de costo de tromel

| <i>Descripción</i> | Monto \$ |
|-----------------------------------|------------------|
| <i>Costo de Tromel</i> | 15,000.00 |
| <i>Gastos de Aduanaje</i> | 3,750.00 |
| <i>Gasto de transporte (10%)</i> | 1,500.00 |
| <i>Introducción al país (12%)</i> | 1800.00 |
| <i>Seguros (2%)</i> | 300.00 |
| <i>Agente Aduaneros (1%)</i> | 150.00 |
| Total | 18,750.00 |

En la tabla 20, se muestra los costos correspondientes a sección del tromel, así como todos los gastos relacionados a su importación como ser gastos de aduana, de transporte, introducción, seguros y agentes aduaneros.

4.4.2.3 INVERSION REQUERIDA TOLVA

El sistema de limpieza en seco, requiere de una tolva para poder almacenar temporalmente la materia extraña mineral que se desprende en el tromel, esta se recoge con el fin de poder utilizarse nuevamente como abono a los cultivos de caña.



Figura 35: Tolva para materia extraña mineral

En la figura 35, se muestra un ejemplo de una tolva para la recolección de materia extraña mineral, dicha tolva puede ser de fabricación en la empresa, a continuación, se detalla el costo de dicho equipo

Tabla 21: Costo de fabricación de tolva

| <i>Descripción</i> | Monto \$ |
|---------------------|-----------------|
| <i>Materiales</i> | 3,800.00 |
| <i>Mano de Obra</i> | 1,200.00 |
| Total | 5,000.00 |

En la tabla 21, se muestra la descripción de los costos por la fabricación de la tolva, debido a que esto puede ser realizado localmente por la empresa, se expresan los costos de los materiales y mano de obra para su fabricación; teniendo una capacidad de 300 toneladas por día.

4.4.2.4 MODIFICACIÓN DE MAQUINARIA

La modificación de la maquinaria existente en AZUNOSA es a cargo de la empresa, la cual consistirá en el desmontaje de las mesas de caña actuales para posterior la instalación de una mesa cañera de 10 m en los cuales se acondicionará con los ventiladores y el conductor de caña nuevo, esto porque aunque las mesas actuales están en condiciones operacionales, la modificación que se requeriría para adecuarlas al nuevo sistema, sería una inversión similar a fabricarlas, adicional a que en futuro su desgaste será mayor.



Figura 36: Mesa cañera actual de AZUNOSA

En la figura 36, se puede observar cómo se encuentra actualmente la mesa cañera en AZUNOSA, en donde en la parte superior de la misma está el sistema de lavado actual constituido por un sistema de tuberías a presión. Para este trabajo se necesitarán materiales y mano de obra cuyos costos se describen a continuación:

Tabla 22: Costo de modificación de maquinaria

| <i>Descripción</i> | Monto \$ |
|----------------------------------|-------------------|
| <i>Instalación de maquinaria</i> | 47,250.00 |
| <i>Instalación eléctrica</i> | 15,600.00 |
| <i>Alquiler de maquinaria</i> | 40,000.00 |
| <i>Materiales e imprevistos</i> | 17,150.00 |
| Total | 120,000.00 |

En la tabla 22, se observa el detalle del costo de la modificación que se requiere, tomando en cuenta desde la modificación del área de preparación de caña (que es lo más impactante, seguido por las instalación de maquinaria nueva, instalación eléctrica, alquiler de maquinaria por los movimientos a realizar y materiales e imprevistos presupuestados.

4.4.2.5 OBRAS CIVILES

Las modificaciones civiles para realizar en la implementación del proyecto (las cuales son adicionales a la estimación de la sección anterior, debido a que la mayoría ya están incluidas en la modificación de la maquinaria), consisten en el acondicionamiento y emparejamiento del suelo del patio de caña, con el fin de garantizar una estabilidad para la instalación de la nueva maquinaria; a continuación, se presenta el costo de las actividades.

Tabla 23: Costo de obras civiles

| <i>Descripción</i> | Monto \$ |
|-------------------------------|-----------------|
| <i>Alquiler de maquinaria</i> | 3,430.00 |
| <i>Mano de obra</i> | 1,470.00 |
| Total de obras civiles | 4,900.00 |

En la tabla 23, se detalle el costo proyectado de lo que son las obras civiles en patio de caña, alquiler de maquinaria necesaria y mano de obra a utilizar para poder realizar dichas obras.

4.4.2.6 CAPACITACIÓN E INGENIERIA (RECURSOS HUMANOS)

El proyecto no requiere de personal adicional debido a que las mismas personas que operan actualmente la sección de la preparación de caña, serán las mismas que sigan operando, puesto que lo que está cambiando es el sistema; sin embargo si se necesita personal capacitado para su óptima operación, por lo tanto es necesario tener un acompañamiento de ingeniería durante el proyecto que se encarga de dimensionar los equipos a comprar, así como la capacitación para el personal en la nueva forma de operar el sistema, a continuación se presenta el costo por ingeniería y capacitación al personal.

Tabla 24: Costo de asesoría y capacitación

| <i>Descripción</i> | Costo (\$) |
|--------------------------|------------|
| <i>Ingeniería</i> | 115,893.00 |

En la tabla 24, se indica el costo correspondiente a pagar por la asesoría para la implementación del proyecto, el cual consiste en un equipo de personas expertas en la evaluación de maquinaria y proceso de producción de caña, en donde realizan visitas para evaluar la sección da modificar, la selección del equipo óptimo requerido de acuerdo a las necesidades establecidas y observadas, asesoran en el proceso de preparación e instalación del equipo, realizan puesta en marcha y entrenamiento al personal para su uso adecuado.

Tabla 25: Detalle de inversión total

| <i>Descripción</i> | Monto (\$) | Monto (L) |
|------------------------------------|---------------------|----------------------|
| <i>Equipos de limpieza en Seco</i> | 2,700,000.00 | 67,016,430.00 |
| <i>Colador Rotativo</i> | 18,750.00 | 465,391.88 |
| <i>Tolva</i> | 5,000.00 | 124,104.50 |
| <i>Modificación de maquinaria</i> | 120,000.00 | 2,978,508.00 |
| <i>Obras civiles</i> | 4,900.00 | 121,622.41 |
| <i>Capacitación e ingeniería</i> | 115,893.00 | 2,876,568.56 |
| <i>Total</i> | 2,964,543.00 | 73,582,625.35 |

En la tabla 25, se muestra el resumen de la Inversión Inicial a requerir por la implementación del sistema de limpieza en seco, mostrando su costo en dólares como en lempiras. Esta inversión

se tendría que realizar durante el año 2020 para que pueda ser implementado en el 2021, tomando en consideración los períodos de zafra. A su vez, para efectos de cálculo, se estima un 10% de imprevistos que representan \$ 296,454 (L 7.3 millones de lempiras), que sumados generan una estimación de L 80.9 millones de lempiras a considerar para los cálculos financieros.

4.4.3 COSTO DE CAPITAL

Ya obtenida la inversión inicial, es necesario determinar cómo se realizará la inversión, para poder evaluar el proyecto. En el caso de AZUNOSA, el determinar qué porcentaje de inversión sería propia y que parte sería financiada, antes se debe de evaluar el proyecto sin financiamiento tomando en consideración que el Costo de Oportunidad requerido por la misma compañía es del 16%. Por ende, este proyecto se evaluó los flujos operativos emergentes tomando de referencia como que fuera inversión propia, comparándolo contra el costo de oportunidad indicado.

4.4.4 CONSUMIBLES OPERACIONALES

En esta sección se abordarán los consumibles del proyecto, tanto de energía, como agua, empaque, almacenamiento y distribución, los cuales son importantes para la continuación y operación de la empresa después de la implementación del proyecto; esto tomando en cuenta que son los costos relevantes al proyecto como tal, es decir que impactan en la evaluación de ambos proyectos. Aquí se desestimaron los costos que no corresponden al cambio del sistema.

4.4.4.1 AGUA

El agua que se utiliza en el sistema de lavado de caña actualmente no representa un costo para la empresa debido a que se utiliza agua de río, esta se encuentra destinada originalmente para el uso de toda la operación de elaboración de azúcar y cuenta con los permisos municipales para su explotación. Su uso en el sistema de limpieza actual, se da como un residuo de lo ya es utilizado para lo que son los sistemas generales de la compañía y su activación para uso de limpieza depende la apertura de válvulas y bombas conectadas a la tubería de alimentación sobre las mesas de caña, en donde es expulsada por la presión generada por dichas bombas. Por tanto, no se toma en cuenta como costo netamente por agua.

4.4.4.2 CONSUMO ENERGÉTICO

En esta sección del consumo energético, se determina tanto como el consumo actual para el sistema húmedo y su proyección para el proyecto, así como la proyección para el sistema en seco de acuerdo a los requerimientos estimados de maquinaria. El consumo energético del uso de agua en lavado de caña es directamente proporcional al uso de agua en las mesas, actualmente el sistema consta con dos bombas de 80.5 kW de potencia.

Tabla 26: Costo de consumo de energía en sistema de limpieza húmedo.

| Zafra | Horas de uso de bomba | Potencia kW | Consumo kWh | Consumo total kWh | Costo (L) |
|-------|-----------------------|-------------|-------------|-------------------|------------|
| Z16 | 492 | 80.5 | 39,568 | 79,136.87 | 269,065.35 |
| Z17 | 856 | 80.5 | 68,869 | 137,738.18 | 468,309.82 |
| Z18 | 862 | 80.5 | 69,430 | 138,859.82 | 472,123.38 |
| Z19 | 1,173 | 80.5 | 94,445 | 188,890.57 | 642,227.93 |

En la tabla 26, se muestran los costos del consumo energético de la limpieza en húmedo que se han obtenido actualmente. Para la proyección del costo hasta el 2025 se utilizará un consumo promedio de las últimas tres zafras para no sobreestimar consumos futuros de energía y mantener una posición conservadora debido a las características del proceso de preparación de caña, estimándose un total de consumo de energía de 155,000 kWh por zafra.

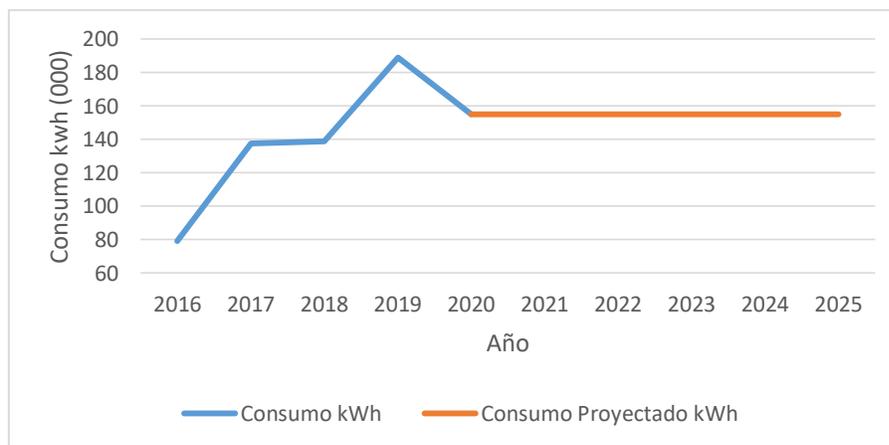


Figura 37: Proyección de consumo energético de limpieza húmeda

En la figura 37, se muestra el gráfico proyectado del consumo energético para lo que es el sistema de limpieza actual (húmedo), tomando como referencia los consumos de los años anteriores para la realización de la misma.

Para el cálculo del consumo energético del nuevo sistema de limpieza en seco se necesitará conocer el estimado de tiempo de molienda en las futuras zafras, este tiempo será directamente proporcional a la utilización de energía en la limpieza. En la tabla 27 (mostrada a continuación), se puede observar las horas de molienda que se obtuvo en las últimas cuatro zafras.

Tabla 27: Horas de molienda.

| <i>Zafra</i> | Z16 | Z17 | Z18 | Z19 |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|
| <i>Horas de molienda</i> | 3,061 | 3,029 | 2,921 | 3,120 |

Los datos obtenidos de la tabla anterior se tomarán de base para estimar un promedio de tiempo de molienda de 3,032 horas como proyección futura en la utilización de cuatro ventiladores con una potencia de 82 kW requeridos para el sistema de limpieza en seco, lo que determinaría un consumo por zafra de 994,496 kWh a un costo promedio de L 3,381,286.40.

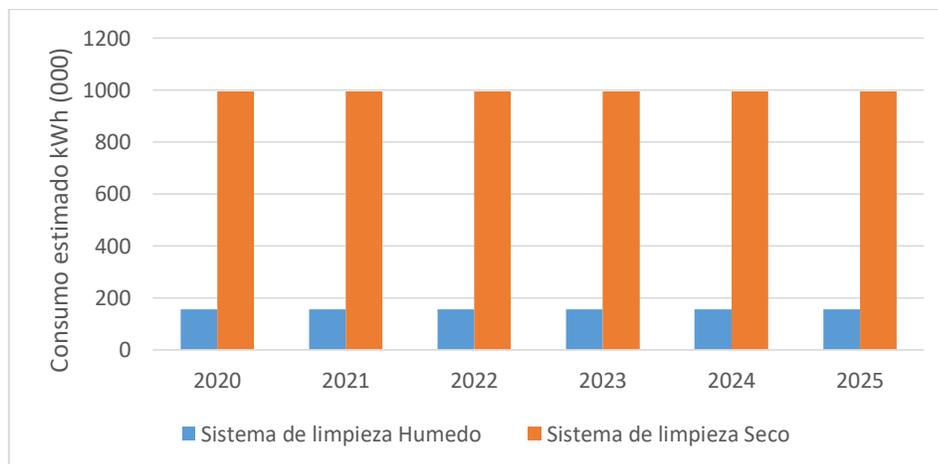


Figura 38: Comparativo de consumo energético entre ambos sistemas

En la figura 38, se muestra el consumo energético proyectado de los diferentes sistemas de limpieza, este consumo se calcula en base que se mantiene igual el consumo energético en la demás maquinaria y que solo se ve afectado por el desuso o adición de los componentes principales del sistema como ser las bombas de agua y los ventiladores centrífugos.

4.4.4.3 MANTENIMIENTO

El mantenimiento del sistema de preparado de caña se generada principalmente por las reparaciones y cuidados de las mesas de alimentación de caña y de las bombas de agua, las cuales zafra con zafra se les da mantenimiento ya sea preventivo o correctivo, a continuación, se presenta la proyección de los costos por motivos de mantenimiento de los equipos:

Tabla 28: Costos proyectados de mantenimiento en sistema actual

*Costo (L.) de Mantenimiento de Equipos
principales en Preparación de Caña*

| <i>Año</i> | Mesas alimentadoras de caña | Bandas de hule | Bombas de agua |
|-------------|-----------------------------|----------------|----------------|
| <i>2019</i> | 144,000.00 | 12,000.00 | 22,500.00 |
| <i>2020</i> | 150,912.00 | 12,576.00 | 23,580.00 |
| <i>2021</i> | 158,155.78 | 13,179.65 | 24,711.84 |
| <i>2022</i> | 165,747.25 | 13,812.27 | 25,898.01 |
| <i>2023</i> | 173,703.12 | 14,475.26 | 27,141.11 |
| <i>2024</i> | 182,040.87 | 15,170.07 | 28,443.89 |
| <i>2025</i> | 190,778.83 | 15,898.24 | 29,809.19 |

Los valores de los costos mostrados en la tabla 28, son ajustados del último presupuesto y proyectados según la inflación que se estima en la industria, estos equipos están totalmente depreciados debido a su antigüedad.

El mantenimiento en el sistema de limpieza en seco es muy similar al húmedo debido a que los componentes se muestran similares, con la excepción del cambio de las bombas de agua por ventiladores para el sistema de soplado y el cambio de dos mesas de alimentación por una sola mesa disminuyen los costos de mantenimiento

Tabla 29: Costos proyectados de mantenimiento en sistema en seco.

Costo (L.) de Mantenimiento de equipos en sistema de limpieza en seco de Caña

| <i>Año</i> | <i>Mesa alimentadora de caña</i> | <i>Bandas de hule</i> | <i>Ventiladores</i> |
|-------------|----------------------------------|-----------------------|---------------------|
| <i>2019</i> | 75,000.00 | 10,000.00 | 38,000.00 |
| <i>2020</i> | 78,600.00 | 10,480.00 | 39,824.00 |
| <i>2021</i> | 82,372.80 | 10,983.04 | 41,735.55 |
| <i>2022</i> | 86,326.69 | 11,510.23 | 43,738.86 |
| <i>2023</i> | 90,470.38 | 12,062.72 | 45,838.32 |
| <i>2024</i> | 94,812.95 | 12,641.73 | 48,038.56 |
| <i>2025</i> | 99,363.98 | 13,248.53 | 50,344.41 |

En la tabla 29, se muestra el costo de los mantenimientos proyectados del mantenimiento del sistema de limpieza en seco, se elaboró con base en el sistema de limpieza húmeda, debido a las similitudes del equipo, sus costos son proyectados más bajos por la razón de que es maquinaria nueva.

4.4.4.4 MATERIAL DE EMPAQUE

Debido a que en la implementación del sistema de limpieza en seco, el beneficio obtenido es una generación de azúcar adicional partiendo de la misma caña procesada, esto implica que se tiene que considerar el empaque debido a que habrá más azúcar que empacar. El empaque consiste en sacos industriales con capacidad para 1,400 kilogramos, y es reutilizado 5 veces antes de ser desechado. El costo por empaque es de \$9.

4.4.4.5 DISTRIBUCIÓN Y ALMACENAMIENTO

La producción de azúcar conlleva entre otros gastos un costo en el almacenamiento y la distribución del azúcar, los costos son fijados mediante contratos con empresas que proveen estos servicios, y son considerados en este estudio al igual que el empaque por ser directamente relacionado con el incremento de producción de azúcar. A continuación, se detallan los costos proyectados de almacenamiento y distribución que actualmente posee la empresa en con el sistema de limpieza de caña en húmedo.

Tabla 30: Costos de distribución y almacenamiento con sistema de limpieza de caña húmedo.

| <i>Año</i> | Costo de Distribución | Costo Almacenamiento |
|------------|------------------------------|-----------------------------|
| 2021 | 8,281,758.22 | 1,911,233.20 |
| 2022 | 8,336,061.26 | 1,923,765.05 |
| 2023 | 8,390,364.29 | 1,936,296.90 |
| 2024 | 8,444,667.32 | 1,948,828.75 |
| 2025 | 8,498,970.35 | 1,961,360.60 |

En la Tabla 30, se estimó el costo de almacenamiento por metro el cual es de \$5.00 sin ISV y el costo de transporte equivale a L 2990.00 el viaje, los viajes equivalen aproximada a 556 qq de azúcar.

Tabla 31: Costos de distribución y almacenamiento con sistema de limpieza de caña en seco.

| <i>Año</i> | Costo de Distribución | Costo Almacenamiento |
|------------|------------------------------|-----------------------------|
| 2021 | 8,281,758.22 | 1,911,233.20 |
| 2022 | 8,638,543.71 | 1,993,570.82 |
| 2023 | 8,731,146.84 | 2,014,941.42 |
| 2024 | 8,823,749.97 | 2,036,312.03 |
| 2025 | 8,916,353.10 | 2,057,682.63 |

En la Tabla 31, se estimó el costo de almacenamiento y distribución, tomando en cuenta las mismas condiciones de precio que en el sistema de limpieza en húmedo, la variante es el incremento en la cantidad de azúcar a distribuir y almacenar, de acuerdo a las proyecciones de producciones.

4.4.4.6 DEPRECIACIÓN

Para determinar la depreciación a aplicar en cada sistema, se revisaron los equipos relevantes al sistema de limpieza, donde se confirmó que para el caso del sistema húmedo, los equipos ya están depreciados, por lo que no se puede aplicar depreciación; sin embargo, para el caso del sistema en seco, se tomó en cuenta los equipos que competen depreciación a un tiempo estimado de 20 años (criterio establecido por AZUNOSA para la depreciación contable de su equipo).

Tabla 32: Cálculo de depreciación de equipo de sistema de limpieza en seco.

| <i>Equipo</i> | Monto (L.) | Vida Útil (Años) | Depreciación (L.) |
|------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| <i>Equipos de limpieza en seco</i> | 67,016,430 | 20 | 3,350,822 |
| <i>Colador Rotativo</i> | 465,392 | 20 | 23,270 |
| <i>Tolva</i> | 124,105 | 20 | 6,205 |
| Total | 67,605,926 | | 3,380,296 |

En la tabla 32, se muestra el cálculo realizado para determinar la depreciación del equipo correspondiente al sistema de limpieza en seco, el cual constituye los ductos, ventiladores, colador rotativo y tolva para el recibo de la materia extraña mineral. La depreciación aplicada es la lineal de acuerdo al criterio establecido por AZUNOSA de depreciar a 20 años, dando como resultado más de tres millones de lempiras anuales.

4.4.5 ANÁLISIS FINANCIERO E INDICADORES

Para poder identificar de manera monetaria y financiera, la rentabilidad de la propuesta de la sustitución del sistema de limpieza húmedo (que actualmente está en funcionamiento) por un sistema de limpieza en seco, es necesario hacer la evaluación del cambio de manera cuantitativa;

tomando de referencia las proyecciones realizadas en cuanto a ingresos, costos y gastos que son relevantes para el proyecto, a continuación se muestra la evaluación de cada sistema determinando sus flujos correspondientes, con el fin de obtener flujos emergentes o incrementales que demuestren la rentabilidad propia del cambio.

4.4.5.1 FLUJOS OPERATIVOS SISTEMA HÚMEDO

Para el caso del sistema húmedo, se tomaron en cuenta las proyecciones de producción de AZUNOSA para los años del 2021 al 2025, así como los gastos relevantes al proyecto, sin tomar en cuenta depreciaciones debido a que no compete para el sistema actual. A continuación se muestra el flujo operativo correspondiente al sistema de limpieza actual húmedo:

Tabla 33: Flujo operativo proyectado del sistema húmedo.

| Año | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|------------------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Sistema de Limpieza de caña Humedo | | | | | |
| Producción | L 1,540,019 | L 1,550,117 | L 1,560,215 | L 1,570,313 | L 1,580,411 |
| Precio | L 749 | L 780 | L 813 | L 847 | L 882 |
| Ingresos | L 1,153,551,423 | L 1,209,649,362 | L 1,268,423,507 | L 1,329,992,060 | L 1,394,506,848 |
| Gastos de operación | | | | | |
| Material de empaque | L 2,229,566 | L 2,244,185 | L 2,258,804 | L 2,273,423 | L 2,288,042 |
| Mantenimiento | L 196,047 | L 205,458 | L 215,319 | L 225,655 | L 236,486 |
| Energía eléctrica | L 527,000 |
| Almacenamiento | L 1,911,233 | L 1,923,765 | L 1,936,297 | L 1,948,829 | L 1,961,361 |
| Distribución | L 8,281,758 | L 8,336,061 | L 8,390,364 | L 8,444,667 | L 8,498,970 |
| Utilidad Operativa | L 1,140,405,819 | L 1,196,412,893 | L 1,255,095,723 | L 1,316,572,486 | L 1,380,994,989 |
| (-)Depreciación | L - | L - | L - | L - | L - |
| Utilidad antes de Intereses e Impuestos | L 1,140,405,819 | L 1,196,412,893 | L 1,255,095,723 | L 1,316,572,486 | L 1,380,994,989 |
| (-)Intereses | L - | L - | L - | L - | L - |
| Utilidad antes de Impuestos | L 1,140,405,819 | L 1,196,412,893 | L 1,255,095,723 | L 1,316,572,486 | L 1,380,994,989 |
| (-)Impuesto (25%) | L 285,101,455 | L 299,103,223 | L 313,773,931 | L 329,143,122 | L 345,248,747 |
| Utilidad despues de impuestos | L 855,304,364 | L 897,309,670 | L 941,321,792 | L 987,429,365 | L 1,035,746,242 |
| (+)Depreciación | L - | L - | L - | L - | L - |
| Flujo Operativo | L 855,304,364 | L 897,309,670 | L 941,321,792 | L 987,429,365 | L 1,035,746,242 |

En la tabla 33, se puede observar los flujos operativos proyectados obtenidos con el sistema de limpieza húmedo, presentando flujos positivos al ser analizados desde el punto de vista del sistema de limpieza actual y su impacto; sin embargo esto es la primera parte del análisis para evaluar correctamente.

4.4.5.2 FLUJOS OPERATIVOS SISTEMA EN SECO

En el caso del sistema de limpieza en seco, se realizó la misma evaluación con las mismas variables, solo que para este escenario si hay diferencias en el importe de las mismas, ya que son diferentes consumos y costos de acuerdo al sistema analizado. A continuación se muestra el flujo realizado para este sistema:

Tabla 34: Flujo operativo proyectado del sistema en seco.

| Año | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|------------------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Sistema de Limpieza de caña Seco | | | | | |
| Producción | L 1,540,019 | L 1,606,365 | L 1,623,584 | L 1,640,804 | L 1,658,024 |
| Precio | L 749 | L 780 | L 813 | L 847 | L 882 |
| Ingresos | L 1,153,551,423 | L 1,253,542,718 | L 1,319,941,724 | L 1,389,695,646 | L 1,462,990,803 |
| Gastos de operación | | | | | |
| Material de empaque | L 2,229,566 | L 2,325,617 | L 2,350,547 | L 2,375,477 | L 2,400,407 |
| Mantenimiento | L 196,047 | L 141,576 | L 148,371 | L 155,493 | L 162,957 |
| Energía eléctrica | L 527,000 | L 3,381,286 | L 3,381,286 | L 3,381,286 | L 3,381,286 |
| Almacenamiento | L 1,911,233 | L 1,993,571 | L 2,014,941 | L 2,036,312 | L 2,057,683 |
| Distribución | L 8,281,758 | L 8,638,544 | L 8,731,147 | L 8,823,750 | L 8,916,353 |
| Utilidad Operativa | L 1,140,405,819 | L 1,237,062,124 | L 1,303,315,430 | L 1,372,923,327 | L 1,446,072,117 |
| (-)Depreciación | L - | L 3,380,296 | L 3,380,296 | L 3,380,296 | L 3,380,296 |
| Utilidad antes de Intereses e Impuestos | L 1,140,405,819 | L 1,233,681,828 | L 1,299,935,134 | L 1,369,543,030 | L 1,442,691,820 |
| (-)Intereses | L - | L - | L - | L - | L - |
| Utilidad antes de Impuestos | L 1,140,405,819 | L 1,233,681,828 | L 1,299,935,134 | L 1,369,543,030 | L 1,442,691,820 |
| (-)Impuesto (25%) | L 285,101,455 | L 308,420,457 | L 324,983,783 | L 342,385,758 | L 360,672,955 |
| Utilidad después de impuestos | L 855,304,364 | L 925,261,371 | L 974,951,350 | L 1,027,157,273 | L 1,082,018,865 |
| (+)Depreciación | L - | L 3,380,296 | L 3,380,296 | L 3,380,296 | L 3,380,296 |
| Flujo Operativo | L 855,304,364 | L 928,641,667 | L 978,331,647 | L 1,030,537,569 | L 1,085,399,162 |

En la tabla 34, se muestra los flujos operativos proyectados del sistema de limpieza en seco, en donde hay ciertas variantes con el análisis anterior, una de ellas es el incremento de producción a partir del año 2022 (esto debido a que en el 2021 se estaría en proceso de instalación del proyecto, por lo que aún no estaría aplicable); otro dato importante es que los gastos de operación son diferente a los mostrados en el sistema húmedo por el mismo incremento y variantes técnicas del sistema de limpieza propuesto, y por último existe una depreciación por la incorporación de los equipos nuevos. Esto da como resultado flujos operativos mayores a los obtenidos en el sistema húmedo.

4.4.5.3 FLUJO OPERATIVO INCREMENTAL

Al contar con ambos escenarios, es posible la evaluación de los flujos incrementales, los que consisten en poder restar los flujos relevantes del sistema actual contra los de la propuesta, y

determinar si hay una diferencia a favor ó en contra para la correcta evaluación de los flujos del proyecto en sí. Esta forma, permite evaluar flujos netamente, y dejar por fuera cualquier otra variable que no sea relevante al proyecto o que no sea determinada correctamente. A continuación se muestra el flujo operativo incremental del proyecto:

Tabla 35: Flujo operativo incremental.

| Año | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|-----------------------------------------------|---------------------------|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Flujos Emergentes | | | | | | |
| | (-)Inversión L 80,940,888 | | | | | |
| (-)Flujo Operatico Sistema de Limpieza Humedo | L 855,304,364 | L 897,309,670 | L 941,321,792 | L 987,429,365 | L 1,035,746,242 | |
| (+)Flujo Operatico Sistema de Limpieza Seco | L 855,304,364 | L 928,641,667 | L 978,331,647 | L 1,030,537,569 | L 1,085,399,162 | |
| Flujo de Proyecto | -L 80,940,888 | L - | L 31,331,997 | L 37,009,855 | L 43,108,204 | L 49,652,920 |

En la tabla 35, se muestra el flujo operativo incremental el cual refleja una ganancia significativa en los flujos a partir del año 2022 que es la aplicación del sistema de limpieza en seco. Sin embargo aunque los flujos se muestren positivos, se debe de terminar la evaluación correspondiente de acuerdo a los indicadores financieros.

Tabla 36: Técnicas de presupuesto de capital.

| <i>Indicador</i> | <i>Resultado</i> |
|----------------------------|------------------------|
| Costo Oportunidad | 16% |
| TIR | 21% |
| VAN | L 13,503,216.66 |
| Rendimiento | L 1.17 |
| Tiempo Recuperación | 3.29 |

En la tabla 36, se refleja las técnicas de presupuesto de capital aplicadas al proyecto, obteniendo una TIR del 21%, con un Valor Presente Neto (VAN) de alrededor de 13.5 millones de lempiras, generando un rendimiento de 17 centavos por cada lempira invertido y con un tiempo de recuperación de 3.29 años, tomando en cuenta que estos serían con fondos propios, por lo que si se optara por financiar, saldría más rentable.

Tabla 37: Tiempo de recuperación.

| Años | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| Flujo efectivo | -L 80,940,887.88 | L - | L 31,331,997.40 | L 37,009,854.64 | L 43,108,204.42 | L 49,652,920.14 |
| Flujo efectivo Acumulado | -L 80,940,887.88 | -L 80,940,887.88 | -L 49,608,890.48 | -L 12,599,035.84 | L 30,509,168.58 | L 80,162,088.72 |
| Tiempo de recuperación | | | | | 3.29 | |

En la tabla 37, se muestra el cálculo realizado para determinar el tiempo de recuperación de la inversión, en el cual se observa que al tercer años solo falta una mínima parte para obtener la recuperación de la inversión, generando el resultado de 3.29 años.

4.4.5.4 PUNTO DE EQUILIBRIO

La referencia para encontrar el punto de equilibrio de un proyecto, es cuando su Valor Presente Neto descontado al Costo de Oportunidad es igual a cero, de esta forma se indica que el proyecto no deja de ganar ni de perder con respecto al Costo de Oportunidad evaluado. Esto permite conocer hasta qué punto es rentable la realización de la inversión y sobre todo si se está evaluando un escenario nuevo contra lo que sería el actual; para el caso presentado el escenario que cambia es el sistema de limpieza de caña en seco, por ser el propuesto y donde se ve el cambio en el incremento de la producción.

Tabla 38: Incrementos requeridos para punto de equilibrio

| Año | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| <i>Incremento en quintales</i> | 47,237 | 54,262 | 61,287 | 68,313 |
| <i>Incremento %</i> | 3.05% | 3.48% | 3.90% | 4.32% |

En la tabla 38, se observa los incrementos requeridos a partir del año 2022 al 2025 para poder obtener el punto de equilibrio del proyecto, tomando en consideración que el año 2021 no hay cambio porque hasta ese año se estará en proceso de instalación del sistema de limpieza en seco, por consiguiente se estará utilizando el mismo sistema de limpieza húmedo. Este incremento es en quintales, y son los costos variables como empaque, distribución y almacenaje que cambian de acuerdo al incremento en la producción.

Tabla 39: Punto de equilibrio sistema de limpieza de caña en seco.

| Año | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Sistema de Limpieza de caña Seco | | | | | | |
| Producción | | 1,540,019 | 1,597,354 | 1,614,477 | 1,631,600 | 1,648,723 |
| Precio | | 749 | 780 | 813 | 847 | 882 |
| Ingresos | | 1,153,551,423 | 1,246,510,923 | 1,312,537,460 | 1,381,900,095 | 1,454,784,101 |
| Gastos de operación | | 13,145,604 | 16,407,907 | 16,552,827 | 16,698,074 | 16,843,662 |
| Utilidad Operativa | | 1,140,405,819 | 1,230,103,016 | 1,295,984,633 | 1,365,202,021 | 1,437,940,439 |
| (-) Depreciación | | - | 3,380,296 | 3,380,296 | 3,380,296 | 3,380,296 |
| Utilidad antes de Intereses e Impuestos | | 1,140,405,819 | 1,226,722,719 | 1,292,604,337 | 1,361,821,725 | 1,434,560,142 |
| (-) Intereses | | - | - | - | - | - |
| Utilidad antes de Impuestos | | 1,140,405,819 | 1,226,722,719 | 1,292,604,337 | 1,361,821,725 | 1,434,560,142 |
| (-) Impuesto (25%) | | 285,101,455 | 306,680,680 | 323,151,084 | 340,455,431 | 358,640,036 |
| Utilidad después de impuestos | | 855,304,364 | 920,042,039 | 969,453,253 | 1,021,366,294 | 1,075,920,107 |
| (+) Depreciación | | - | 3,380,296 | 3,380,296 | 3,380,296 | 3,380,296 |
| Flujo Operativo | | 855,304,364 | 923,422,336 | 972,833,549 | 1,024,746,590 | 1,079,300,403 |
| Flujos Emergentes | | | | | | |
| (-) Flujo Operativo Sistema de Limpieza Humedo | | L 855,304,364 | L 897,309,670 | L 941,321,792 | L 987,429,365 | L 1,035,746,242 |
| (+) Flujo Operativo Sistema de Limpieza Seco | | L 855,304,364 | L 923,422,336 | L 972,833,549 | L 1,024,746,590 | L 1,079,300,403 |
| Flujo de Proyecto | -L 80,940,888 | L - | L 26,112,666 | L 31,511,757 | L 37,317,225 | L 43,554,162 |

| Indicador | Resultado |
|---------------------|-----------|
| Costo Oportunidad | 16% |
| TIR | 16% |
| VAN | L - |
| Rendimiento | L 1.00 |
| Tiempo Recuperación | 3.62 |

En la tabla 39, se muestra el escenario con el cambio en la producción en cuántales mostrados en la tabla 38 y que sirven de base para los flujos operativos del sistema de limpieza en seco y a su vez a determinar los flujos emergentes del proyecto requeridos para lograr el punto de equilibrio del proyecto. Esto permite observar que el proyecto se recupera en 3.62 años, donde la tasa de rendimiento obtenida del 16% es igual al costo de oportunidad requerido por AZUNOSA.

4.4.5.5 ANÁLISIS DE TIR CON FINANCIAMIENTO

Con la evaluación de las técnicas de presupuesto de capital, se pudo observar la viabilidad del proyecto, así mismo se realizó la observación de poder obtener mejores rendimientos por medio de un financiamiento. Debido a que AZUNOSA requiere la evaluación del proyecto por sí solo, para después someter a comité la inversión dispuesta a realizar y a partir de ahí determinar el porcentaje de financiamiento que se solicitará, y con el fin de poder mostrar los diferentes escenarios que se pueden obtener, a continuación se muestra la siguiente tabla:

Tabla 40: Escenarios con financiamientos.

| % Participaciónn empresa | % Participación del banco | WACC | TIR |
|--------------------------|---------------------------|--------|-----|
| 100% | 0% | 16.00% | 21% |
| 90% | 10% | 15.00% | 23% |
| 80% | 20% | 14.00% | 24% |
| 70% | 30% | 13.00% | 26% |
| 60% | 40% | 12.00% | 28% |
| 50% | 50% | 11.00% | 31% |
| 40% | 60% | 10.00% | 34% |
| 30% | 70% | 9.00% | 39% |
| 20% | 80% | 8.00% | 46% |
| 10% | 90% | 7.00% | 58% |
| 0% | 100% | 6.00% | 87% |

En la tabla 40, se muestra como a medida existe e incrementa la participación por parte del banco (fuente de financiamiento), incrementa la tasa de rendimiento interno así como el valor presente neto, tomando en consideración que el Costo de Capital (WACC) disminuye por el efecto realizado por el escudo fiscal del 25% en los intereses del financiamiento.

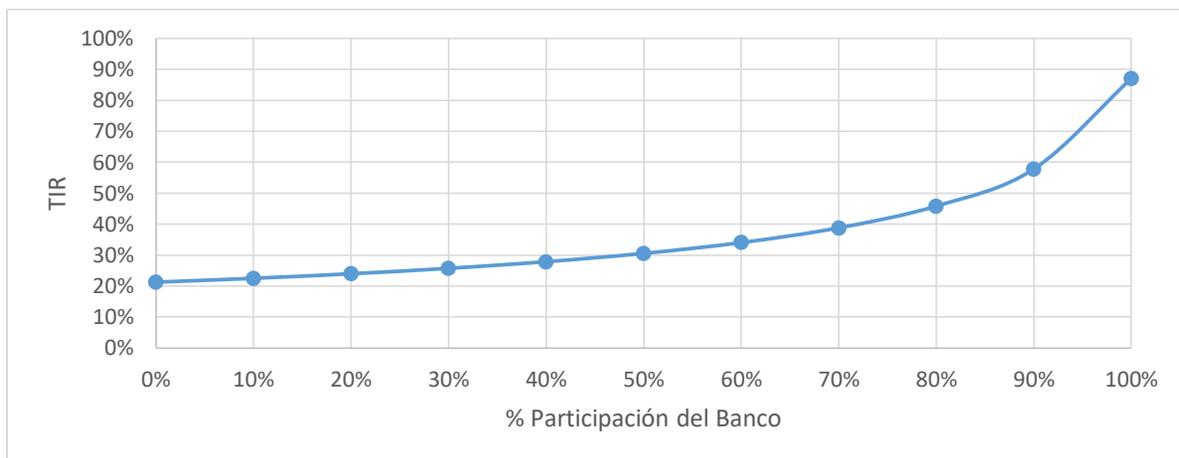


Figura 39: Comparación de TIR vrs participación del banco

En la figura 39, se aprecia de manera gráfico lo expuesto en la tabla 40; se observa una tendencia de incremento de la TIR a medida la participación del banco es mayor. Esto permite evaluar y proyectar de mejor forma si AZUNOSA los rendimientos para solicitar el financiamiento al banco, y así obtener mejores rendimientos.

4.4.5.6 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad se realizó tomando de referencia tres estados, uno pesimista (en el que el Valor presente neto es igual a cero, indicando que no existe pérdida pero tampoco ganancia en el proyecto), el valor esperado (consistiendo en el análisis realizado con las proyecciones propuestas) y el optimista (en donde se estimó un ingreso mayor al esperado). Se realizaron dos escenarios puntuales, uno basados en incremento de producción y otro en cambio de precio; a continuación se muestra los detalles:

Tabla 41: Análisis de sensibilidad en incremento de producción.

| Indicador | Pesimista | Esperado | Optimista |
|------------------------------|------------------|------------------------|------------------------|
| <i>Incremento Promedio</i> | 3.69% | 4.27% | 5.32% |
| <i>TIR</i> | 16.00% | 21.26% | 30% |
| <i>Índice de Rendimiento</i> | L 1.00 | L 1.17 | L 1.46 |
| VAN | L - | L 13,503,216.66 | L 37,575,103.80 |

En la tabla 41, se puede observar las variaciones obtenidas de los cambios realizados en los diferentes estados a los cuales se puede enfrentar AZUNOSA, como pronósticos para la ejecución del proyecto de cambio del sistema de limpieza. Tomando en consideración que los incrementos en producción durante los años son variable, se expresó la referencia del incremento promedio en los años donde aplica el mismo (del año 2022 al 2025) para poder realizar el comparativo. Evaluando los resultados obtenidos, observamos que con una disminución del 0.56% en el incremento promedio de producción ya llegamos al punto de equilibrio, y en el caso del incremento del 1.04% promedio (que representa un 1% en cada año) para el estado optimista, se obtiene una TIR del 30% con un VAN mayor a 37.6 millones de lempiras, duplicando el valor del esperado.

Tomando en consideración que se evaluó el escenario del incremento de producción, qué podría pasar con respecto al precio, en donde se analizó los tres estados: pesimista (indicando que el precio actual se mantiene por lo que dura la evaluación del proyecto), esperado (aplicando el incremento promedio del 4.18 % estimado para este proyecto) y el optimista (aplicando un incremento del 5% promedio). A continuación se muestra los datos obtenidos.

Tabla 42: Análisis de sensibilidad en cambio de precio.

| Indicador | Pesimista | Esperado | Optimista |
|------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <i>Incremento Promedio</i> | 0.00% | 4.18% | 5.00% |
| <i>TIR</i> | 14.75% | 21.26% | 22.54% |
| <i>Índice de Rendimiento</i> | L 0.96 | L 1.17 | L 1.21 |
| VAN | -L 2,970,944.67 | L 13,503,216.66 | L 17,040,857.59 |

En la tabla 42, se puede apreciar los resultados obtenidos al hacer variantes en precio, se toma de referencia que si cambia el precio esto afecta los flujos de ambos sistemas, por ende se observa que al variar precio el escenario pesimista donde no se presente incremento en precio, el proyecto no logra obtener el retorno mínimo esperado, dejando de ganar casi 3 millones de lempiras. A pesar que el escenario optimista es conservador, se obtiene una TIR del 22.54% con un rendimiento de 1.21 con una VAN de 17 millones de lempiras, generando escenarios que estimulan la confianza en la realización del proyecto. Esto nos indica, que se es necesario un incremento en precio para poder garantizar el evitar dejar de ganar en dicho proyecto, sin embargo también se observa que se requiere un incremento menor para lograr el punto de equilibrio.

4.4.6 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

En la comprobación de la hipótesis, se realizó un comparativo entre el costo de oportunidad (que en este caso es el mismo costo de capital) de AZUNOSA y la tasa interna de retorno obtenida bajo las condiciones evaluadas, dando como resultado que la TIR es mayor al Costo de Oportunidad, mostrado a continuación:

Tabla 43: Comprobación de hipótesis

| Indicador | Resultado |
|--------------------------|------------------|
| Costo Oportunidad | 16% |
| TIR | 21% |

En la tabla 43, se comprueba como la Tasa Interna de Retorno es mayor al Costo de Oportunidad requerido por AZUNOSA; en función a la hipótesis de investigación indica que, la tasa interna de retorno para la implementación del sistema de limpieza de caña en seco en

AZUNOSA, es mayor al costo de oportunidad definido por la empresa, dando como aceptada la hipótesis de investigación y rechazando la hipótesis nula. Adicionando todos los análisis realizados así como el análisis de sensibilidad, el punto de equilibrio mostrando los diversos indicadores de acuerdo a cada escenario, se puede confirmar que el proyecto es rentable.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Partiendo del análisis de cada uno de los capítulos expuestos y los resultados obtenidos en los estudios realizados por medios de sus indicadores obtenidos, es en esta sección donde se presenta las conclusiones a las que se ha llegado para cada una de las variables presentadas (estudio técnico y financiero). Así mismo se presentan las recomendaciones que se consideran aplicables para que AZUNOSA pueda implementar en base a las conclusiones acordadas y con fundamento en la investigación realizada.

5.1 CONCLUSIONES

Con base a las investigaciones, entrevistas a expertos en el tema y tomando de referencia los resultados obtenidos de los estudios técnicos y financieros se presentan las siguientes conclusiones:

- 1) Se evaluó el sistema de limpieza actual (Húmedo) desde la perspectiva técnica, en la cual se determinó que existe una pérdida promedio de sacarosa del 0.1924% en los efluentes de salida del ingenio, lo que implica una pérdida promedio en el rendimiento de caña de 1.48 Kg/TM del proceso en general. Esto significa que actualmente la compañía está dejando de percibir alrededor de L. 20.7 millones.
- 2) De acuerdo al análisis técnico de las variables del proceso actual, se determinó que los costos relevantes para la evaluación del proyecto son los que van relacionados al incremento de producción y funcionamiento de la maquinaria como ser: material de empaque, mantenimiento, energía, almacenamiento, distribución y depreciación, los cuales al ser evaluados en el flujo operativo reflejan entradas positivas y significativas.
- 3) Utilizando las proyecciones futuras, y tomando como referencia las pérdidas obtenidas en los años anteriores, se estimó que con la implementación del sistema de limpieza en seco se puede obtener un rendimiento promedio de 3.3128 Kg/TM y tomando en cuenta el incremento del precio estimado, esto implica un ingreso adicional alrededor de L44.7 millones.
- 4) Realizado el estudio financiero del proyecto de sustitución del sistema actual por el sistema de limpieza en seco, se concluye que se obtiene una tasa de rendimiento interno del 21%, el cual está por encima del costo de oportunidad solicitado por AZUNOSA siendo este el 16%,

siendo rentable la realización del mismo. A su vez, se determinó que se obtiene una ganancia de más de 13.5 millones de lempiras con un rendimiento de 17 centavos por cada lempira invertido, y con un tiempo de recuperación de 3.29 años.

5.2 RECOMENDACIONES

Las recomendaciones son sugerencias dadas que expresan una idea u oportunidad de mejora con el fin de brindar apoyo hacia la mejora de la compañía, y tomando en consideración las conclusiones realizadas se sugieren lo siguiente:

- 1) Teniendo en cuenta que AZUNOSA actualmente solo cuenta con un tipo de producto y cliente, el cual exige un producto de alta pureza, el rendimiento de azúcar es de vital importancia y la pérdida en el mismo es significativa, por lo que se sugiere la contabilización monetaria para que puedan evaluar directamente lo que se deja de percibir por la utilización del sistema de limpieza actual.
- 2) Conociendo los costos relevantes o influyentes en la sección del sistema de limpieza húmedo, las proyecciones de crecimiento en las producciones y tomando en consideración que la tendencia es lavar más caña en cada zafra, se recomienda a la empresa el seguimiento puntual de los mismos para prever contratiempos ó problemas futuros en dichas variables, mientras se tenga el sistema de limpieza actual, para evitar gastos adicionales por imprevistos.
- 3) Evidenciado la mejora en el rendimiento de azúcar con el sistema de limpieza en seco, se le recomienda a la empresa AZUNOSA la implementación de dicho sistema para poder aprovechar la pérdida de azúcar que se está evidenciando en la actualidad. Así mismo, debido a que el estudio fue realizado específicamente en la sección de la preparación de caña, se aconseja que una vez implementado se evalúe los beneficios posibles adicionales que se pueden obtener en las demás secciones del proceso, como ser el incremento en la eficiencia energética, la mejora en la pureza de azúcar y los beneficios ambientales provistos de la implementación de dicho sistema.
- 4) Tomando en consideración que la evaluación financiera del proyecto se realizó bajo el esquema sin préstamo, y la presentación del gráfico de relación de la TIR del proyecto versus el porcentaje de participación del banco, se recomienda a la empresa AZUNOSA la realización del proyecto con un porcentaje financiado para obtener una mejor TIR. Así mismo,

debido a la limitante en el conocimiento de los datos financieros (estados financieros) propios de AZUNOSA por motivos de confidencialidad, siendo imposible el cálculo de las razones financieras para exposición al público, se recomienda la realización del análisis de endeudamiento de la empresa, debido a la magnitud y envergadura que conlleva la realización del proyecto, con el fin de poder evaluar bajo un mejor panorama el efecto de compra en los flujos de la compañía.

CAPÍTULO VI APLICABILIDAD

Una vez establecidos los resultados de la investigación los cuales se sustentan con el estudio técnico y la confirmación de la hipótesis de la rentabilidad financiera, las conclusiones y recomendaciones favorables para la empresa; en el presente capítulo se procede a desarrollar la aplicabilidad del proyecto, este capítulo consiste en brindar a AZUNOSA sugerencias de cómo llevar a cabo el proyecto para una implementación adecuada y tomando en consideración todo lo visto en este estudio.

6.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA

El título del proyecto es el siguiente: “Implementación de Sistema de Limpieza de Caña en Seco, en AZUNOSA”

6.2 INTRODUCCIÓN

El plan de inversión que a continuación se propone, se basa en un análisis técnico financiero los cuales reflejaron un proyecto viable para la factibilidad de un sistema de limpieza de caña en seco, el cual consiste en el cambio del proceso actual, limpieza húmeda, por un sistema nuevo de mediante ventiladores centrífugos, los cuales tienen el propósito de aumentar la producción y rendimientos de azúcar de caña, para obtener un mayor aprovechamiento de la materia prima que actualmente se utiliza. Se expone un cronograma donde se presenta la manera adecuada de la implementación.

6.3 OBJETIVOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

Para lograr una mejor referencia de lo que se desea establecer con la aplicabilidad, a continuación se detalla los objetivos de la implementación:

- 1) Lograr la implementación del proyecto de la manera más eficiente y eficaz, aprovechando de manera óptima los recursos brindados por la compañía.
- 2) Implementar dicho proyecto para la zafra del 2021, obteniendo los beneficios expuestos en este estudio.

3) Establecer una guía clara y precisa, de los pasos a seguir para la implementación del proyecto.

6.4 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN

Para la correcta implementación y disminución de riesgos en la ejecución de la propuesta, es necesario e importante que el plan a describir tenga congruencia con los diferentes factores a lo largo del estudio realizado:

Tabla 44: Verificación de concordancia.

Continuación tabla 44

| PROPUESTA DE CAMBIO DEL SISTEMA DE LIMPIEZA DE CAÑA DE AZÚCAR, EN AZUNOSA | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Título | | | | | |
| Problema | Objetivo General | Objetivos Específicos | Conclusiones | Recomendaciones | Plan de Acción |
| Implementación de Sistema de Limpieza de Caña en Seco, en AZUNOSA. | Determinar la rentabilidad en la sustitución del sistema de limpieza de caña húmedo por un sistema de limpieza en seco, en la empresa AZUNOSA? | 1. ¿Cuál es la pérdida de azúcar obtenida con el sistema de limpieza actual? | 1. Se evaluó el sistema de limpieza actual (Húmedo) desde la perspectiva técnica, en la cual se determinó que existe una pérdida promedio de sacarosa del 0.1924% en los efluentes de salida del ingenio, lo que implica una pérdida promedio en el rendimiento de caña de 1.48 Kg/TM del proceso en general. Esto significa que actualmente la compañía está dejando de percibir L. 26.57 por tonelada cosechada. | 1) Teniendo en cuenta que AZUNOSA actualmente solo cuenta con un tipo de producto y cliente, el cual exige un producto de alta pureza, el rendimiento de azúcar es de vital importancia y la pérdida en el mismo es significativa, por lo que se sugiere la contabilización monetaria para que puedan evaluar directamente lo que se deja de percibir por la utilización del sistema de limpieza actual | Aprobación, compra, asesoramiento, instalación, entrenamiento y puesta en marcha del sistema de limpieza en seco |

Continuación tabla 44

| Título | PROPUESTA DE CAMBIO DEL SISTEMA DE LIMPIEZA DE CAÑA DE AZÚCAR, EN AZUNOSA | | | | |
|----------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Problema | Objetivo General | Objetivos Específicos | Conclusiones | Recomendaciones | Plan de Acción |
| | | <p>2. ¿Cuál son los costos relevantes y flujos operativos proyectados con el sistema de limpieza actual?</p> | <p>2. De acuerdo al análisis técnico de las variables del proceso actual, se determinó que los costos relevantes para la evaluación del proyecto son los que van relacionados al incremento de producción y funcionamiento de la maquinaria como ser: material de empaque, mantenimiento, energía, almacenamiento, distribución y depreciación, los cuales al ser evaluados en el flujo operativo reflejan entradas positivas y significativas.</p> | <p>2) Conociendo los costos relevantes o influyentes en la sección del sistema de limpieza húmedo, las proyecciones de crecimiento en las producciones y tomando en consideración que la tendencia es lavar más caña en cada zafra, se recomienda a la empresa el seguimiento puntual de los mismos para prever contratiempos ó problemas futuros en dichas variables, mientras se tenga el sistema de limpieza actual, para evitar gastos adicionales por imprevistos.</p> | |

Continuación tabla 44

| Título | PROPUESTA DE CAMBIO DEL SISTEMA DE LIMPIEZA DE CAÑA DE AZÚCAR, EN AZUNOSA | | | | |
|----------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Problema | Objetivo General | Objetivos Específicos | Conclusiones | Recomendaciones | Plan de Acción |
| | | <p>3. ¿Cuál es la recuperación de azúcar proyectada con el sistema de limpieza propuesto?</p> | <p>3. Utilizando las proyecciones futuras, y tomando como referencia las pérdidas obtenidas en los años anteriores, se estimó que con la implementación del sistema de limpieza en seco se puede obtener un rendimiento promedio de 3.3128 Kg/TM y tomando en cuenta el incremento del precio estimado, esto implica un ingreso adicional de L. 50.40 por tonelada cosechada.</p> | <p>3) Evidenciado la mejora en el rendimiento de azúcar con el sistema de limpieza en seco, se le recomienda a la empresa AZUNOSA la implementación de dicho sistema para poder aprovechar la pérdida de azúcar que se está evidenciando en la actualidad. Así mismo, debido a que el estudio fue realizado específicamente en la sección de la preparación de caña, se aconseja que una vez implementado se evalúe los beneficios posibles adicionales que se pueden obtener en las demás secciones del proceso, como ser el incremento en la eficiencia energética y la mejora en la pureza de azúcar.</p> | |

Continuación tabla 44

| Título | | PROPUESTA DE CAMBIO DEL SISTEMA DE LIMPIEZA DE CAÑA DE AZÚCAR, EN AZUNOSA | | | |
|----------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Problema | Objetivo General | Objetivos Específicos | Conclusiones | Recomendaciones | Plan de Acción |
| | | 4. ¿Cuál es la inversión inicial, los flujos operativos y la rentabilidad obtenida con el sistema de limpieza propuesto? | 4. 4) Realizado el estudio financiero del proyecto de sustitución del sistema actual por el sistema de limpieza en seco, se concluye que se obtiene una tasa de rendimiento interno del 25%, el cual está por encima del costo de oportunidad solicitado por AZUNOSA siendo este el 16%, siendo rentable la realización del mismo. A su vez, se determinó que se obtiene una ganancia de más de 20.8 millones de lempiras con un rendimiento de 28 centavos por cada lempira invertido, y con un tiempo de recuperación de 3.12 años. | 4) Tomando en consideración que la evaluación financiera del proyecto se realizó bajo el esquema sin préstamo, y la presentación del gráfico de relación de la TIR del proyecto versus el porcentaje de participación del banco, se recomienda a la empresa AZUNOSA la realización del proyecto con un porcentaje financiado para obtener una mejor TIR. | |

A continuación, se describe las actividades a más detalle del plan de acción para implementar el sistema de limpieza en seco en AZUNOSA, para lo cual se deberán seguir los siguientes pasos:

- 1) Un proyecto de esta escala se presenta a la junta directiva para dar a conocer todo lo que implicó la investigación y presentar la propuesta a los ejecutivos de la empresa.

- 2) La aprobación del proyecto puede tardar hasta un mes debido a la magnitud de dicho proyecto, estas aprobaciones son hechas por los dueños de la compañía, ya que una mala decisión representaría pérdidas económicas importantes. Es importante tomar en consideración que en esta sección, también se propone la posibilidad de evaluar ó realizar visitas a ingenios similares que ya cuenten con los sistemas de limpieza en seco, con el fin de poder obtener retroalimentaciones con la compra, implementación y puesta en marcha de dichos proyectos.
- 3) Inmediata a la aprobación se realiza la solicitud de pedidos y órdenes de compra de los equipos, todo el trámite deberá seguir las políticas de la empresa para seguir una línea de ética en dicha compra, también en esta etapa se realiza la solicitud y negociación del servicio de ingeniería. Éste último, es un servicio que realiza desde una evaluación de la maquinaria actual, condiciones del terreno, instalaciones actuales, etc, para poder ejecutar un plan en paralelo, es en esta sección donde se puede afinar e incluso evaluar la realización de pruebas pilotos antes de la generación de la compra total de los equipos.
- 4) Una vez establecido el servicio de ingeniera, se realiza el dimensionamiento de la maquinaria y equipos por parte del servicio de ingeniería, los cuales deberán determinar todas las necesidades en modificaciones para cumplir con lo esperado del proyecto propuesto ya que de lo contrario no se obtendrán los rendimientos estimados y se corre el riesgo de no recuperar la azúcar necesaria para la factibilidad del proyecto.
- 5) La compra de los equipos y maquinaria se realizará a medida se cierren las negociaciones, además esta es la etapa más tardada del proyecto propuesto debido a que la fabricación de la maquinaria necesaria puede tardar hasta 10 meses, pese a que los activos en esta etapa están pagados se ha dejado un tiempo prudencial por si el proveedor tiene un atraso en la fabricación de la maquinaria, bajo dicho supuesto el proyecto en su totalidad se establece a finales del año siguiente de la inversión.
- 6) La importación de la maquinaria se realiza a medida se compran los equipos.

- 7) Se realizan los trabajos para acondicionar el patio de caña, donde se llevará a cabo el montaje del proyecto.
- 8) Una vez comprado todo lo necesario se realiza el desmontaje de la mesa de caña, cuando finaliza la zafra, esta etapa es una actividad rutinaria de mantenimiento con la diferencia que el sistema será sustituido por el sistema de limpieza en seco.
- 9) Montaje del sistema de limpieza de caña en seco, esta actividad es la más crucial desde un punto de vista técnico, la buena planificación y dimensionamiento por parte del equipo de ingeniería y los trabajos realizados por la empresa, una vez el sistema instalado, se necesita capacitar al personal operativo de su funcionamiento y mantenimiento, así como al personal de transporte de caña debido a que de la alimentación de caña depende que no se incurran a paros innecesarios.
- 10) Se realizan pruebas de arranque con el sistema de limpieza vacío, para comprobar el buen funcionamiento de la maquinaria
- 11) Se realizan pruebas de arranque con el sistema de limpieza con caña para realizar las modificaciones de los parámetros de operación y hacer los ajustes correspondientes para el buen manejo del nuevo proceso y así evitar futuros errores que conducirían a un paro de producción.
- 12) Puesta en marcha del sistema, dependerá de la fecha programada de la zafra en Azunosa para el año 2022.

6.5 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Se presentan las actividades concordadas a la realización del plan de acción, se detallan los tiempos aproximados de la realización del proyecto, así como cada uno de los responsables de las etapas, el cronograma servirá de guía a seguir para una aplicación del proyecto eficiente.

Tabla 45: Cronograma de actividades.

| Año | Área Responsable | 2020 | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Actividad | | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| Presentación del proyecto a junta directiva | Calidad | ■ | | | | | | | | | | | |
| Aprobación del proyecto | Junta Directiva | ■ | | | | | | | | | | | |
| Solicitud de pedido y orden compra para el servicio de ingeniería | Compras | ■ | | | | | | | | | | | |
| Evaluación del sistema actual y dimensionamiento del sistema nuevo | Servicio de ingeniería | | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| Compra de maquinaria y equipos | Compras | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Importación de la maquinaria | Compras | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Acondicionamiento de patio de caña | Mantenimiento | | | | | | | | | | | | ■ |
| Año | | 2021 | | | | | | | | | | | |
| Compra de maquinaria y equipos | Compras | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| Importación de la maquinaria | Compras | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| Desarme de mesas de caña | Mantenimiento | | | | | | | ■ | | | | | |
| Montaje de sistema de limpieza en seco | Mantenimiento | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | |
| Pruebas de sistema de limpieza en vacío | Servicio de ingeniería | | | | | | | | | | ■ | | |
| Pruebas de sistema de limpieza con caña | Servicio de ingeniería | | | | | | | | | | | ■ | |
| Puesta en marcha | Mantenimiento | | | | | | | | | | | | ■ |

En la Tabla 45, se presenta la calendarización para llevar a cabo la compra e instalación del sistema de limpieza en seco, la actividad más tardada es la adquisición de los equipos debido a que estos no se encuentran disponibles para compra inmediata si no que deben ser fabricados, los meses en los que no se programa actividad es tiempo de zafra por lo que actividades como

instalaciones o pruebas no podrán ser programadas, el proyecto finaliza una vez el equipo es puesto en marcha con el arranque de la zafra.

REFERENCIAS

- Aguejo, L. (2012). Iniciativas "ganar ganar" en la producción de caña de azúcar, Azucarrera El Viejo. Costa Rica. Obtenido de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/Av-1379.pdf>
- ANDI. (Noviembre de 2019). *Asociación Nacional de Industriales*. Obtenido de [andi.hn: http://www.andi.hn/cana-de-azucar-de-honduras-promoviendo-la-generacion-de-empleo/#](http://www.andi.hn/cana-de-azucar-de-honduras-promoviendo-la-generacion-de-empleo/#)
- Antonio, j. (1981). *Introducción a la evaluación económica y financiera de inversiones agropecuarios*.
- APAH. (Octubre de 2019). *APAH (Asociación de Productores de Azúcar)*. Obtenido de <http://azucar.hn/>
- Azcona, M., Manzini, F., & Dorati, J. (2013). *Precisiones Metodológicas sobre la unidad de análisis y la unidad de observación*.
- AZUNOSA. (2019). *AZUNOSA (Azucarera del Norte S. A.)*. El Progreso, Yoro.
- Baikow, V. (1982). *Manufactura y Refinado de Azúcar Cruda de Caña*.
- Birkett, H. S. (2004). Cane Washing Losses - Part 1. *Audubon Sugar Institute, LSU Agricultural Center*.
- Chou, J. C. (1993). *Cane Sugar Handbook 12th Edition*.
- Coss, R. (1981). *Análisis y evaluación de proyectos de inversión*.
- Enamorado & Dore. (2016). *Plan de Inversión en el proceso de cristalización en una Azucarera 2016*. Universidad Tecnológica Centroamericana.

- FAOSTAT. (Octubre de 2019). *Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental A. C. (01 de Abril de 2017). *Agua.org.mx*. Obtenido de <https://agua.org.mx/glosario/demanda-biologica-de-oxigeno-dbo/>
- Gallego, J., & Juncâ, M. (2009). *Fuentes y Servicios de Información*. Universidad Oberta de Catalunya.
- GAMQHER Environmental. (Noviembre de 2019). *GAMQHER Environmental*. Obtenido de <http://www.gamoher.com/index.php/trommels/>
- Gitman, L. (2003). *Principios de administracion financiera*.
- Gutiérrez, H., & De la Vara, R. (2009). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma* (Vol. Segunda Edición). México DC, México: McGRAW-HILL / Interamericana Editores S.A. de C.V.
- Hernández, R. (2010). *Metodología de la investigación 5ta Edición*. Mexico: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C. V.
- Horne, J. V., & Wachowicz, J. (2002). *Fundamentos de administracion financiera*.
- Horngren, C., Harrison, W., & Bamber, L. (2003). *Contabilidad*.
- Horngren, C., Sundem, G., & Elliott, J. (2000). *Introduccion a la contabilidad financiera*.
- Hugot, E. (1986). *Handbook of Cane Sugar Engineering, 3rd Edition*.
- ICUMSA. (2017). *Libro de Métodos*.
- ILPES, I. L. (2001). *Guia para la presentacion de proyectos*.
- ISSCT. (1980). *ISSCT (Sociedad Internacional de Tecnologos de Azucar)*.

- ISSCT. (Octubre de 1980). *Sociedad Internacional de Tecnólogos de la Caña de Azúcar*.
- Keller, P. K. (2006). *Dirección de Marketing, 12a Edición*. México: Pearson.
- Ketelhohn, W. (2004). *Inversiones*.
- Labarrondo, J. (2012). *Composición y Características Químicas de la Caña de Azúcar*.
- Larrahondo, J. (1995). *Calidad de la caña de Azúcar*.
- Lewinski, J. (1993). *Proceso de la Caña de Azúcar*.
- Marquez, J. L. (2015). *Propuesta para un sistema de recuperador de caña mecanizada en Ingenio Magdalena S. A. Guatemala*.
- Mott, R. (2006). *Mecánica de Fluidos, 6ta Edición*.
- Mwasinga, G. (2019). *Orign and History of Sugar Cane*. Recuperado el Octubre de 2019, de Academia.edu:
https://www.academia.edu/36324915/ORIGIN_AND_HISTORY_OF_SUGAR_CANE
- OCDE/FAO. (2017). *OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas*. Obtenido de Estadísticas de la OCDE sobre agricultura (base de datos): <http://www.fao.org/3/a-BT088s.pdf>
- Palacios, P., & Duque, O. (2011). *Administración & Desarrollo (Modelos de Negocio)*.
- Perez, J. (2013). *La contabilidad y los estados financieros*.
- ProHonduras. (Noviembre de 2019). *Pro Honduras*. Obtenido de <http://www.prohonduras.hn/images/mosaicoexport/azucar.pdf>
- Rein, P. (2012). *Ingeniería de la caña de Azúcar, 1ra Edición*.

- Sabino, C. (1992). *El Proceso de Investigación*. Caracas: Ed. Panapo.
- Sampieri, R. H. (2010). *Metodología de la Investigación* (Vol. 5ta Edición). Mexico, Mexico: McGraw Hill / Interamericana Editores S.A.
- Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGRAW-HILL/ Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Singels, A. (2012). *Respuestas del Rendimiento de los Cultivos al Agua*. Sudafrica: FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i2800s.pdf>
- Tecnicaña. (1989). *Manual de Laboratorio para la Industria Azucarera*.
- UNAM. (2003). *Tutorial para la asignatura costos y presupuestos*.
- Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT). (Noviembre de 2019). *Crai UPCT*. Obtenido de http://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/5551/mod_resource/content/1/Tema_6_-_Cribado.pdf
- Urbina, G. B. (2010). *Evaluación de Proyectos*.
- Vélez, C. (2014). Limpieza de Cañá en Seco. *Tecnicaña*, <http://cagnazucar.blogspot.com/2014/07/limpieza-de-cana-en-seco.html>.
- Villareal, J. (2008). *Administración financiera II*.
- Weiner, E., & Cavero, J. (2005). *Nueva Enciclopedia Universal*.
- Yara Colombia. (30 de Octubre de 2019). *Yara*. Obtenido de <https://www.yara.com.co/nutricion-vegetal/cana-de-azucar/la-produccion-mundial-de-cana-de-azucar/>

ANEXOS

ANEXO 1: COTIZACIÓN DE EQUIPO

Scope of supply

Item 1:

Description: Conveyor system
Capacity: 15,000 tonnes cane per day
Quantity: Single system

Item 2:

Description: Kicker
Capacity: 15,000 tonnes cane per day
Quantity: set of two

Item 3:

Description: Blower system

Item 5

Description: Modification to Milling tandem
Capacity: 10,000 tonnes cane per day
Quantity: Single tandem

Estimated capital costs.

The modification to the milling tandem, including conveyor system, kickers, and blower cost is estimated at US\$ 2.16 million.

Itemised lists of the scope of supply are presented within.

Not included is the above costs are installation of boilers and TA sets. Technical services to manage this activity can be provided at an additional cost of US\$ 1000 per man day. Also not included in the proposed scope of supply for the boilers is a water treatment plant. If required, a facility can be quoted.

The price estimated for the milling tandem includes consultancy services to define the project and thereafter to supervise the erection and to commission the installed plant. The cost of international air travel is included in the estimated price. Not included are costs for accommodation, subsistence and ground transport for Engineers to deliver the site activities.

Procurement

Purchases will be transacted between Client and the Vendors.

Delivery

Delivery of the milling equipment to Honduras port will commence within 4 months and will be substantially complete within 10 months of Effective Date of Agreement.

ANEXO 2: COTIZACIÓN DE ASESORÍA



4. Condiciones comerciales

4.1. Precios para el suministro de los equipos

Bosch Trading cobrará por el suministro de los equipos y servicios descritos en la presente propuesta, el monto de:

| Ítem | Descripción | Ctd | Precio Unit (USD) | Precio Total (USD) |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------------------|--------------------|
| 01 | <i>Servicio de Ingeniería para Dimensionamiento, especificación e Instalación de un Sistema de Limpieza en Seco para Caña de Azúcar, conforme descrito en los ítems 3.2 y 3.2.1 de la presente propuesta.</i> | 01 | 115.893,00 | 115.893,00 |
| Valor Total (Ex Works – Taller Fabricante): | | | | 115.893,00 |

Notas: Los valores presentados, están en Dólar Americano y poseen todos los impuestos de Brasil. **La presente propuesta incluyen los 25% de impuestos y tasas gubernamentales de Honduras;**

4.2. Condiciones de Pago

25% - Con la confirmación del pedido de compra;

25% - A 30 días del pedido de compra;

25% - A 60 días del pedido de compra;

25% - Con la entrega del Proyecto Final;

(O alguna otra condición a ser acordada entre las partes)

Nota.: Caso sea del interés del Ingenio SER San Antonio, Bosch Trading puede ofrecerles líneas de crédito con interés y plazos especiales para equipos nacionales (100% brasileños).

ANEXO 3: CARTE DE AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

ANEXO 3 CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

El Progreso , Yoro 20 / 11 / 2019
(Ciudad), (Departamento) (Día, mes y año)

Gabriel Enrique del Cid Martinez
(Nombre y apellidos del Director o Gerente)

Gerente General
(Puesto Laboral)

Azucarera del Norte S.A. de C.V.
(Empresa o Institución)

Finca #7 Guanchías, El Progreso, Yoro
(Dirección principal de la empresa o institución)

Estimado Señor(a): Gabriel del Cid

Reciba un cordial y atento saludo. Por medio de la presente deseamos solicitar su apoyo, dado que somos alumnos de UNITEC y nos encontramos desarrollando el Trabajo de Tesis previo a obtener nuestro título de maestría en Finanzas

Hemos seleccionado como tema Evaluación financiera del proyecto de implementación de limpieza en seco de caña, en AZUNOSA, por lo que estaríamos muy agradecidos de contar con el apoyo de la empresa que usted representa para poder desarrollar nuestra investigación. En particular, dicha solicitud se circunscribe a peticionar que se nos autorice a realizar: Uso de datos históricos de mediciones en el agua de lavado de caña para conocer las pérdidas de sacarosa y estimar el impacto económico.

(encuestas, sondeos, etc.).

A la espera de su aprobación, me suscribo de Usted.

Atentamente,

Allan Arteaga
Firma, nombre y apellidos
No. de cuenta: 21723006

Tracy Munguía
Firma, nombre y apellidos
No. de cuenta: 21723954

Por este medio, Azucarera del Norte S.A. de C.V.
(empresa / institución).

Autoriza la realización dentro de sus instalaciones el proyecto de investigación de Tesis de Postgrado antes mencionado.

Gabriel Enrique Del Cid
(Nombre y sello del Director / Gerente)

[Firma]
Vo.Bo.

ANEXO 4: CARTA DE COMPROMISO PARA ASESORÍA TEMÁTICA

Señores Facultad de Postgrado UNITEC.

Por este medio yo _____

Identidad No. _____

Licenciado en _____

_Maestría en _____

Doctorado en _____

Hago constar que asumo la responsabilidad de asesorar técnicamente el trabajo de Tesis de Maestría denominado:

A ser desarrollado por el (los) estudiante(s):

Para lo cual me comprometo a realizar de manera oportuna las revisiones y facilitar las observaciones que considere pertinentes a fin de que se logre finalizar el trabajo de tesis en el plazo establecido por la Facultad de Postgrado.

En la ciudad de

Departamento

Nombre

Fecha _____

Firma: _____

ANEXO 5: ENTREVISTA

1. ¿Cómo es el proceso de producción en AZUNOSA?
2. ¿Cómo es su proceso de recolección de caña?
3. ¿Qué tipo de impurezas se encuentran durante el proceso de limpieza de caña en AZUNOSA?
4. ¿Cómo es el proceso del sistema de limpieza con que actualmente cuenta AZUNOSA?
5. ¿Conocen el estimado de agua que se utiliza durante la limpieza de caña?
6. Actualmente, ¿AZUNOSA cuenta con una estimación de la pérdida de azúcar provocado por la limpieza de caña a través del agua?
7. ¿Ha escuchado de otros sistemas de limpieza de caña?
8. ¿Está AZUNOSA preparada para un posible cambio en las regulaciones ambientales sobre la quema y/o consumo de agua de afluentes?
9. ¿Con que mercado cuenta AZUNOSA?

ANEXO 6: DATOS DE ZAFRA 2015-2016

| <i>Fecha</i> | Tiempo de uso de agua (h) | Cantidad de caña ingresada (Tonc) | Cantidad de caña lavada (Tonc) | Cantidad de agua de lavado (Tonc) | %sacarosa en agua de lavado | Sacarosa en agua de lavado (qq) |
|--------------|----------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------|
| 6/12/2015 | 0 | 841.447091 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7/12/2015 | 23.1 | 2807.55765 | 2702.27424 | 18361.035 | 0.039 | 7.16080365 |
| 8/12/2015 | 13.6666667 | 2923.17948 | 1664.58832 | 10862.95 | 0.039 | 4.2365505 |
| 9/12/2015 | 7.85 | 1746.57217 | 571.274648 | 6239.5725 | 0.039 | 2.43343328 |
| 10/12/2015 | 20.4166667 | 4667.59061 | 3970.6934 | 16228.1875 | 0.0559 | 9.07155681 |
| 11/12/2015 | 9.56666667 | 3993.91764 | 1592.01995 | 7604.065 | 0.0559 | 4.25067234 |
| 12/12/2015 | 0 | 4876.25774 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13/12/2015 | 0 | 5962.66632 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14/12/2015 | 0 | 5662.92207 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15/12/2015 | 0 | 3505.13664 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16/12/2015 | 0 | 6675.69309 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17/12/2015 | 0 | 6026.53725 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18/12/2015 | 0 | 6302.74804 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19/12/2015 | 0 | 5669.59908 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20/12/2015 | 0 | 6252.97725 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21/12/2015 | 0 | 6216.9787 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22/12/2015 | 0 | 5555.93378 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23/12/2015 | 0 | 5747.85315 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24/12/2015 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25/12/2015 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26/12/2015 | 0 | 2228.70845 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27/12/2015 | 0 | 5513.78826 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28/12/2015 | 0 | 5307.51772 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29/12/2015 | 0 | 6280.22276 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30/12/2015 | 0 | 5225.86194 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31/12/2015 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1/1/2016 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2/1/2016 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3/1/2016 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4/1/2016 | 0 | 5601.97406 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5/1/2016 | 0 | 5848.74818 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6/1/2016 | 2.5 | 6253.09885 | 651.364464 | 1987.125 | 0.0403 | 0.80081138 |
| 7/1/2016 | 0 | 5757.37369 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8/1/2016 | 5.8 | 6046.38097 | 1461.20873 | 4610.13 | 0.0728 | 3.35617464 |
| 9/1/2016 | 0 | 6522.30567 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10/1/2016 | 2.88333333 | 5690.306 | 683.62704 | 2291.8175 | 0.0429 | 0.98318971 |
| 11/1/2016 | 2.58333333 | 4610.00807 | 496.216146 | 2053.3625 | 0.0104 | 0.2135497 |
| 12/1/2016 | 7.78333333 | 5911.84261 | 1917.2434 | 6186.5825 | 0.0182 | 1.12595802 |

| | | | | | | |
|-----------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 13/1/2016 | 4.96666667 | 6213.43454 | 1285.83576 | 3947.755 | 0.0416 | 1.64226608 |
| 14/1/2016 | 4.58333333 | 6317.41873 | 1206.45149 | 3643.0625 | 0.0299 | 1.08927569 |
| 15/1/2016 | 1.75 | 6063.21339 | 442.10931 | 1390.9875 | 0.013 | 0.18082838 |
| 16/1/2016 | 7 | 6185.8973 | 1804.22004 | 5563.95 | 0.0728 | 4.0505556 |
| 17/1/2016 | 2.33333333 | 5880.72083 | 571.736747 | 1854.65 | 0.0234 | 0.4339881 |
| 18/1/2016 | 0 | 5736.46838 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19/1/2016 | 0.9 | 6015.71576 | 225.589341 | 715.365 | 0.00866667 | 0.0619983 |
| 20/1/2016 | 6.88333333 | 5592.04167 | 1603.82862 | 5471.2175 | 0.0338 | 1.84927152 |
| 21/1/2016 | 6.58333333 | 4979.14706 | 1365.8077 | 5232.7625 | 0.03835 | 2.00676442 |
| 22/1/2016 | 0.95 | 5355.96108 | 212.006793 | 755.1075 | 0.091 | 0.68714783 |
| 23/1/2016 | 16.6666667 | 5545.52257 | 3851.05734 | 13247.5 | 0.04246667 | 5.62577167 |
| 24/1/2016 | 9.1 | 5286.74167 | 2004.55622 | 7233.135 | 0.04333333 | 3.1343585 |
| 25/1/2016 | 11.53333333 | 5736.82865 | 2756.86488 | 9167.27 | 0.03553333 | 3.25743661 |
| 26/1/2016 | 0.73333333 | 4932.26363 | 150.708055 | 582.89 | 0.0234 | 0.13639626 |
| 27/1/2016 | 2 | 5652.31525 | 471.026271 | 1589.7 | 0.0546 | 0.8679762 |
| 28/1/2016 | 6.71666667 | 6041.76516 | 1690.85511 | 5338.7425 | 0.0572 | 3.05376071 |
| 29/1/2016 | 8.91666667 | 3023.33766 | 1123.25392 | 7087.4125 | 0.0598 | 4.23827268 |
| 30/1/2016 | 0 | 4071.16633 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31/1/2016 | 1.68333333 | 5746.85075 | 403.077727 | 1337.9975 | 0.0078 | 0.10436381 |
| 1/2/2016 | 0 | 6184.51966 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2/2/2016 | 0 | 6405.28697 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3/2/2016 | 0 | 5059.8822 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4/2/2016 | 0 | 5784.23275 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5/2/2016 | 4.2 | 5618.64216 | 983.262377 | 3338.37 | 0.221 | 7.3777977 |
| 6/2/2016 | 4.3 | 5913.3652 | 1059.47793 | 3417.855 | 0.221 | 7.55345955 |
| 7/2/2016 | 6.91666667 | 2547.34873 | 734.131751 | 5497.7125 | 0.221 | 12.1499446 |
| 8/2/2016 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9/2/2016 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10/2/2016 | 0 | 485.927814 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11/2/2016 | 14.43333333 | 4846.58092 | 2914.67991 | 11472.335 | 0.0091 | 1.04398249 |
| 12/2/2016 | 2.53333333 | 5250.44827 | 554.213984 | 2013.62 | 0.0429 | 0.86384298 |
| 13/2/2016 | 14.9 | 5368.67729 | 3333.05382 | 11843.265 | 0.0299 | 3.54113624 |
| 14/2/2016 | 18.6166667 | 4103.75613 | 3183.26083 | 14797.4575 | 0.01646667 | 2.436648 |
| 15/2/2016 | 8.95 | 2671.96235 | 996.419293 | 7113.9075 | 0.0091 | 0.64736558 |
| 16/2/2016 | 15.9166667 | 5135.81495 | 3406.04394 | 12651.3625 | 0.00988 | 1.24995462 |
| 17/2/2016 | 9.2 | 5276.99945 | 2022.84979 | 7312.62 | 0.0208 | 1.52102496 |
| 18/2/2016 | 8.03333333 | 4927.42661 | 1649.31919 | 6385.295 | 0.04615 | 2.94681364 |
| 19/2/2016 | 6.08333333 | 5138.47198 | 1302.45991 | 4835.3375 | 0.0338 | 1.63434408 |
| 20/2/2016 | 5.38333333 | 5736.49646 | 1286.72802 | 4278.9425 | 0.0182 | 0.77876754 |
| 21/2/2016 | 5.5 | 5559.43476 | 1274.03713 | 4371.675 | 0.02773333 | 1.2124112 |
| 22/2/2016 | 5.28333333 | 5188.69434 | 1142.23341 | 4199.4575 | 0.0156 | 0.65511537 |
| 23/2/2016 | 4.86666667 | 4431.90934 | 898.692728 | 3868.27 | 0.0156 | 0.60345012 |
| 24/2/2016 | 1.13333333 | 5611.0261 | 264.965121 | 900.83 | 0.026 | 0.2342158 |

| | | | | | | |
|-----------|------------|------------|------------|------------|--------|------------|
| 25/2/2016 | 14.05 | 3741.74706 | 2190.48109 | 11167.6425 | 0.117 | 13.0661417 |
| 26/2/2016 | 5.35 | 2680.36055 | 597.49704 | 4252.4475 | 0.117 | 4.97536358 |
| 27/2/2016 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28/2/2016 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29/2/2016 | 1.38333333 | 2844.93576 | 163.978936 | 1099.5425 | 0.052 | 0.5717621 |
| 1/3/2016 | 1.08333333 | 5360.25144 | 241.955794 | 861.0875 | 0.0455 | 0.39179481 |
| 2/3/2016 | 0 | 6126.28629 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3/3/2016 | 0 | 2356.04118 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4/3/2016 | 1.75 | 5929.33209 | 432.347132 | 1390.9875 | 0.0416 | 0.5786508 |
| 5/3/2016 | 6.36666667 | 4720.53714 | 1252.2536 | 5060.545 | 0.0234 | 1.18416753 |
| 6/3/2016 | 18.0666667 | 3973.94547 | 2991.49784 | 14360.29 | 0.052 | 7.4673508 |
| 7/3/2016 | 16.2666667 | 5083.5652 | 3445.52752 | 12929.56 | 0.039 | 5.0425284 |
| 8/3/2016 | 7.45 | 4517.81647 | 1402.40553 | 5921.6325 | 0.039 | 2.30943668 |
| 9/3/2016 | 1.55 | 5134.40941 | 331.597274 | 1232.0175 | 0.0182 | 0.22422719 |
| 10/3/2016 | 12.05 | 5335.38251 | 2678.80664 | 9577.9425 | 0.1066 | 10.2100867 |
| 11/3/2016 | 0 | 5108.94889 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12/3/2016 | 0 | 5409.38997 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13/3/2016 | 0 | 5038.21777 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14/3/2016 | 0 | 5626.00477 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15/3/2016 | 0 | 5362.98112 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16/3/2016 | 0 | 3500.56547 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17/3/2016 | 0 | 5284.13795 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18/3/2016 | 1.15 | 5546.16303 | 265.753645 | 914.0775 | 0.0182 | 0.16636211 |
| 19/3/2016 | 0 | 5662.20342 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20/3/2016 | 1 | 5638.06797 | 234.919499 | 794.85 | 0.0182 | 0.1446627 |
| 21/3/2016 | 8.48333333 | 4330.026 | 1530.54391 | 6742.9775 | 0.0182 | 1.22722191 |
| 22/3/2016 | 3.41666667 | 3244.23411 | 461.852772 | 2715.7375 | 0.0182 | 0.49426423 |
| 23/3/2016 | 12.9 | 3684.50169 | 1980.41966 | 10253.565 | 0.0156 | 1.59955614 |
| 24/3/2016 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25/3/2016 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26/3/2016 | 7.15 | 1525.01823 | 454.328346 | 5683.1775 | 0.0442 | 2.51196446 |
| 27/3/2016 | 8.28333333 | 1409.61427 | 486.512704 | 6584.0075 | 0.0442 | 2.91013132 |
| 28/3/2016 | 2.53333333 | 5243.39239 | 553.469197 | 2013.62 | 0.0156 | 0.31412472 |
| 29/3/2016 | 0 | 6008.02497 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30/3/2016 | 0 | 4756.46957 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31/3/2016 | 2.58333333 | 1612.43759 | 173.560991 | 2053.3625 | 0.0156 | 0.32032455 |
| 1/4/2016 | 0 | 2850.88914 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2/4/2016 | 0 | 593.218313 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3/4/2016 | 0 | 5316.45668 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4/4/2016 | 0 | 5455.80041 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5/4/2016 | 0 | 5977.48471 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6/4/2016 | 0 | 5842.48408 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7/4/2016 | 0 | 3440.74703 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | |
|-----------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|
| 8/4/2016 | 0 | 4546.51665 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9/4/2016 | 0 | 6083.43662 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10/4/2016 | 2.05 | 6447.12379 | 550.691824 | 1629.4425 | 0.0156 | 0.25419303 |
| 11/4/2016 | 1 | 4666.80308 | 194.450128 | 794.85 | 0.0156 | 0.1239966 |
| 12/4/2016 | 0 | 6255.78994 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13/4/2016 | 0.25 | 6096.88166 | 63.5091839 | 198.7125 | 0.0156 | 0.03099915 |
| 14/4/2016 | 0 | 6630.71659 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15/4/2016 | 0 | 5203.77426 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16/4/2016 | 0 | 6117.80712 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17/4/2016 | 0 | 5953.86824 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18/4/2016 | 2.08333333 | 3130.24023 | 271.722242 | 1655.9375 | 0.0156 | 0.25832625 |
| 19/4/2016 | 0 | 6656.00713 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20/4/2016 | 0 | 6008.13463 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21/4/2016 | 0 | 6036.06237 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22/4/2016 | 0 | 4697.27424 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23/4/2016 | 0 | 5682.95669 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24/4/2016 | 0 | 5575.3539 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25/4/2016 | 0 | 5626.7698 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26/4/2016 | 0 | 5046.63022 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27/4/2016 | 0 | 6041.34451 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28/4/2016 | 0.18333333 | 5947.67383 | 45.4336195 | 145.7225 | 0.0897 | 0.13071308 |
| 29/4/2016 | 0 | 4970.5566 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30/4/2016 | 0.66666667 | 3600.73703 | 100.020473 | 529.9 | 0.1391 | 0.7370909 |
| 1/5/2016 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1391 | 0 |
| 2/5/2016 | 7.66666667 | 5159.5264 | 1648.18204 | 6093.85 | 0.1508 | 9.1895258 |
| 3/5/2016 | 1.43333333 | 5138.01385 | 306.853605 | 1139.285 | 0.3588 | 4.08775458 |
| 4/5/2016 | 0 | 4165.1721 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5/5/2016 | 2.16666667 | 6141.65 | 554.454514 | 1722.175 | 0.12263333 | 2.11196061 |
| 6/5/2016 | 0.18333333 | 5681.75636 | 43.4023055 | 145.7225 | 0.0936 | 0.13639626 |
| 7/5/2016 | 0 | 5384.46748 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8/5/2016 | 1.25 | 5310.15689 | 276.570671 | 993.5625 | 0.06023333 | 0.59845581 |
| 9/5/2016 | 0 | 6107.01903 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10/5/2016 | 0 | 3671.49182 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11/5/2016 | 2.8 | 5799.48643 | 676.60675 | 2225.58 | 0.052 | 1.1573016 |
| 12/5/2016 | 1.93333333 | 6012.57541 | 484.346352 | 1536.71 | 0.2535 | 3.89555985 |
| 13/5/2016 | 0.18333333 | 6387.27834 | 48.7917095 | 145.7225 | 0.31546667 | 0.45970591 |
| 14/5/2016 | 0 | 6068.01983 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15/5/2016 | 0 | 6537.19924 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16/5/2016 | 0 | 3920.83742 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17/5/2016 | 6.75 | 5546.3774 | 1559.91864 | 5365.2375 | 0.21788 | 11.6897795 |
| 18/5/2016 | 0.16666667 | 4458.15283 | 30.9593947 | 132.475 | 0.24492 | 0.32445777 |
| 19/5/2016 | 0.33333333 | 5872.48157 | 81.562244 | 264.95 | 0.1079 | 0.28588105 |
| 20/5/2016 | 0 | 4005.86398 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | |
|-----------|------------|------------|------------|---------|-------|-----------|
| 21/5/2016 | 0 | 4458.31079 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22/5/2016 | 0 | 5604.7442 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23/5/2016 | 1.86666667 | 5972.58884 | 464.534688 | 1483.72 | 0.078 | 1.1573016 |
| 24/5/2016 | 0 | 5968.3921 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25/5/2016 | 0 | 6303.07607 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26/5/2016 | 0 | 5758.24145 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27/5/2016 | 0 | 4186.05017 | 0 | 0 | 0 | 0 |

ANEXO 5: DATOS DE ZAFRA 2016-2017

| <i>Fecha</i> | Tiempo de uso de agua (h) | Cantidad de caña ingresada (Tonc) | Cantidad de caña lavada (Tonc) | Cantidad de agua de lavado (Tonc) | %sacarosa en agua de lavado | Sacarosa en agua de lavado (qq) |
|--------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 9/12/2016 | 0 | 1688.3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10/12/2016 | 0 | 1842.97 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11/12/2016 | 0 | 2877.67 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12/12/2016 | 0 | 4223.12 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13/12/2016 | 0 | 4443.41 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14/12/2016 | 0 | 4395.91 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15/12/2016 | 0 | 2676.7 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16/12/2016 | 0 | 4579.96 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17/12/2016 | 5.81666667 | 4553.35 | 1103.55497 | 4623.3775 | 0.05252 | 2.42819786 |
| 18/12/2016 | 0.95 | 5127.31 | 202.956021 | 755.1075 | 0.2145 | 1.61970559 |
| 19/12/2016 | 0 | 5419.36 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20/12/2016 | 0 | 4239.89 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21/12/2016 | 13.8333333 | 4458.79 | 2569.99701 | 10995.425 | 0.42224 | 46.4270825 |
| 22/12/2016 | 6.95 | 1393.38 | 403.499625 | 5524.2075 | 0.1768 | 9.76679886 |
| 23/12/2016 | 8.51666667 | 2513.14 | 891.815653 | 6769.4725 | 0.1443 | 9.76834882 |
| 24/12/2016 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25/12/2016 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26/12/2016 | 0 | 3132.84 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27/12/2016 | 12.6 | 4821.78 | 2531.4345 | 10015.11 | 0.338 | 33.8510718 |
| 28/12/2016 | 11.6166667 | 5498.88 | 2661.61067 | 9233.5075 | 0.234 | 21.6064076 |
| 29/12/2016 | 2 | 5766.08 | 480.506667 | 1589.7 | 0.09923333 | 1.5775123 |
| 30/12/2016 | 19.1833333 | 5027.03 | 4018.13301 | 15247.8725 | 0.68726667 | 104.793545 |
| 31/12/2016 | 9 | 2537.49 | 951.55875 | 7153.65 | 0.13 | 9.299745 |
| 1/1/2017 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2/1/2017 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3/1/2017 | 3.46666667 | 2608.93 | 376.845444 | 2755.48 | 0.01906667 | 0.52537819 |
| 4/1/2017 | 0 | 6367.82 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5/1/2017 | 0 | 5032.41 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6/1/2017 | 0 | 5322.73 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7/1/2017 | 0 | 3081.24 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8/1/2017 | 10.2166667 | 2895.61 | 1232.64509 | 8120.7175 | 0.02704 | 2.19584201 |
| 9/1/2017 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10/1/2017 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11/1/2017 | 8.2 | 2313.33 | 790.38775 | 6517.77 | 0.11526667 | 7.51281622 |
| 12/1/2017 | 13.3166667 | 4149.83 | 2302.57928 | 10584.7525 | 0.40976 | 43.3720818 |
| 13/1/2017 | 10.4333333 | 5607.18 | 2437.56575 | 8292.935 | 0.1521 | 12.6135541 |
| 14/1/2017 | 15.5 | 5923.64 | 3825.68417 | 12320.175 | 0.13996667 | 17.2441383 |
| 15/1/2017 | 10.1166667 | 6772.56 | 2854.82217 | 8041.2325 | 0.3822 | 30.7335906 |

| <i>Fecha</i> | Tiempo de uso de agua (h) | Cantidad de caña ingresada (Tonc) | Cantidad de caña lavada (Tonc) | Cantidad de agua de lavado (Tonc) | %sacarosa en agua de lavado | Sacarosa en agua de lavado (qq) |
|--------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 16/1/2017 | 10.2666667 | 3691.77 | 1579.25717 | 8160.46 | 0.07843333 | 6.40052079 |
| 17/1/2017 | 1.58333333 | 6476.28 | 427.254583 | 1258.5125 | 0.4836 | 6.08616645 |
| 18/1/2017 | 0 | 5507.12 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19/1/2017 | 2.36666667 | 6790.96 | 669.664111 | 1881.145 | 0.09966667 | 1.87487452 |
| 20/1/2017 | 0 | 5882.93 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21/1/2017 | 0 | 6324.25 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22/1/2017 | 5.91666667 | 6094.03 | 1502.34767 | 4702.8625 | 0.44546667 | 20.9496848 |
| 23/1/2017 | 13.4166667 | 4100.31 | 2292.18719 | 10664.2375 | 0.117 | 12.4771579 |
| 24/1/2017 | 2.08333333 | 4169.19 | 361.908854 | 1655.9375 | 0.27386667 | 4.53506083 |
| 25/1/2017 | 0.23333333 | 3142.6 | 30.5530556 | 185.465 | 0.48446667 | 0.8985161 |
| 26/1/2017 | 1.83333333 | 6746.95 | 515.392014 | 1457.225 | 0.38306667 | 5.58214323 |
| 27/1/2017 | 15.5 | 6662.19 | 4302.66438 | 12320.175 | 0.31893333 | 39.2931448 |
| 28/1/2017 | 0 | 5785.89 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29/1/2017 | 0 | 1190.39 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30/1/2017 | 13.4833333 | 4783.67 | 2687.49238 | 10717.2275 | 0.35724 | 38.2862235 |
| 31/1/2017 | 9.78333333 | 6437.6 | 2624.21611 | 7776.2825 | 0.13693333 | 10.6483228 |
| 1/2/2017 | 3.86666667 | 5023.69 | 809.372278 | 3073.42 | 0.13736667 | 4.22185461 |
| 2/2/2017 | 11.1166667 | 6582.04 | 3048.76436 | 8836.0825 | 0.1261 | 11.1423 |
| 3/2/2017 | 0 | 3076.57 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4/2/2017 | 0 | 2471.85 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5/2/2017 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6/2/2017 | 0 | 6142.18 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7/2/2017 | 5 | 6306.61 | 1313.87708 | 3974.25 | 0.5694 | 22.6293795 |
| 8/2/2017 | 3.06666667 | 6266.03 | 800.659389 | 2437.54 | 0.5447 | 13.2772804 |
| 9/2/2017 | 14.1166667 | 5642.3 | 3318.76951 | 11220.6325 | 0.0858 | 9.62730269 |
| 10/2/2017 | 12.5 | 6085.35 | 3169.45313 | 9935.625 | 0.35403333 | 35.1754244 |
| 11/2/2017 | 4.41666667 | 6426.85 | 1182.71892 | 3510.5875 | 0.06543333 | 2.29709442 |
| 12/2/2017 | 1.25 | 6170.55 | 321.382813 | 993.5625 | 0.20626667 | 2.04938825 |
| 13/2/2017 | 17.8833333 | 6369.71 | 4746.31863 | 14214.5675 | 0.13086667 | 18.6021307 |
| 14/2/2017 | 16.6833333 | 6679.57 | 4643.22887 | 13260.7475 | 0.13606667 | 18.0434571 |
| 15/2/2017 | 0 | 6217.28 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16/2/2017 | 0 | 6738.95 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17/2/2017 | 0 | 6568.96 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18/2/2017 | 0 | 6927.35 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19/2/2017 | 0 | 7113.74 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20/2/2017 | 0 | 6585.26 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21/2/2017 | 0 | 6766.06 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22/2/2017 | 0 | 6418.98 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23/2/2017 | 0 | 5530.4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24/2/2017 | 0 | 6839.36 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| <i>Fecha</i> | Tiempo de uso de agua (h) | Cantidad de caña ingresada (Tonc) | Cantidad de caña lavada (Tonc) | Cantidad de agua de lavado (Tonc) | %sacarosa en agua de lavado | Sacarosa en agua de lavado (qq) |
|--------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 25/2/2017 | 0 | 6510.2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26/2/2017 | 0 | 6611.27 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27/2/2017 | 0 | 6780.64 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28/2/2017 | 0 | 6413.25 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1/3/2017 | 0 | 7016.86 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2/3/2017 | 0 | 6291.63 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3/3/2017 | 0 | 2793.97 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4/3/2017 | 0 | 5589.35 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5/3/2017 | 0.5 | 5990.52 | 124.8025 | 397.425 | 0.2561 | 1.01780543 |
| 6/3/2017 | 0 | 6614.47 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7/3/2017 | 0 | 6592.65 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8/3/2017 | 0 | 6393.2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9/3/2017 | 0 | 5650.59 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10/3/2017 | 0 | 5895.29 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11/3/2017 | 0 | 6099.78 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12/3/2017 | 0 | 5634.19 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13/3/2017 | 0 | 6310.42 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14/3/2017 | 0 | 1473.56 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15/3/2017 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16/3/2017 | 5.53333333 | 4288.49 | 988.735194 | 4398.17 | 0.14646667 | 6.44185299 |
| 17/3/2017 | 7.83333333 | 3973.9 | 1297.03681 | 6226.325 | 0.29986667 | 18.6706732 |
| 18/3/2017 | 8.93333333 | 2771.83 | 1031.73672 | 7100.66 | 1.10825 | 78.6930645 |
| 19/3/2017 | 19.8 | 5614.45 | 4631.92125 | 15738.03 | 0.78073667 | 122.872571 |
| 20/3/2017 | 19.9833333 | 6201.01 | 5163.20208 | 15883.7525 | 0.17766667 | 28.2201336 |
| 21/3/2017 | 21.9333333 | 6666.79 | 6092.70531 | 17433.71 | 0.6175 | 107.653159 |
| 22/3/2017 | 0.2 | 5131.9 | 42.7658333 | 158.97 | 0.06222667 | 0.09892173 |
| 23/3/2017 | 0 | 6772.05 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24/3/2017 | 0 | 6733.33 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25/3/2017 | 0 | 6004.45 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26/3/2017 | 0 | 5671.95 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27/3/2017 | 0 | 3332.85 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28/3/2017 | 1 | 6173.64 | 257.235 | 794.85 | 0.33886667 | 2.6934817 |
| 29/3/2017 | 0 | 4216.15 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30/3/2017 | 0 | 3096.32 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31/3/2017 | 0 | 3715.49 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1/4/2017 | 0 | 6717.29 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2/4/2017 | 0 | 6523.66 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3/4/2017 | 0 | 4463.08 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4/4/2017 | 0 | 3971.15 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5/4/2017 | 0 | 2904.99 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| <i>Fecha</i> | Tiempo de uso de agua (h) | Cantidad de caña ingresada (Tonc) | Cantidad de caña lavada (Tonc) | Cantidad de agua de lavado (Tonc) | %sacarosa en agua de lavado | Sacarosa en agua de lavado (qq) |
|--------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 6/4/2017 | 0 | 6444.82 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7/4/2017 | 0 | 6154.91 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8/4/2017 | 3.5 | 5469.52 | 797.638333 | 2781.975 | 0.10573333 | 2.9414749 |
| 9/4/2017 | 16.9166667 | 6223.68 | 4386.83 | 13446.2125 | 0.51523333 | 69.2793689 |
| 10/4/2017 | 17.9333333 | 5337.66 | 3988.41817 | 14254.31 | 0.7033 | 100.250562 |
| 11/4/2017 | 21.6833333 | 6285.77 | 5679.01859 | 17234.9975 | 0.12523333 | 21.5839619 |
| 12/4/2017 | 23.2333333 | 6526.64 | 6318.15011 | 18467.015 | 0.7215 | 133.239513 |
| 13/4/2017 | 8.75 | 1987.64 | 724.660417 | 6954.9375 | 0.05113333 | 3.55629138 |
| 14/4/2017 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15/4/2017 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16/4/2017 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17/4/2017 | 0 | 2835.65 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18/4/2017 | 0 | 4486.24 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19/4/2017 | 19.6666667 | 6217 | 5094.48611 | 15632.05 | 0.18113333 | 28.3148532 |
| 20/4/2017 | 9.9 | 5462.63 | 2253.33488 | 7869.015 | 0.21233333 | 16.7085419 |
| 21/4/2017 | 14.4166667 | 5637.73 | 3386.55309 | 11459.0875 | 0.55033333 | 63.0631782 |
| 22/4/2017 | 20.4833333 | 6022.46 | 5140.00232 | 16281.1775 | 0.1183 | 19.260633 |
| 23/4/2017 | 16 | 5692.95 | 3795.3 | 12717.6 | 0.21493333 | 27.3343616 |
| 24/4/2017 | 19.35 | 5489.36 | 4425.7965 | 15380.3475 | 0.48273333 | 74.2460642 |
| 25/4/2017 | 19.65 | 6113.21 | 5005.19069 | 15618.8025 | 1.053 | 164.46599 |
| 26/4/2017 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27/4/2017 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28/4/2017 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29/4/2017 | 0 | 1284.53 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30/4/2017 | 2.33333333 | 6015.43 | 584.833472 | 1854.65 | 1.27764 | 23.6957503 |
| 1/5/2017 | 0 | 6144.68 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2/5/2017 | 0 | 3895.54 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3/5/2017 | 6.01666667 | 4255.96 | 1066.94553 | 4782.3475 | 0.17628 | 8.43032217 |
| 4/5/2017 | 0 | 1510.12 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5/5/2017 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6/5/2017 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7/5/2017 | 0 | 3868.18 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8/5/2017 | 0 | 6034.83 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9/5/2017 | 0 | 5678.45 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10/5/2017 | 0 | 5561.79 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11/5/2017 | 0 | 6077.11 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12/5/2017 | 0 | 5023.53 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13/5/2017 | 0 | 5339.88 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14/5/2017 | 0 | 5026.09 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15/5/2017 | 0.43333333 | 3659.02 | 66.0656389 | 344.435 | 0.1196 | 0.41194426 |

| <i>Fecha</i> | Tiempo de uso de agua (h) | Cantidad de caña ingresada (Tonc) | Cantidad de caña lavada (Tonc) | Cantidad de agua de lavado (Tonc) | %sacarosa en agua de lavado | Sacarosa en agua de lavado (qq) |
|--------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 16/5/2017 | 0 | 6135.02 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17/5/2017 | 0 | 4491.17 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18/5/2017 | 0 | 5952 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19/5/2017 | 0 | 4693.02 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20/5/2017 | 0 | 4152.49 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21/5/2017 | 3.31666667 | 5822.78 | 804.675847 | 2636.2525 | 0.234 | 6.16883085 |
| 22/5/2017 | 24 | 5714.37 | 5714.37 | 19076.4 | 0.22923333 | 43.7294676 |
| 23/5/2017 | 18.6833333 | 4530.7 | 3527.0241 | 14850.4475 | 0.234 | 34.7500472 |
| 24/5/2017 | 16.4666667 | 4706.48 | 3229.16822 | 13088.53 | 0.27733333 | 36.2988565 |
| 25/5/2017 | 16.2 | 3941.29 | 2660.37075 | 12876.57 | 0.06196667 | 7.97918121 |
| 26/5/2017 | 0 | 191.8 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27/5/2017 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28/5/2017 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29/5/2017 | 20.4166667 | 4837.74 | 4115.43854 | 16228.1875 | 0.4121 | 66.8763607 |
| 30/5/2017 | 8.75 | 2115.74 | 771.363542 | 6954.9375 | 0.04073333 | 2.83297788 |
| 31/5/2017 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1/6/2017 | 21.35 | 4955.14 | 4408.00996 | 16970.0475 | 0.2652 | 45.004566 |
| 2/6/2017 | 19.3666667 | 5376.91 | 4338.86765 | 15393.595 | 0.26043333 | 40.0900526 |
| 3/6/2017 | 14.55 | 5973.4 | 3621.37375 | 11565.0675 | 0.29098333 | 33.6524189 |
| 4/6/2017 | 5.7 | 6233.44 | 1480.442 | 4530.645 | 0.1924 | 8.71696098 |
| 5/6/2017 | 23.8 | 6893.38 | 6835.93517 | 18917.43 | 0.4225 | 79.9261418 |
| 6/6/2017 | 21.7833333 | 6477.95 | 5879.63934 | 17314.4825 | 0.35663333 | 61.7492161 |
| 7/6/2017 | 7.0666667 | 3802.46 | 1119.61322 | 5616.94 | 0.07843333 | 4.40555327 |
| 8/6/2017 | 0 | 3614.88 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9/6/2017 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10/6/2017 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

ANEXO 6: DATOS DE ZAFRA 2017-2018

| <i>Fecha</i> | Tiempo de uso de agua (h) | Cantidad de caña ingresada (Tonc) | Cantidad de caña lavada (Tonc) | Cantidad de agua de lavado (Tonc) | %sacarosa en agua de lavado | Sacarosa en agua de lavado (qq) |
|--------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 18/12/2017 | 0.00 | 1725.59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 19/12/2017 | 0.00 | 3646.66 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 20/12/2017 | 0.00 | 4316.83 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 21/12/2017 | 0.00 | 3749.92 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 22/12/2017 | 0.00 | 5122.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 23/12/2017 | 0.00 | 6095.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 24/12/2017 | 0.00 | 1463.52 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 25/12/2017 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 26/12/2017 | 0.00 | 2145.77 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 27/12/2017 | 0.00 | 5946.26 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 28/12/2017 | 0.00 | 6228.84 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 29/12/2017 | 0.00 | 6271.21 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 30/12/2017 | 0.00 | 5539.56 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 31/12/2017 | 0.00 | 1535.91 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1/1/2018 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2/1/2018 | 0.00 | 616.94 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3/1/2018 | 16.85 | 6304.31 | 4426.15 | 13393.22 | 0.19 | 25.07 |
| 4/1/2018 | 18.17 | 4512.39 | 3415.63 | 14439.78 | 0.14 | 20.02 |
| 5/1/2018 | 21.95 | 5456.79 | 4990.69 | 17446.96 | 0.17 | 29.26 |
| 6/1/2018 | 18.58 | 5133.43 | 3974.84 | 14770.96 | 0.34 | 50.31 |
| 7/1/2018 | 12.18 | 4269.07 | 2167.15 | 9683.92 | 0.20 | 19.22 |
| 8/1/2018 | 16.13 | 4165.87 | 2800.39 | 12823.58 | 0.24 | 31.34 |
| 9/1/2018 | 21.67 | 5570.58 | 5029.00 | 17221.75 | 0.32 | 54.25 |
| 10/1/2018 | 0.00 | 6411.81 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11/1/2018 | 0.00 | 6727.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12/1/2018 | 0.00 | 5418.82 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 13/1/2018 | 8.65 | 6001.96 | 2163.21 | 6875.45 | 0.17 | 11.53 |
| 14/1/2018 | 23.65 | 6419.15 | 6325.54 | 18798.20 | 0.17 | 31.52 |
| 15/1/2018 | 23.73 | 6482.18 | 6410.16 | 18864.44 | 0.17 | 31.64 |
| 16/1/2018 | 16.08 | 4518.25 | 3027.86 | 12783.84 | 0.10 | 13.30 |
| 17/1/2018 | 21.00 | 5791.36 | 5067.44 | 16691.85 | 0.10 | 17.36 |
| 18/1/2018 | 20.37 | 5599.13 | 4751.48 | 16188.45 | 0.16 | 26.38 |
| 19/1/2018 | 6.72 | 2067.78 | 578.69 | 5338.74 | 2.86 | 152.69 |
| 20/1/2018 | 0.00 | 562.88 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 21/1/2018 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 22/1/2018 | 12.95 | 4841.31 | 2612.29 | 10293.31 | 0.15 | 15.34 |
| 23/1/2018 | 11.97 | 6006.45 | 2994.88 | 9511.71 | 0.28 | 26.78 |
| 24/1/2018 | 12.00 | 6857.80 | 3428.90 | 9538.20 | 0.33 | 31.08 |

| <i>Fecha</i> | Tiempo de uso de agua (h) | Cantidad de caña ingresada (Tonc) | Cantidad de caña lavada (Tonc) | Cantidad de agua de lavado (Tonc) | %sacarosa en agua de lavado | Sacarosa en agua de lavado (qq) |
|--------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 25/1/2018 | 12.90 | 5291.29 | 2844.07 | 10253.57 | 0.21 | 21.17 |
| 26/1/2018 | 1.82 | 6246.32 | 472.81 | 1443.98 | 0.23 | 3.32 |
| 27/1/2018 | 0.00 | 6431.94 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 28/1/2018 | 0.00 | 5836.12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 29/1/2018 | 0.00 | 6761.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 30/1/2018 | 9.12 | 4766.36 | 1810.55 | 7246.38 | 0.19 | 13.75 |
| 31/1/2018 | 1.78 | 731.60 | 54.36 | 1417.48 | 0.19 | 2.69 |
| 1/2/2018 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2/2/2018 | 0.00 | 670.74 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3/2/2018 | 8.30 | 2331.02 | 806.14 | 6597.26 | 0.12 | 7.95 |
| 4/2/2018 | 15.63 | 3724.92 | 2426.37 | 12426.16 | 0.13 | 16.26 |
| 5/2/2018 | 12.57 | 4366.90 | 2286.56 | 9988.62 | 0.03 | 3.20 |
| 6/2/2018 | 9.32 | 6282.66 | 2438.89 | 7405.35 | 0.50 | 37.19 |
| 7/2/2018 | 20.83 | 5168.00 | 4486.11 | 16559.38 | 0.12 | 19.95 |
| 8/2/2018 | 14.52 | 4746.08 | 2870.72 | 11538.57 | 0.15 | 17.88 |
| 9/2/2018 | 20.08 | 5465.38 | 4573.46 | 15963.24 | 0.24 | 38.39 |
| 10/2/2018 | 10.20 | 6832.15 | 2903.66 | 8107.47 | 0.25 | 19.99 |
| 11/2/2018 | 20.05 | 5505.93 | 4599.75 | 15936.74 | 0.25 | 39.26 |
| 12/2/2018 | 14.32 | 4514.44 | 2692.99 | 11379.60 | 0.34 | 39.10 |
| 13/2/2018 | 17.48 | 5008.63 | 3648.65 | 13896.63 | 0.44 | 60.70 |
| 14/2/2018 | 11.15 | 5139.23 | 2387.60 | 8862.58 | 0.19 | 16.48 |
| 15/2/2018 | 13.73 | 7134.92 | 4082.76 | 10915.94 | 0.32 | 34.58 |
| 16/2/2018 | 1.08 | 6939.89 | 313.26 | 861.09 | 0.19 | 1.66 |
| 17/2/2018 | 2.83 | 7258.15 | 856.86 | 2252.08 | 0.23 | 5.07 |
| 18/2/2018 | 8.03 | 6960.00 | 2329.67 | 6385.30 | 0.23 | 14.44 |
| 19/2/2018 | 8.00 | 5953.26 | 1984.42 | 6358.80 | 0.11 | 6.86 |
| 20/2/2018 | 0.00 | 6534.66 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 21/2/2018 | 0.00 | 5452.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 22/2/2018 | 1.17 | 6106.00 | 296.82 | 927.33 | 0.20 | 1.86 |
| 23/2/2018 | 0.00 | 3730.72 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 24/2/2018 | 0.00 | 3710.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 25/2/2018 | 0.00 | 4249.65 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 26/2/2018 | 0.00 | 4757.49 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 27/2/2018 | 0.00 | 5765.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 28/2/2018 | 0.25 | 5876.81 | 61.22 | 198.71 | 0.10 | 0.20 |
| 1/3/2018 | 7.30 | 3786.44 | 1151.71 | 5802.41 | 0.05 | 3.02 |
| 2/3/2018 | 0.00 | 5892.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3/3/2018 | 0.00 | 6067.97 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4/3/2018 | 0.00 | 6470.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5/3/2018 | 0.00 | 6766.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

| <i>Fecha</i> | Tiempo de uso de agua (h) | Cantidad de caña ingresada (Tonc) | Cantidad de caña lavada (Tonc) | Cantidad de agua de lavado (Tonc) | %sacarosa en agua de lavado | Sacarosa en agua de lavado (qq) |
|--------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 6/3/2018 | 0.00 | 4999.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7/3/2018 | 3.00 | 5105.71 | 638.21 | 2384.55 | 0.10 | 2.37 |
| 8/3/2018 | 13.95 | 5472.82 | 3181.08 | 11088.16 | 0.12 | 13.31 |
| 9/3/2018 | 0.58 | 5888.45 | 143.12 | 463.66 | 0.14 | 0.64 |
| 10/3/2018 | 0.00 | 6524.25 | 0.00 | 0.00 | | 0.00 |
| 11/3/2018 | 0.15 | 2591.48 | 16.20 | 119.23 | 0.10 | 0.12 |
| 12/3/2018 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 13/3/2018 | 0.00 | 2145.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 14/3/2018 | 13.85 | 4759.08 | 2746.39 | 11008.67 | 0.20 | 21.75 |
| 15/3/2018 | 20.50 | 4577.11 | 3909.61 | 16294.43 | 0.21 | 33.61 |
| 16/3/2018 | 15.67 | 6396.85 | 4175.72 | 12452.65 | 0.39 | 48.08 |
| 17/3/2018 | 22.07 | 5866.18 | 5393.63 | 17539.69 | 0.27 | 46.52 |
| 18/3/2018 | 14.33 | 5547.21 | 3312.92 | 11392.85 | 0.13 | 14.37 |
| 19/3/2018 | 2.57 | 5506.65 | 588.91 | 2040.12 | 0.04 | 0.74 |
| 20/3/2018 | 6.20 | 6101.88 | 1576.32 | 4928.07 | 0.21 | 10.25 |
| 21/3/2018 | 0.00 | 5671.33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 22/3/2018 | 0.00 | 6334.66 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 23/3/2018 | 0.12 | 5542.04 | 26.94 | 92.73 | 0.03 | 0.03 |
| 24/3/2018 | 0.00 | 6534.61 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 25/3/2018 | 2.08 | 5909.12 | 512.94 | 1655.94 | 0.07 | 1.13 |
| 26/3/2018 | 0.00 | 6618.41 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 27/3/2018 | 4.60 | 5490.18 | 1052.28 | 3656.31 | 0.11 | 4.06 |
| 28/3/2018 | 1.53 | 5228.59 | 334.05 | 1218.77 | 0.22 | 2.72 |
| 29/3/2018 | 0.00 | 6141.53 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 30/3/2018 | 0.00 | 3194.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 31/3/2018 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1/4/2018 | 0.00 | 3446.57 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2/4/2018 | 0.00 | 5976.23 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3/4/2018 | 0.00 | 6078.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4/4/2018 | 2.95 | 4301.18 | 528.69 | 2344.81 | 0.15 | 3.56 |
| 5/4/2018 | 0.00 | 5041.95 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6/4/2018 | 3.63 | 6270.51 | 949.29 | 2887.96 | 0.23 | 6.61 |
| 7/4/2018 | 0.00 | 4626.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 8/4/2018 | 0.23 | 5089.81 | 49.48 | 185.47 | 0.19 | 0.35 |
| 9/4/2018 | 0.00 | 5044.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 10/4/2018 | 0.00 | 4573.59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11/4/2018 | 0.00 | 4831.47 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12/4/2018 | 0.00 | 5406.55 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 13/4/2018 | 0.00 | 5847.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 14/4/2018 | 0.00 | 4623.39 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

| <i>Fecha</i> | Tiempo de uso de agua (h) | Cantidad de caña ingresada (Tonc) | Cantidad de caña lavada (Tonc) | Cantidad de agua de lavado (Tonc) | %sacarosa en agua de lavado | Sacarosa en agua de lavado (qq) |
|--------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 15/4/2018 | 3.98 | 5002.73 | 830.31 | 3166.15 | 0.14 | 4.50 |
| 16/4/2018 | 2.73 | 2518.39 | 286.82 | 2172.59 | 0.06 | 1.34 |
| 17/4/2018 | 8.83 | 4620.81 | 1700.71 | 7021.18 | 0.05 | 3.68 |
| 18/4/2018 | 11.20 | 5424.76 | 2531.55 | 8902.32 | 0.14 | 12.42 |
| 19/4/2018 | 5.73 | 5901.86 | 1409.89 | 4557.14 | 0.17 | 7.92 |
| 20/4/2018 | 3.52 | 5036.89 | 738.04 | 2795.22 | 0.18 | 5.00 |
| 21/4/2018 | 2.00 | 4260.59 | 355.05 | 1589.70 | 0.42 | 6.70 |
| 22/4/2018 | 0.00 | 6511.22 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 23/4/2018 | 0.00 | 4500.23 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 24/4/2018 | 3.35 | 6044.74 | 843.74 | 2662.75 | 0.32 | 8.50 |
| 25/4/2018 | 0.00 | 6332.83 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 26/4/2018 | 0.00 | 5576.67 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 27/4/2018 | 0.00 | 5210.28 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 28/4/2018 | 2.00 | 6260.46 | 521.71 | 1589.70 | 0.18 | 2.93 |
| 29/4/2018 | 0.00 | 5296.98 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 30/4/2018 | 3.43 | 5357.83 | 766.47 | 2728.99 | 0.21 | 5.83 |
| 1/5/2018 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2/5/2018 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3/5/2018 | 0.00 | 5213.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4/5/2018 | 0.00 | 6256.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5/5/2018 | 0.00 | 5998.57 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6/5/2018 | 0.00 | 5559.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7/5/2018 | 0.00 | 5645.48 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 8/5/2018 | 0.00 | 3947.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 9/5/2018 | 0.00 | 5901.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 10/5/2018 | 0.00 | 6163.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11/5/2018 | 0.00 | 6353.46 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12/5/2018 | 0.00 | 5276.94 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 13/5/2018 | 6.98 | 5931.15 | 1725.80 | 5550.70 | 0.15 | 8.05 |
| 14/5/2018 | 0.52 | 5109.81 | 110.00 | 410.67 | 0.14 | 0.58 |
| 15/5/2018 | 7.97 | 5017.57 | 1665.55 | 6332.31 | 0.16 | 10.37 |
| 16/5/2018 | 9.98 | 5281.19 | 2196.83 | 7935.25 | 0.30 | 23.90 |
| 17/5/2018 | 0.00 | 4718.08 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 18/5/2018 | 8.33 | 5982.82 | 2077.37 | 6623.75 | 0.12 | 8.09 |
| 19/5/2018 | 1.20 | 4682.70 | 234.14 | 953.82 | 0.14 | 1.34 |
| 20/5/2018 | 0.22 | 5945.32 | 53.67 | 172.22 | 0.20 | 0.35 |
| 21/5/2018 | 0.00 | 4246.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 22/5/2018 | 0.00 | 4141.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 23/5/2018 | 0.00 | 4665.93 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 24/5/2018 | 15.73 | 4295.57 | 2815.98 | 12505.64 | 0.22 | 27.91 |

| <i>Fecha</i> | Tiempo de uso de agua (h) | Cantidad de caña ingresada (Tonc) | Cantidad de caña lavada (Tonc) | Cantidad de agua de lavado (Tonc) | %sacarosa en agua de lavado | Sacarosa en agua de lavado (qq) |
|--------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 25/5/2018 | 1.17 | 3870.25 | 188.14 | 927.33 | 0.16 | 1.48 |
| 26/5/2018 | 0.00 | 5818.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 27/5/2018 | 0.00 | 5916.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 28/5/2018 | 0.00 | 4134.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 29/5/2018 | 17.03 | 3120.38 | 2214.60 | 13538.95 | 0.03 | 3.81 |
| 30/5/2018 | 2.67 | 4388.02 | 487.56 | 2119.60 | 0.18 | 3.84 |
| 31/5/2018 | 8.12 | 5566.27 | 1882.48 | 6451.53 | 0.18 | 11.74 |
| 1/6/2018 | 21.00 | 4956.12 | 4336.61 | 16691.85 | 0.17 | 28.86 |
| 2/6/2018 | 18.83 | 4068.03 | 3192.27 | 14969.68 | 0.08 | 11.87 |
| 3/6/2018 | 24.00 | 5869.19 | 5869.19 | 19076.40 | 0.26 | 49.19 |
| 4/6/2018 | 17.03 | 4862.80 | 3451.24 | 13538.95 | 0.29 | 39.64 |
| 5/6/2018 | 1.78 | 521.36 | 38.74 | 1417.48 | 0.29 | 4.15 |
| 6/6/2018 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7/6/2018 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

ANEXO 7: DATOS DE ZAFRA 2018-2019

| Fecha | Tiempo de uso de agua (h) | Cantidad de caña ingresada (Tonc) | Cantidad de caña lavada (Tonc) | Cantidad de agua de lavado (Tonc) | %sacarosa en agua de lavado | Sacarosa en agua de lavado (qq) |
|--------------|----------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------|
| 9/12/2018 | 0.000 | 989.790 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 10/12/2018 | 3.583 | 3732.830 | 557.332 | 2848.213 | 0.104 | 2.962 |
| 11/12/2018 | 21.350 | 4375.030 | 3891.954 | 16970.048 | 0.241 | 40.887 |
| 12/12/2018 | 18.350 | 4227.040 | 3231.924 | 14585.498 | 0.181 | 26.470 |
| 13/12/2018 | 18.567 | 3735.510 | 2889.832 | 14757.715 | 0.450 | 66.380 |
| 14/12/2018 | 24.000 | 5438.450 | 5438.450 | 19076.400 | 0.647 | 123.335 |
| 15/12/2018 | 21.250 | 5522.060 | 4889.324 | 16890.563 | 0.345 | 58.188 |
| 16/12/2018 | 9.917 | 2858.080 | 1180.943 | 7882.263 | 0.091 | 7.173 |
| 17/12/2018 | 22.400 | 5966.070 | 5568.332 | 17804.640 | 0.339 | 60.411 |
| 18/12/2018 | 23.317 | 5859.460 | 5692.628 | 18533.253 | 0.494 | 91.474 |
| 19/12/2018 | 21.267 | 5703.820 | 5054.218 | 16903.810 | 0.425 | 71.858 |
| 20/12/2018 | 14.150 | 5143.470 | 3032.504 | 11247.128 | 0.395 | 44.400 |
| 21/12/2018 | 17.383 | 5583.300 | 4044.015 | 13817.143 | 0.285 | 39.337 |
| 22/12/2018 | 19.717 | 5522.870 | 4537.191 | 15671.793 | 0.571 | 89.439 |
| 23/12/2018 | 11.117 | 5214.240 | 2415.207 | 8836.083 | 0.273 | 24.123 |
| 24/12/2018 | 0.000 | 488.730 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 25/12/2018 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 26/12/2018 | 0.000 | 2902.620 | 0.000 | 0.000 | 0.359 | 0.000 |
| 27/12/2018 | 23.900 | 6163.090 | 6137.410 | 18996.915 | 0.472 | 89.646 |
| 28/12/2018 | 15.533 | 5237.640 | 3389.917 | 12346.670 | 0.393 | 48.580 |
| 29/12/2018 | 3.950 | 6084.740 | 1001.447 | 3139.658 | 0.321 | 10.068 |
| 30/12/2018 | 5.250 | 5891.520 | 1288.770 | 4172.963 | 0.137 | 5.732 |
| 31/12/2018 | 0.300 | 6048.200 | 75.603 | 238.455 | 0.171 | 0.407 |
| 1/1/2019 | 6.133 | 5969.250 | 1525.475 | 4875.080 | 0.853 | 41.565 |
| 2/1/2019 | 3.233 | 4593.810 | 618.888 | 2570.015 | 0.066 | 1.704 |
| 3/1/2019 | 0.000 | 6369.490 | 0.000 | 0.000 | 0.161 | 0.000 |
| 4/1/2019 | 0.000 | 5669.450 | 0.000 | 0.000 | 0.049 | 0.000 |
| 5/1/2019 | 5.817 | 6311.600 | 1529.686 | 4623.378 | 0.170 | 7.854 |
| 6/1/2019 | 0.000 | 5477.460 | 0.000 | 0.000 | 0.128 | 0.000 |
| 7/1/2019 | 0.000 | 6503.650 | 0.000 | 0.000 | 0.120 | 0.000 |
| 8/1/2019 | 0.000 | 6436.340 | 0.000 | 0.000 | 0.235 | 0.000 |
| 9/1/2019 | 0.000 | 3710.450 | 0.000 | 0.000 | 0.117 | 0.000 |
| 10/1/2019 | 11.583 | 4638.820 | 2238.875 | 9207.013 | 0.127 | 11.690 |
| 11/1/2019 | 0.000 | 98.020 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 12/1/2019 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 13/1/2019 | 18.800 | 4214.760 | 3301.562 | 14943.180 | 0.033 | 4.973 |
| 14/1/2019 | 18.683 | 5192.590 | 4042.287 | 14850.448 | 0.000 | 0.000 |
| 15/1/2019 | 9.917 | 2443.370 | 1009.587 | 7882.263 | 0.113 | 8.881 |

| <i>Fecha</i> | Tiempo de uso de agua (h) | Cantidad de caña ingresada (Tonc) | Cantidad de caña lavada (Tonc) | Cantidad de agua de lavado (Tonc) | %sacarosa en agua de lavado | Sacarosa en agua de lavado (qq) |
|--------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 16/1/2019 | 18.633 | 5483.600 | 4257.406 | 14810.705 | 0.245 | 36.326 |
| 17/1/2019 | 17.250 | 5332.900 | 3833.022 | 13711.163 | 0.064 | 8.793 |
| 18/1/2019 | 3.967 | 1141.870 | 188.726 | 3152.905 | 0.002 | 0.055 |
| 19/1/2019 | 15.233 | 3948.170 | 2505.991 | 12108.215 | 0.047 | 5.719 |
| 20/1/2019 | 17.467 | 4265.230 | 3104.140 | 13883.380 | 0.309 | 42.835 |
| 21/1/2019 | 11.583 | 5022.090 | 2423.856 | 9207.013 | 0.549 | 50.510 |
| 22/1/2019 | 23.417 | 5801.710 | 5660.696 | 18612.738 | 0.366 | 68.073 |
| 23/1/2019 | 0.333 | 6228.160 | 86.502 | 264.950 | 0.259 | 0.687 |
| 24/1/2019 | 4.000 | 4855.360 | 809.227 | 3179.400 | 0.259 | 8.239 |
| 25/1/2019 | 4.917 | 4242.490 | 869.121 | 3908.013 | 0.114 | 4.437 |
| 26/1/2019 | 7.600 | 3971.990 | 1257.797 | 6040.860 | 0.121 | 7.303 |
| 27/1/2019 | 20.383 | 4958.620 | 4211.384 | 16201.693 | 0.276 | 44.792 |
| 28/1/2019 | 11.500 | 5154.560 | 2469.893 | 9140.775 | 0.264 | 24.123 |
| 29/1/2019 | 17.233 | 5085.900 | 3651.959 | 13697.915 | 0.149 | 20.360 |
| 30/1/2019 | 9.217 | 5359.440 | 2058.174 | 7325.868 | 0.056 | 4.095 |
| 31/1/2019 | 4.450 | 5382.320 | 997.972 | 3537.083 | 0.083 | 2.928 |
| 1/2/2019 | 9.083 | 4320.570 | 1635.216 | 7219.888 | 0.016 | 1.126 |
| 2/2/2019 | 20.700 | 5827.370 | 5026.107 | 16453.395 | 0.262 | 43.135 |
| 3/2/2019 | 18.067 | 5264.120 | 3962.713 | 14360.290 | 0.296 | 42.502 |
| 4/2/2019 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 5/2/2019 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 6/2/2019 | 4.133 | 4533.230 | 780.723 | 3285.380 | 0.232 | 7.617 |
| 7/2/2019 | 9.217 | 5433.830 | 2086.742 | 7325.868 | 0.102 | 7.460 |
| 8/2/2019 | 10.000 | 4706.060 | 1960.858 | 7948.500 | 0.085 | 6.785 |
| 9/2/2019 | 1.450 | 4198.440 | 253.656 | 1152.533 | 0.119 | 1.371 |
| 10/2/2019 | 0.000 | 4802.530 | 0.000 | 0.000 | 0.147 | 0.000 |
| 11/2/2019 | 1.467 | 5846.280 | 357.273 | 1165.780 | 0.142 | 1.652 |
| 12/2/2019 | 5.000 | 4448.580 | 926.788 | 3974.250 | 0.047 | 1.881 |
| 13/2/2019 | 2.667 | 5884.400 | 653.822 | 2119.600 | 0.073 | 1.543 |
| 14/2/2019 | 14.750 | 5031.410 | 3092.221 | 11724.038 | 0.139 | 16.308 |
| 15/2/2019 | 9.033 | 4751.700 | 1788.487 | 7180.145 | 0.103 | 7.374 |
| 16/2/2019 | 17.467 | 4547.980 | 3309.919 | 13883.380 | 0.149 | 20.635 |
| 17/2/2019 | 19.050 | 4618.190 | 3665.688 | 15141.893 | 0.141 | 21.390 |
| 18/2/2019 | 5.500 | 4964.130 | 1137.613 | 4371.675 | 0.211 | 9.207 |
| 19/2/2019 | 0.000 | 5374.370 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 20/2/2019 | 0.000 | 5372.270 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 21/2/2019 | 0.000 | 5012.830 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 22/2/2019 | 0.000 | 5407.420 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 23/2/2019 | 0.000 | 3554.400 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 24/2/2019 | 0.000 | 6052.490 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| <i>Fecha</i> | Tiempo de uso de agua (h) | Cantidad de caña ingresada (Tonc) | Cantidad de caña lavada (Tonc) | Cantidad de agua de lavado (Tonc) | %sacarosa en agua de lavado | Sacarosa en agua de lavado (qq) |
|--------------|----------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------|
| 25/2/2019 | 0.000 | 3542.840 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 26/2/2019 | 0.000 | 5926.340 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 27/2/2019 | 0.583 | 5814.040 | 141.313 | 463.663 | 0.112 | 0.520 |
| 28/2/2019 | 3.383 | 6214.530 | 876.076 | 2689.243 | 0.069 | 1.853 |
| 1/3/2019 | 0.000 | 5120.620 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 2/3/2019 | 0.000 | 5518.790 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 3/3/2019 | 4.317 | 6149.750 | 1106.101 | 3431.103 | 0.132 | 4.520 |
| 4/3/2019 | 0.000 | 6231.270 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 5/3/2019 | 3.683 | 5647.350 | 866.711 | 2927.698 | 0.350 | 10.251 |
| 6/3/2019 | 0.250 | 6232.620 | 64.923 | 198.713 | 0.332 | 0.659 |
| 7/3/2019 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 8/3/2019 | 0.000 | 2672.840 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 9/3/2019 | 0.000 | 5963.120 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 10/3/2019 | 0.850 | 5100.840 | 180.655 | 675.623 | 0.064 | 0.433 |
| 11/3/2019 | 0.000 | 5681.650 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 12/3/2019 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 13/3/2019 | 0.467 | 5245.290 | 101.992 | 370.930 | 0.050 | 0.185 |
| 14/3/2019 | 0.700 | 5876.570 | 171.400 | 556.395 | 0.074 | 0.412 |
| 15/3/2019 | 0.417 | 6108.730 | 106.054 | 331.188 | 0.069 | 0.230 |
| 16/3/2019 | 0.367 | 5831.010 | 89.085 | 291.445 | 0.059 | 0.172 |
| 17/3/2019 | 0.233 | 6319.290 | 61.438 | 185.465 | 0.062 | 0.115 |
| 18/3/2019 | 0.000 | 6255.490 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 19/3/2019 | 0.000 | 5780.300 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 20/3/2019 | 0.000 | 6303.400 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 21/3/2019 | 0.000 | 5753.200 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 22/3/2019 | 0.000 | 4928.600 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 23/3/2019 | 0.000 | 5186.520 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 24/3/2019 | 0.000 | 6212.160 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 25/3/2019 | 0.000 | 5738.620 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 26/3/2019 | 0.000 | 6020.420 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 27/3/2019 | 0.483 | 6093.920 | 122.725 | 384.178 | 0.085 | 0.328 |
| 28/3/2019 | 0.000 | 5714.070 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 29/3/2019 | 0.000 | 6088.980 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 30/3/2019 | 0.000 | 6101.490 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 31/3/2019 | 0.000 | 5408.230 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 1/4/2019 | 0.000 | 6039.650 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 2/4/2019 | 0.000 | 4763.660 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 3/4/2019 | 0.000 | 5800.380 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 4/4/2019 | 0.000 | 6133.370 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 5/4/2019 | 0.000 | 6247.340 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| <i>Fecha</i> | Tiempo de uso de agua (h) | Cantidad de caña ingresada (Tonc) | Cantidad de caña lavada (Tonc) | Cantidad de agua de lavado (Tonc) | %sacarosa en agua de lavado | Sacarosa en agua de lavado (qq) |
|--------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 6/4/2019 | 0.000 | 5794.240 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 7/4/2019 | 0.000 | 3565.230 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 8/4/2019 | 0.000 | 5336.560 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 9/4/2019 | 0.000 | 4027.130 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 10/4/2019 | 0.000 | 5279.140 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 11/4/2019 | 0.000 | 5788.840 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 12/4/2019 | 0.000 | 5733.870 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 13/4/2019 | 0.000 | 4067.730 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 14/4/2019 | 0.000 | 4494.960 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 15/4/2019 | 0.000 | 5755.010 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 16/4/2019 | 0.000 | 4521.140 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 17/4/2019 | 2.050 | 5800.840 | 495.488 | 1629.443 | 0.148 | 2.408 |
| 18/4/2019 | 0.000 | 5690.390 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 19/4/2019 | 0.000 | 5521.330 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 20/4/2019 | 4.733 | 5390.050 | 1063.038 | 3762.290 | 0.449 | 16.906 |
| 21/4/2019 | 3.750 | 5826.360 | 910.369 | 2980.688 | 0.128 | 3.823 |
| 22/4/2019 | 1.067 | 5582.190 | 248.097 | 847.840 | 0.114 | 0.963 |
| 23/4/2019 | 1.883 | 3953.640 | 310.251 | 1496.968 | 0.102 | 1.524 |
| 24/4/2019 | 0.000 | 4679.690 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 25/4/2019 | 16.800 | 165.730 | 116.011 | 13353.480 | 0.000 | 0.000 |
| 26/4/2019 | 24.000 | 5446.710 | 5446.710 | 19076.400 | 0.244 | 46.540 |
| 27/4/2019 | 10.033 | 5797.120 | 2423.518 | 7974.995 | 0.155 | 12.337 |
| 28/4/2019 | 0.000 | 5369.060 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 29/4/2019 | 0.000 | 5134.120 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 30/4/2019 | 0.000 | 2693.620 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 1/5/2019 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 2/5/2019 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 3/5/2019 | 0.000 | 3383.050 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 4/5/2019 | 0.000 | 5511.290 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 5/5/2019 | 0.000 | 4949.050 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 6/5/2019 | 0.000 | 362.730 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 7/5/2019 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 8/5/2019 | 19.900 | 3127.180 | 2592.953 | 15817.515 | 0.078 | 12.338 |
| 9/5/2019 | 20.517 | 5279.410 | 4513.162 | 16307.673 | 0.121 | 19.716 |
| 10/5/2019 | 13.183 | 4787.480 | 2629.789 | 10478.773 | 0.088 | 9.218 |
| 11/5/2019 | 19.583 | 5193.880 | 4238.062 | 15565.813 | 0.165 | 25.632 |
| 12/5/2019 | 17.583 | 4222.070 | 3093.253 | 13976.113 | 0.093 | 12.961 |
| 13/5/2019 | 14.000 | 3768.370 | 2198.216 | 11127.900 | 0.084 | 9.307 |
| 14/5/2019 | 15.083 | 3728.480 | 2343.246 | 11988.988 | 0.054 | 6.494 |
| 15/5/2019 | 18.083 | 4661.850 | 3512.574 | 14373.538 | 0.139 | 19.994 |

| <i>Fecha</i> | Tiempo de uso de agua (h) | Cantidad de caña ingresada (Tonc) | Cantidad de caña lavada (Tonc) | Cantidad de agua de lavado (Tonc) | %sacarosa en agua de lavado | Sacarosa en agua de lavado (qq) |
|--------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 16/5/2019 | 16.433 | 4345.000 | 2975.118 | 13062.035 | 0.132 | 17.207 |
| 17/5/2019 | 13.767 | 3503.950 | 2009.905 | 10942.435 | 0.117 | 12.803 |
| 18/5/2019 | 16.417 | 4257.700 | 2912.385 | 13048.788 | 0.159 | 20.695 |
| 19/5/2019 | 16.350 | 4329.230 | 2949.288 | 12995.798 | 0.114 | 14.811 |
| 20/5/2019 | 17.383 | 4487.710 | 3250.473 | 13817.143 | 0.142 | 19.639 |
| 21/5/2019 | 14.600 | 3704.010 | 2253.273 | 11604.810 | 0.120 | 13.980 |
| 22/5/2019 | 16.867 | 4384.640 | 3081.428 | 13406.470 | 0.174 | 23.296 |
| 23/5/2019 | 17.817 | 4843.710 | 3595.782 | 14161.578 | 0.132 | 18.717 |
| 24/5/2019 | 17.517 | 4488.750 | 3276.164 | 13923.123 | 0.114 | 15.868 |
| 25/5/2019 | 18.733 | 4696.890 | 3666.184 | 14890.190 | 0.223 | 33.230 |
| 26/5/2019 | 15.400 | 3664.850 | 2351.612 | 12240.690 | 0.208 | 25.408 |
| 27/5/2019 | 18.900 | 4821.290 | 3796.766 | 15022.665 | 0.209 | 31.377 |
| 28/5/2019 | 17.583 | 4512.250 | 3305.850 | 13976.113 | 0.153 | 21.318 |
| 29/5/2019 | 15.233 | 4021.060 | 2552.256 | 12108.215 | 0.112 | 13.589 |
| 30/5/2019 | 9.633 | 2667.220 | 1070.592 | 7657.055 | 0.033 | 2.489 |
| 31/5/2019 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 1/6/2019 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 2/6/2019 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 3/6/2019 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 4/6/2019 | 8.383 | 0.000 | 880.110 | 6663.493 | 0.143 | 9.529 |