



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

**TRABAJO DE PROYECTO TÉCNICO  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA  
INDUSTRIAL**

**TEMA: ELABORACIÓN DE UN PLAN MAESTRO DE  
PRODUCCIÓN SOBRE LA BASE DE LA DEMANDA ANUAL DE  
UNA EMPRESA AZUCARERA.**

**Autor:**

**Buñay Ortíz, Helen Michelle**

**Tutor:**

**López Briones, Jhonny Roddy**

**Milagro, 9 de octubre de 2021**

**ECUADOR**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Ingeniero.

Fabricio Guevara Viejó, PhD.

**RECTOR**

**Universidad Estatal de Milagro**

Presente.

Yo, Buñay Ortíz Helen Michelle, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de integración curricular, modalidad presencial mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor, como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación ELABORACIÓN DE UN MODELO DE PREVISIÓN DE LA DEMANDA INTEGRANDO EVENTOS Y CALENDARIOS PARA LA EMPRESA XYZ, de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de integración curricular en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, 9 de octubre de 2021

---

Buñay Ortíz Helen Michelle

Autor

CI: 0303143432

## **APROBACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE PROYECTO TÉCNICO**

Yo, López Briones, Johnny Roddy en mi calidad de tutor del trabajo de Proyecto Técnico, elaborado por Buñay Ortiz, Helen Michelle, cuyo título es ELABORACIÓN DE UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN SOBRE LA BASE DE LA DEMANDA ANUAL DE UNA EMPRESA AZUCARERA, que aporta a la Línea de Investigación ELABORACIÓN DE UN MODELO DE PREVISIÓN DE LA DEMANDA INTEGRANDO EVENTOS Y CALENDARIOS PARA LA EMPRESA XYZ, previo a la obtención del Título de Grado Ingeniero Industrial; considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo metodológico y epistemológico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo APRUEBO, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso previa culminación de Trabajo de Proyecto Técnico de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, 9 de octubre del 2021

---

López Briones, Jhonny Roddy

Tutor

C.I:

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (tutor).

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (secretario/a).

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (integrante).

Luego de realizar la revisión del Trabajo de Elija un elemento, previo a la obtención del título (o grado académico) de Elija un elemento. presentado por Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (estudiante1).

Con el tema de trabajo de Elija un elemento: Haga clic aquí para escribir el tema del Trabajo.

Otorga al presente Trabajo de Elija un elemento, las siguientes calificaciones:

Trabajo de Integración Curricular	[	]
Defensa oral	[	]
<b>Total</b>	[	]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) \_\_\_\_\_

Fecha: Haga clic aquí para escribir una fecha.

Para constancia de lo actuado firman:

Nombres y Apellidos		Firma
Presidente	Apellidos y nombres de Presidente.	_____
Secretario /a	Apellidos y nombres de Secretario	_____

Integrante Apellidos y nombres de \_\_\_\_\_  
Integrante.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico a todas las personas que participaron en mi desarrollo académico y personal; a Dios, guía principal en todos mis pasos y generador de fuerza, a mi familia por sostenerme y apoyarme en cumplir todos mis logros y a Tommy, la motivación más importante en mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi familia, por el sacrificio y apoyo brindado.

A la Universidad Estatal de Milagro, facultad de Ciencias e Ingeniería, por haber sido un segundo hogar donde logré una formación profesional de calidad.

A todos los docentes que gracias a su vocación lograron transmitir sus conocimientos y proyectar su ímpetu por cada materia impartida.

A todos mis compañeros y amigos que hicieron de mi formación profesional un espacio de aprendizaje y armonía.

## ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTOR	2
APROBACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE PROYECTO TÉCNICO	3
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR	4
DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTO	6
ÍNDICE GENERAL	7
ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE TABLAS	11
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO 1	15
1. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Planteamiento del problema	16
1.3. Objetivos	19
1.3.1. Objetivo General	19
1.3.2. Objetivos Específicos	19
1.4. Alcance	20
1.5. Estado del arte	20
CAPÍTULO 2	24
2. METODOLOGÍA	24
2.1. Tipo y Diseño de la Investigación	24
2.1.1. Explorativa:	25
2.1.2. Descriptivo:	25
2.1.3. Correlacional	25
2.1.4. Explicativa:	25
2.1.5. Transversal:	25
2.2. Método de Investigación	25
2.2.1. Método Científico	26
2.2.2. Método Deductivo	26
2.2.3. Método Cuantitativo	26
2.2.4. Método Estadístico	27
2.2.5. Lógica:	28

2.2.6.	Inductivo:	28
2.3.	Fundamentos y técnicas para la obtención de información	29
2.4.	Procesamiento la Información	29
2.5.	Diseño Metodológico	29
2.5.1.	Etapa 1	30
2.5.1.1.	Levantamiento de información	30
2.5.1.2.	Flujograma de procesos	30
2.5.1.3.	Descripción de procesos	30
2.5.2.	Etapa 2	30
2.5.2.1.	Análisis de situación actual	30
2.5.2.2.	Diagrama causa-efecto	31
2.5.2.3.	Ponderación de las causas	31
2.5.3.	Etapa 3	31
2.5.3.1.	Diseño general del plan maestro de producción	31
2.5.3.2.	Procedimiento de elaboración de plan maestro de producción	31
2.5.3.3.	Diseño y funcionamiento del plan maestro de producción	31
2.5.3.4.	Aplicación del plan maestro de producción	31
2.6.	Resultados e Impacto de la Información	32
CAPÍTULO 3		33
3.	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	33
3.1.	Etapa 1 de la propuesta	33
3.1.1.	Levantamiento de Información	33
3.1.1.1.	Descripción del proceso productivo	33
3.1.1.2.	Productos	34
3.1.1.3.	Procesos	34
3.1.1.4.	Operaciones	36
3.1.2.	Flujograma de procesos	37
3.1.3.	Descripción de los procesos	38
	Fase 1. Preparación de la caña	38
	Fase 2. Extracción de sacarosa	39
	Fase 3. Elaboración del azúcar	40
3.2.	Etapa 2 de la propuesta	48
	Análisis de situación actual	48
	Diagrama Ishikawa (causa efecto)	49

Ponderación de las causas	52
3.3. Etapa 3 de la propuesta	54
3.3.1. Diseño general del plan maestro de producción	54
3.3.2. Procedimiento de elaboración de plan maestro de producción	55
3.3.3. Diseño y Funcionamiento del plan maestro de producción	56
Funcionamiento del plan maestro de producción	57
3.3.4. Plan maestro de producción aplicado ingenio	59
Diseño de escenarios	75
Delineación del escenario	75
CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Mapa de Procesos de la producción de azúcar .....	35
Ilustración 2. Flujograma de procesos .....	37
Ilustración 3. Proceso de recibimiento de la caña .....	38
Ilustración 4. Proceso de limpieza de la caña.....	39
Ilustración 5.- Proceso de preparación de caña .....	39
Ilustración 6.- Proceso de extracción de sacarosa .....	40
Ilustración 7. Proceso de calentamiento del jugo encalado .....	41
Ilustración 8.- Proceso de evaporación del jugo.....	41
Ilustración 9.- Proceso de cristalización .....	42
Ilustración 10.- Envasado en presentación de 50kg .....	42
Ilustración 11.- Análisis causa efecto para una planificación inadecuada .....	50
Ilustración 12.- Niveles de planificación y rango de análisis del MPS .....	55
Ilustración 13.- Diagrama de proceso MPS.....	56
Ilustración 14.- Diagrama de flujo del funcionamiento del plan maestro de producción .....	58
Ilustración 15.- Ejemplo del funcionamiento MPS .....	58

## ÍNDICE DE TABLAS

**Tabla 1.- Ponderación según la frecuencia de ocurrencia;Error! Marcador no definido.**

**Tabla 2.- Ponderación según el impacto.....;Error! Marcador no definido.**

**Tabla 3.- Análisis de la calificación ponderada de causas;Error! Marcador no definido.**

**Tabla 4.- Premisas para Plan Agregado de Producción;Error! Marcador no definido.**

**Tabla 5.- Plan Agregado de Producción.....;Error! Marcador no definido.**

**Tabla 6.- Premisas para Plan Maestro de Producción;Error! Marcador no definido.**

**Tabla 7.- Plan Maestro de Producción por día de julio;Error! Marcador no definido.**

**Tabla 8.-Plan Maestro de Producción por día de agosto;Error! Marcador no definido.**

**Tabla 9.-Plan Maestro de Producción por día de octubre;Error! Marcador no definido.**

**Tabla 10.-Plan Maestro de Producción por día de noviembre;Error! Marcador no definido.**

**Tabla 11.-Plan Maestro de Producción por día de diciembre;Error! Marcador no definido.**

**Tabla 12.- Plan Maestro de Producción semanal julio a septiembre.....;Error! Marcador no definido.**

- Tabla 13.-Plan Maestro de Producción semanal octubre a diciembre.....¡Error!  
Marcador no definido.**
- Tabla 14.- Plan Agregado de Producción por tipo de azúcar¡Error! Marcador no  
definido.**
- Tabla 15.-Premisas para Plan Maestro de Producción por tipo de azúcar .....¡Error!  
Marcador no definido.**
- Tabla 16.-Plan Maestro de Producción por día de julio por tipo de azúcar ...¡Error!  
Marcador no definido.**
- Tabla 17.-Plan Maestro de Producción por día de agosto por tipo de azúcar ¡Error!  
Marcador no definido.**
- Tabla 18.-Plan Maestro de Producción por día de septiembre por tipo de azúcar  
..... ¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 19.- Plan Maestro de Producción por día de octubre por tipo de azúcar  
..... ¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 20.- Plan Maestro de Producción por día de noviembre por tipo de azúcar  
..... ¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 21.- Plan Maestro de Producción por día de diciembre por tipo de azúcar  
..... ¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 22.- Nuevo Plan Maestro de Producción por día de noviembre/tipo de azúcar  
.....  
..... ¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 23.- Nuevo Plan Maestro de Producción por día de diciembre/tipo de azúcar.....  
¡Error! Marcador no definido.**

# **Elaboración de un Plan Maestro de Producción Sobre la Base de la Demanda Anual de una Empresa Azucarera.**

## **RESUMEN**

El presente proyecto se realizó en una empresa azucarera donde surgió la necesidad de diseñar un plan de producción basado en el análisis de una previsión de demanda que considere los factores internos y externos de la empresa para reducir la variabilidad entre la demanda real y la producción planificada, este desfase de sacos producidos en contraste con los sacos vendidos fue uno de los principales problemas que se encontró al analizar la situación actual, este incumplimiento causaba altos costos de producción y de almacenamiento los cuales fueron el fin principal para proponer un nuevo sistema de planificación y control de producción. Durante el desarrollo del proyecto, se realizó un estudio interno de la empresa para evaluar el estado actual del funcionamiento mediante un levantamiento de información que permitió conocer a fondo sus procesos, instalaciones, recursos y capacidad de producción, de tal forma que se logró obtener las variables más importantes para el diseño de un Plan Maestro de Producción basado en una planificación seccionada por periodos de producción específicos al mismo tiempo que se mantiene un control de materiales o materia prima (MRP), planeación agregada, stocks de seguridad y diseño de la propuesta con un ratio de mejora del 20% en su cumplimiento final.

**PALABRAS CLAVE:** Plan Maestro de Producción, previsión de demanda, plan de requerimiento de material, planeación agregada, costos de producción, stock de seguridad.

## **Preparation of a Production Master Plan Based on the Annual Demand of a Sugar Company.**

### **ABSTRACT**

The present project was carried out in a sugar company where the need arose to design a production plan based on the analysis of a demand forecast that considers the internal and external factors of the company to reduce the variability between real demand and planned production, this gap of bags produced in contrast to the bags sold was one of the main problems that was found when analyzing the current situation, this non-compliance caused high production and storage costs which were the main purpose of proposing a new bakery system and production control. During the development of the project, an internal study of the company was carried out to evaluate the current state of operation through an information survey that allowed to know in depth its processes, facilities, resources and production capacity, in such a way that it was possible to obtain the most important variables for the design of a Production Master Plan based on a planning sectioned by specific production periods at the same time that a control of materials or raw material (MRP), aggregate planning, safety stocks and design of the proposal with a 20% improvement ratio in its final compliance.

**KEY WORDS:** Production Master Plan, demand forecast, material requirement plan, aggregate planning, production costs, Safety Stock.

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

Todas las industrias se encuentran en la búsqueda constante de posicionarse en el mercado adoptando diferentes estrategias que les permite obtener ventajas competitivas, mediante la guía de una estrategia líder llamada estrategia empresarial que es la que define los objetivos y el horizonte hacia donde se van a proyectar las demás estrategias, tales como la estrategia de marketing, de ventas, de proyectos, de producción, entre otras. Es importante que las empresas sepan direccionar cada estrategia que van a aplicar para conseguir los resultados esperados.

La estrategia de producción es una de las partes más importantes de toda empresa sea de productos o servicios, ya que es al ser la dirección de todos los procesos agregadores de valor, su incidencia en el alcance de los objetivos será uno de los más altos. La estrategia de producción debe estar siempre en constante mejora y evolución manteniendo una comunicación activa con otras áreas estratégicas de la empresa. No se puede hablar de planificación de producción sin considerar un plan de ventas que provenga del área comercial que son quienes tienen una mayor cercanía con los clientes.

El mercado al que se enfrentan todas las empresas en la actualidad está en constante cambio, el mundo globalizado en el que actualmente se vive ha traído consigo tendencias que fluctúan a velocidades elevadas y con ello, las empresas han tenido que adaptarse a ir en sintonía con el mercado y con los que los consumidores buscan.

La estrategia de producción va direccionada a determinar con anticipación cada paso que debe dar la empresa para llevar a cabo la elaboración de un bien o servicio integrando cada factor que interviene directa e indirectamente en el proceso, de tal forma que la utilización de estos factores sea optimizada para incrementar los beneficios de la empresa. Esta planificación es imprescindible para ejecutar las operaciones en una empresa. Sin embargo, realizarla adecuadamente será el fin principal que defina el éxito de la producción.

En el presente trabajo se realiza un análisis y diseño de un Plan Maestro de Producción basado en la realización de pronósticos de demanda que vayan direccionados hacia la variable principal; la fluctuación continua del mercado, adicionando el estado actual de la empresa, su capacidad de producción y sus recursos disponibles.

En el primer capítulo se formula el planteamiento del problema mediante un análisis de diagramas que permitan esclarecer las causas y las consecuencias que provoca dicho problema, en este apartado se profundiza porqué surge la necesidad de este proyecto y la importancia de diseñarlo adecuadamente. Se continúa con el planteamiento de la hipótesis que se espera obtener con las variables que intervienen en el tema principal, los objetivos que son los direccionadores de la investigación, el alcance para conocer el horizonte del trabajo, y se concluye con el estado del arte, donde se describen distintas investigaciones y propuestas realizadas por otros autores bajo la misma línea de investigación; planificación de la producción.

En el segundo capítulo se detalla la metodología empleada, tanto de investigación como de aplicación, se aborda todos los pasos que se utilizaron para llegar a desarrollar el tema propuesto pasando por cada factor que forma parte del Plan Maestro de Producción, como la previsión de demanda, plan de requerimiento de materia prima, plan agregado y la elaboración de la planificación de producción.

En el tercer y último capítulo se realiza el desarrollo de la propuesta de solución implementando un análisis de costos y factibilidad para generar una propuesta estructurada, detallando los resultados obtenidos, conclusiones y recomendaciones para futuras referencias.

### **1.1. Planteamiento del problema**

El plan maestro de producción es un vínculo que dimensiona la previsión de la demanda y el MRP para su ejecución. La demanda es un requerimiento que está definido por varios factores que pueden alterar su nivel y al mismo tiempo desestabilizar cualquier plan de producción. Partir desde una demanda que no se acerca a la realidad del mercado es el inicio para descoordinar todo un sistema de producción cuyo desenlace será el sobre stock o la ruptura de inventario incidiendo directamente en los costos de operación y almacenamiento (Josefa & P. García, 2005)

El factor principal que causa este problema es considerar que la demanda será constante. Dentro de un mercado mundial tan cambiante, con factores externos que afectan directamente a las industrias y el volumen de ventas, es necesario generar un sistema flexible, o una demanda dinámica cuyas previsiones sean sesgadas por etapas de tal forma que sea capaz de ajustarse en el proceso de producción y vaya linealmente con el requerimiento de materiales e insumos necesarios para la producción de los bienes o servicios (Valle & Rolando, 2019)

La industria azucarera es un ente mundialmente conocido por su desarrollo y crecimiento constante. Este sector se encuentra en continuos cambios y mejoras, a pesar de que la reinvencción de su producto, por su naturaleza, no es revolucionario, se ha visto en la obligación de encontrar nuevas formas de llegar a un mercado con mayor conciencia de salud propia, cuyo promedio anual de consumo por persona está en los 22 a 24 kg, reduciéndose un 4% en el ratio de consumo durante la última década (Vásquez & Manfredo, 2019). Muchos factores han incidido en la reducción de consumo de azúcar a nivel mundial, entre estos factores se encuentra la llegada al mercado de nuevas opciones edulcorantes que ofrecen evitar el daño que produce el consumo de la sacarosa, las normativas planteadas en los impuestos a productos que contienen azúcar. No obstante, el constante crecimiento poblacional produce que la demanda de azúcar pueda ser manejada según estrategias empresariales.

Los mayores productores de azúcar a nivel mundial son Brasil e India. Debido a su gran extensión de áreas de cultivos y a la disponibilidad de materia prima y mano de obra barata, ha contribuido que estos países produzcan la mayor cantidad de azúcar en toneladas, a la vez que perciban grandes sumas de dinero como retorno (OECD, 2021).

Asia y América constan como grandes productores y comercializadores de azúcar a nivel mundial, abarcando la mayor parte del mercado, a tal punto que en 2015 las ventas sufrieron una caída abrupta por la sobre producción de azúcar a nivel global, lo que dejó a los pequeños países productores de con un mercado limitado, el cual se encuentra únicamente dentro de su territorio geográfico.

La producción de caña y el procesamiento del azúcar equivalen a distintos procesos agrícolas e industriales donde la mayoría son decadentes y rezagados a los cambios tecnológicos que se han venido suscitando a lo largo de los años, estos países productores a menor escala han tenido que enfrentarse a muchas limitantes que no les ha permitido crecer ni extender sus ventas hacia nuevos clientes (Rivera Del Castillo, 1980)

Los problemas que afectan al sector azucarero van desde la sobre producción ocurrida desde el 2015 por parte de Brasil, hasta el actual déficit de azúcar blanca a nivel mundial por los cambios climáticos que ha ocasionado diversas sequías en los mayores productores. Este déficit está proyectado al alza de los precios de azúcar por tonelada hasta \$550, un valor que se encuentra sobre el 30% del precio con el que se cerró la producción 2020. Si bien es un

factor de oportunidad para los productores medianos y pequeños, este cambio abrupto ha ocasionado un desbalance en las planificaciones de producción, ocasionando así la generación de contingencias para incrementar la oferta que deja el vacío de la producción brasileña.

En Ecuador, se vive un escenario donde a esta problemática se suma la incapacidad de mantener sus operaciones de procesamiento de la caña y producción de azúcar durante todo el año. Las limitantes climáticas dadas por las intensas lluvias que se producen en temporadas de invierno hacen que Ecuador sea un país donde el proceso de cosecha de caña sea permisible únicamente cuando no hay afluentes. Por lo tanto, durante los seis meses de zafra, la producción de azúcar debe ser maximizada a tal punto de producir lo que se va a comercializar y vender durante todo el año.

La empresa donde se va a realizar el estudio mantiene este modelo de operación, tal desafío lleva a la industria a operar de forma continua durante los seis meses, mediante un plan de producción enfocado en producir y envasar los tipos de azúcar en las presentaciones y cantidades determinadas por la orden del departamento de ventas.

Hasta el año 2020, el método de previsión de demanda de esta empresa era mediante datos históricos de años anteriores, realizando un promedio de ventas para obtener la nueva demanda, sin embargo, el problema principal que se encontró al estudiar las cifras de ventas en contraste con las previsiones de demanda realizadas en años anteriores fue el desfase que existe con respecto a estos valores. En el año 2018 la demanda calculada fue de 1'012.054 sacos equivalentes a 50 kg de azúcar en presentaciones de blanco comercial, especial, refinado. Sin embargo, la producción real fue de 736.230 sacos, finalmente las ventas reales fueron de 629.320 sacos. En el año 2019 hubo mayor desfase provocado donde las ventas estuvieron por encima de la demanda calculada en un 12%. Esto ha ocasionado efectos o consecuencias negativas en el área de producción y almacenamiento, teniendo dos escenarios:

- Planificación por encima de la demanda real genera sobre stock inmóvil, con fechas de vencimiento próximas, comercializadas a precios menores o en su defecto la reprocesamiento del producto.
- Planificación por debajo de la demanda real genera la ruptura del plan e incumplimiento de pedidos, clientes insatisfechos y ventas perdidas. El no cumplir

con estos pedidos a tiempo, concreta a la generación de mala reputación y pérdida de credibilidad hacia los clientes.

La empresa necesita diseñar un plan maestro de producción que se acerque a la realidad del mercado externo e interno y que agrupe los factores base: demanda del mercado, requerimiento de materiales, capacidad de producción, sincronizándolos de tal forma que se pueda especificar las cantidades y las fechas de calendario en el que se debe producir cada presentación requerida en relación con una demanda adecuadamente calculada y un estudio de capacidad de planta.

## **1.2. Hipótesis**

Elaborar una previsión de la demanda mediante un análisis que agrupe factores internos de la empresa y externos del mercado permitirá diseñar un Plan Maestro de Producción para mantener una planificación, control y seguimiento efectivo, capaz de cumplir las metas de producción de azúcar en presentaciones al granel, evitar roturas y exceso de stock tanto de producto terminado como de materias primas e insumos, al mismo tiempo que minimizará los costos directos.

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General**

Diseñar un Plan Maestro de Producción a partir del cálculo dinámico de la demanda anual de sacos de azúcar en presentaciones al granel integrando la realidad del mercado azucarero con los planes de requerimiento de materiales y capacidad de producción.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Analizar la situación actual de la empresa azucarera para conocer las condiciones y establecer el plan de acción.
- Calcular la previsión de la demanda anual mediante modelos matemáticos que reduzcan la variabilidad con respecto a la demanda real.
- Realizar un plan de producción general que establezca fechas, cantidades y presentaciones exactas que permita a la empresa satisfacer la demanda sin generar altos costos de almacenamiento.

#### **1.4. Alcance**

La elaboración del Plan Maestro de Producción abarcará el área de planificación y producción donde se centrará en diseñar una planificación en un grupo específico de productos que tienen mayor demanda histórica y por lo tanto representan un estimado del 60% del total de las ventas de azúcar blanco en presentaciones al granel.

Para el cálculo de la previsión de la demanda se tomará en consideración las ventas de mientras que el plan de producción estará direccionado a un periodo de producción de seis meses considerando las limitaciones de las operaciones productivas de este sector (zafra, interzafra), y un periodo de ventas anual.

#### **1.5. Estado del arte**

Los estudios actuales relacionados sobre la presente investigación serán desarrollados desde una perspectiva general hasta llegar al núcleo del esquema, conceptualizando cada variable que interviene para dar un soporte al proyecto.

(Shuster & Allen, 2008) direccionaron su investigación a encontrar un método de que brinde estabilidad al Plan Maestro de Producción mediante el tratamiento de ciertos factores que son determinantes en el incremento del sesgo y variabilidad en la planificación, se trata de la previsión de la demanda, la capacidad de producción de una planta, el nivel de varianza entre los requerimientos y lo planificado para finalmente destacar los stocks de seguridad como un respaldo ante cualquier imprevisto en el desarrollo del proceso productivo. En el estudio se concluyó que la previsión de la demanda es el factor con mayor significancia en la estabilidad del Plan Maestro de Producción.

(Sablón, Orozco, Lomas, & Montero, 2018) enfocaron su estudio en realizar un plan de producción para una industria textil mediante la obtención de un plan de ventas con un grado alto de confiabilidad y primando como variable dependiente la capacidad de producción de la empresa. El método de ejecución se realizó con el cálculo de pedidos basándose en la cartera de clientes existentes a la fecha, y un porcentaje extra de demanda calculada. En la misma línea, se añadió los periodos de o fechas de entrega para la construcción del plan de producción integrando eventos de calendario con las cantidades planificadas a producir y entregar.

En este plan se valora la inclusión de un stock de seguridad para imprevistos mediante un análisis de costos. La idea principal de este modelo de producción se basó en el entorno

make to order, el cual se enfoca en mantener niveles bajos de inventario focalizando la producción hacia un sistema de pedidos mediante el control sistemático de una base de datos que debe mantenerse en constante actualización para definir el éxito del modelo.

Los resultados de la aplicación de este modelo de producción fue el cumplimiento de pedidos en un 98% en contraste con el 74% que se generaba antes del modelo propuesto. En la industria textil este es un gran indicador que debe ser desarrollado y mejorado según la percepción de los autores.

Por otra parte, (Reyes, Mula, Díaz, & Gutiérrez, 2017) desarrollaron una planificación de producción para una empresa de químicos mediante el mismo principio que sigue el PMP introduciendo un modelo matemático de programación lineal que permita obtener datos confiables en cantidades y periodos designando una producción por lotes de tipos de productos y tiempos.

Un aspecto diferenciador de este trabajo es la inclusión de la alta gerencia como un ente para la toma de decisiones, dando versatilidad al modelo para gestionar cambios según el sesgo que exista entre la planificación y la producción real.

Otro análisis representativo que se realiza en el trabajo es el estudio de distintas estrategias y su incidencia en el nivel de cumplimiento y costos para la empresa, este análisis fue ejecutado mediante un software que permitió estudiar los datos y comparar costos y demás variables de interés.

El primer escenario que se analizó fue mantener una demanda establecida para todo el plan de producción y cumplirla según los niveles de inventario actuales.

El segundo caso prioriza el cumplimiento de la producción con respecto a los costos de almacenamiento, esto se produce con un modelo de cumplimiento de pedidos sincronizado.

El tercer escenario coloca a los niveles de inventarios como un factor secundario flexible a cambios, aumentos o disminución, acorde a la función objetivo.

El cuarto escenario considera a la producción en base a la demanda real y pedido, tiempos de entrega.

El quinto escenario al igual que el cuarto considera a la demanda como un factor de producción ya que el cálculo de esta no se realiza de manera elaborada ni mediante métodos exactos, por lo que el coste no se admite en este caso.

Los resultados obtenidos en el cálculo de cada uno de los escenarios pudieron demostrar que la producción por lotes o en masa reduce los costos operativos en un 36% en comparación con las producciones “make to order”

Utilizar el plan maestro de producción y las herramientas de matemáticas como programación lineal pudieron brindar a la empresa distintas opciones a ser analizadas por la dirección según su estrategia empresarial que garantice sus intereses en cuanto a producción, costos, flujos de materiales, etc.

No obstante, los límites de este estudio es la falta de un estudio de demanda real que pronostique los niveles de ventas que tendrá la empresa mediante un método confiable.

En la investigación de (Gómez, 2019) se realizó un análisis de regresión lineal para pronosticar las ventas y realizar proyecciones de demanda que le permita direccionar a la empresa a obtener un modelo de producción alineado con la realidad del mercado. Posterior a ello se diseñó un plan agregado de producción previo a la obtención de PMP, esta herramienta es muy importante cuando se maneja distintos lotes o familias de productos.

En este caso se segregó las producciones por operador y por hora, de tal forma que se calculó la capacidad de producción en conjunto con un análisis de tiempos y métodos de trabajo que permita estimar el total planificado de tiempo perdido. A este análisis se agrega un indicador de costos con los mismos objetivos; obtener los costos operativos que van a ser absorbidos en el proceso como costos por sobretiempos, costos por mantener y almacenar productos e insumos. Todos estos datos serán utilizados en el cálculo final para la obtención del plan agregado de producción donde se tomará cada variable para armar un plan agregado.

La metodología sigue los cálculos correspondientes iniciando con la organización del calendario de producción, unidades a producir en cada día, equipos necesarios de poner operativos, insumos, herramientas, consumibles, materia prima, de tal forma que se pueda cubrir todos los aspectos para poner en línea una producción.

El PMP agrega lo obtenido prorrateando con la demanda calculada, la cantidad de pedidos, el inventario disponible y construye un plan agregado. La integración de estos

factores construye una data de producción y planificación de ventas y entregas de pedidos asignados en un tiempo determinado, la versatilidad del modelo permite manejar un plan de producción en distintos periodos según la estrategia de la empresa.

Siguiendo la misma línea de investigación (Ibadango, 2017) en su trabajo mantiene una problemática similar en cuanto a la necesidad de implementar un plan de producción con metas reales y tiempos de producción para una empresa pesquera que no incrementen los costos de almacenamiento, (Ibadango, 2017) coincide en la metodología de iniciar con la obtención de pronósticos de demanda que se integren con los históricos de ventas para obtener datos cercanos a la realidad del mercado.

Por otra parte, el autor se centra en el estudio de la factibilidad de incrementar la capacidad de producción de la planta para lograr cumplir las metas de producción y pedidos con los clientes mediante un estudio de inversión en nuevas instalaciones y equipos, analizando el tiempo de retorno de inversión que se debe generar con la puesta en marcha de un nuevo sistema de producción.

La realización del trabajo estuvo focalizada en cumplir con cuatro etapas como metodología de análisis, diseño, elaboración e implementación del modelo propuesto. Se inició con el levantamiento de información de la empresa, mapeo de procesos, flujos y layouts recopilando la información necesaria para realizar el diagnóstico del estado actual que forma parte de la segunda etapa donde se realizó el estudio de capacidad de planta donde se determinó el alcance de la producción, sea por la capacidad actual o por el histórico de producción de años anteriores, en esta etapa se analiza las debilidades de la empresa y donde se originan los cuellos de botella y tiempos perdidos en la etapa tres se empieza con la construcción del plan agregado de producción y el cálculo de previsión de la demanda para programar cantidades y fechas y finalmente concluir con la etapa cuatro del diseño final del PMP.

Los resultados de este modelo fueron favorables debido a que el antiguo método de planificación de producción era llevado mediante el software de control SAP, el cual no se alineaba por completo a las necesidades del tipo de producción y generaba mayor sesgo entre los requerimientos del plan y el real.

Se comprobó la disminución de stock inmovilizado en bodegas de producto terminado y de materia prima, reduciendo los costos en cada ítem y llevando un sistema MRP que vaya en sincronía del PMP.

(Pacheco & Mozo, 2016) desarrollaron un sistema de control de operaciones en la fabricación de azúcar en una empresa azucarera peruana donde se evidenció un problema de variación de los históricos de demanda a nivel anual.

Los resultados de la investigación evidenciaron la necesidad de llevar un programa de producción mensual y un control continuo de inventario tanto de producto terminado como de materias primas debido a que la producción de azúcar es un sistema de producción continuo, las paradas por falta de insumos o materiales conllevan a grandes pérdidas a nivel de toda la planta.

La investigación realizó propuestas de cambio en la forma de programar la producción con planes mensuales que se actualizan a medida que la demanda aumenta o disminuye, de tal forma que no afecte ni lleve a tener roturas o excesos de stock. Adicional a ello se incluyó el control mensual de requerimientos de materiales implementando indicadores de consumo e inventariado continuo que va según el tipo de producción a realizar.

Como revisión de la eficiencia del plan, se realizó una comparación entre el método actual con el método propuesto brindando como resultado el método actual una mayor variabilidad (0.002). El cumplimiento de los planes de producción se eleva a un 95% en contraste con el cumplimiento actual (91%). En términos de utilidades, la empresa deja de percibir ventas valuadas en \$201,780,00.

## **CAPÍTULO 2**

### **2. METODOLOGÍA**

#### **2.1. Tipo y Diseño de la Investigación**

La investigación demandó el uso de métodos cuantitativos y cualitativos para la elaboración del PMP, debido a la necesidad de realizar un análisis descriptivo de la situación actual de la empresa y utilizar los datos para que mediante técnicas estadísticas se pueda llegar a obtener la planificación que mejore los resultados, por lo tanto, se determinó los siguientes tipos de investigación acorde al tema de investigación son los siguientes:

### **2.1.1. Explorativa:**

Para (Selltiz, 1980.) La exploratoria significa “La investigación exploratoria está dirigida a la formulación más precisa de un problema de investigación, dado que se carece de información suficiente y de conocimiento previos del objeto de estudio, resulta lógico que la formulación inicial del problema sea imprecisa”.

### **2.1.2. Descriptivo:**

Para (Tamayo y Tamayo, 2003) el proceso descriptivo “Comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o proceso de los fenómenos. Este tipo de enfoque se realiza sobre conclusiones dominantes de la problemática establecida identificando las alternativas de solución posible.”

Se hizo un análisis de toda la información de interés de la empresa realizando una descripción de cada tema relevante y relacionado para conocer cada factor que necesita ser mejorado o tratado en la realización del proyecto.

### **2.1.3. Correlacional**

Para (Hernández Sampier, 2004) establece que “La investigación correlacional este tipo de enfoque investigativo tiene como objetivo medir el grado de relación que existe entre dos o más conceptos o variables, en un contexto en particular”.

### **2.1.4. Explicativa:**

Para (Arias, 2012 ) “La investigación explicativa se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (investigación post facto), como de los efectos (investigación experimental), mediante la prueba de la hipótesis. Sus resultados y conclusiones constituyen el nivel más profundo de conocimientos”.

### **2.1.5. Transversal:**

Según (Seehorn, 2012) “La investigación transversal es un método no experimental para recoger y analizar datos en un momento determinado”. La investigación transversal fue de gran importancia en la identificación de información cuantitativa que permita conocer la curva de a reducción de costos con el método propuesto.

## **2.2. Método de Investigación**

La propuesta se encuentra desarrollada por intermedio de un conjunto de métodos de investigación, dentro de las cuales se puede denotar al método científico, el método

deductivo, método cuantitativo y el método estadístico. Los métodos considerados en el escrito fueron implantados en el mismo con la finalidad de poder dar solución a la problemática planteada en el proyecto asumido.

### **2.2.1. Método Científico**

Se trata de un método no intransigente, puesto que se fundamenta en leyes que han sido inferidas por el hombre más no por preceptos presuntamente revelados. Sus leyes generalmente son desestimadas si el hecho impugna lo que asevera. Su autenticidad es confirmada gracias a la experiencia con que se usa cotidianamente (Labajo González, 2016).

Así mismo (Asensi Artiga & Parra Pujante, 2002), argumentan que este método suele reunir un conjunto de particularidades que admiten obtener nuevos conocimientos científicos. Este es un procedimiento el cual no ansia conseguir resultados decisivos y que prefiere extenderse en todos los ámbitos del saber.

Este método ha sido contemplado con la finalidad de conseguir información lógica y precisa, a través de la utilización de preceptos característicos de la ciencia con alegatos corroborados.

### **2.2.2. Método Deductivo**

Este método se conoce como el juicio que procede de casos particulares, promoviéndose hasta cogniciones generales. A través de este método se puede llegar a desarrollar hipótesis, estudios de preceptos científicos y argumentaciones. Este método es empleado para revisiones literarias y la exposición de una narración literaria (Valdés Medina, 2019).

De igual manera se ha acogido lo dilucidado por (Tigua Moreira & Espinoza Solís, 2013), autores quienes asentaron que el método deductivo acepta por medio de la observación, la organización y el análisis de las variables involucradas en el programa dado, la relación de estas con el objetivo de la investigación y si el proceder de las variables fundamentales va acorde a los resultados de las demás variables.

El método deductivo fue considerado para la propuesta ya que permitirá centrarse en un hecho particular, para poder establecer conclusiones sensatas en función de un conjunto de supuestos.

### **2.2.3. Método Cuantitativo**

De acuerdo con (Cadena-Iñiguez, y otros, 2017), se ha podido conocer que mediante el método cuantitativo pueden ser halladas singularidades en relación con el positivismo como fuente de conocimiento científico, es decir esta hace realce a la precisión de los métodos evaluativos o de medición. Los métodos cuantitativos además presentan otra particularidad que es la selección de indicadores de ciertos componentes de algún hecho, método o estructura por intermedio de abstracciones y variables. Sin embargo, dichos elementos no componen totalmente a los procesos o hechos estudiados, es aquí donde aparece la controversia entre cuantitativas que no perciben a los fenómenos como completos sino como fragmentos conectados por la observación, con los aspectos cualitativos que no ven a los componentes generados compartidos por los fenómenos.

El método cuantitativo tal y como lo me menciona (Del Canto & Silva Silva, 2013), se trata de una metodología investigativa, la misma que hace uso de herramientas de consecución de datos que pueden ser medibles empleando interrogantes o encuesta, que a partir de la información obtenida pueden realizarse disecciones estadísticas para llegar a una con favorable para la investigación.

El método en mención ha sido elegido ya que en el desarrollo de la propuesta se generarán y obtendrán valores numéricos, con dichas cifras serán establecidas diversas deducciones con fines de dilucidar si la propuesta muestra factibilidad o no.

#### **2.2.4. Método Estadístico**

El método estadístico radica en una prosecución metódica para la manipulación de datos ya sean cualitativos o cuantitativos prestados por una exhaustiva investigación. Este manejo de información mantiene como finalidad comprobar la realidad de uno o varios sucesos derivados de las conjeturas de una indagación. Las cualidades de este método serán precisadas en dependencia del diseño estructurado en investigación para la verificación de una repercusión verificable (Mendoza Méndez, Dorantes Coronado, Cedillo Monroy, & Jasso Arriaga, 2017).

Del mismo modo (Romaní, Márquez, & Wong, 2010), constituye que el método estadístico posee una tarea previa. La cual se trata del procesamiento de la unidad con que serán medidos los datos numéricos o los materiales con los que operará el método estadístico, por lo que dicha unidad tendrá que ser obligatoriamente definida.

El método estadístico es incorporado en la propuesta ya que a través de dicho método será recopilada la información, para posteriormente ser tabulada y erigir un análisis del producto de estos.

#### **2.2.5. Lógica:**

Para llevar a cabo la implementación de este tipo de plan de producción, es necesario contar con una planificación adecuada con el fin de registrar el nivel de las existencias y cómo puede influir en el proceso de producción.

#### **2.2.6. Inductivo:**

Este método permitió conocer la postura general de la alta dirección al aplicar un nuevo modelo de producción y el efecto que se tendría sobre la estrategia empresarial., “se refiere al movimiento del pensamiento que va de los hechos particulares a afirmaciones de carácter general. Esto implica pasar de los resultados obtenidos de observaciones o experimentos” (Limón, 2006).

#### **2.2.7. Analítico:**

Para (Hurtado León & Toro Garrido , 2005) Toda empresa debe de contener planes analíticos para saber sobre el estudio de su competencia, mediante acciones pasadas y futuras, para la toma de mejores decisiones en el futuro, pues “es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos.”

#### **2.2.8. Sintético:**

Toda investigación con un proceso sintético de razonamiento que permite a reconstruir un todo, a partir de los elementos que se obtienen en los análisis, (Limón, 2006) Nos indica que sintético es “volver a integrar las partes del todo; pero esta operación implica una superación respecto de la operación analítica, ya que no representa sólo la reconstrucción mecánica del todo”.

#### **2.2.9. Histórico:**

En toda investigación se busca lo histórico, es decir reconstruir el pasado de manera objetiva y exacta posible, mediante una recolección de datos de manera sistemática para obtener conclusiones válidas, según (Riquelme, 2009) nos indica que, “es la forma espiritual

en que una cultura rinde cuentas de su pasado”, permite superar la distinción arbitraria entre investigación e interpretación, entre ciencia e historiografía

### **2.3. Fundamentos y técnicas para la obtención de información**

Para la constitución de la propuesta se ha prescrito dos técnicas de recolección de información. Una de ellas se trata de la investigación exterior, en la que es levantada la información o datos mediante documentación fiable, propuesta por artículos de revistas, tesis entre otros archivos que mantienen analogía con los objetivos planteados en el proyecto. La segunda técnica es una investigación informacional de campo, la cual permitirá recabar información relevante conforme a sucesos dados directamente desde la fuente activa.

### **2.4. Procesamiento la Información**

El tratamiento de la información recabada siempre va sujeta y relacionada con los objetivos dados para con el proyecto. En este caso al verse la propuesta enlazada con la parte productiva, servirá para generar una inspección interna del estado de la organización, tiempos de procesamientos, tiempo entre procesos y las instrucciones para dar solución a los problemas presentados por la baja productividad en el proceso de elaboración de azúcar.

### **2.5. Diseño Metodológico**

Este apartado fue elaborado gracias a la fundamentación adquirida por los tipos y métodos investigativos empleado, dicho esto el diseño metodológico para la propuesta fue constituido de la siguiente manera.

La justificación y desglose de cada etapa del diseño metodológico será mostrada a continuación.



**Gráfico 1.-** Diseño Metodológico

**Elaborado por:** El autor

### **2.5.1. Etapa 1**

#### **2.5.1.1. Levantamiento de información**

El levantamiento de información sin duda alguna es parte esencial de cualquier investigación, por lo que se pronuncia como el primer punto de este diseño metodológico ya que se procuró conseguir una percepción más recóndita y específica de la organización, consistiendo en la recopilación de información acerca de: las instalaciones, maquinas, línea de producción, capital humano, etc. A su vez medir y verificar las capacidades de sus máquinas apoyados con el historial de producción de la empresa. En conjunto esta información será constituida en la situación actual de la empresa.

#### **2.5.1.2. Flujograma de procesos**

Con la ayuda del flujograma de procesos se podrá tener una descripción gráfica y generalizada de los procesos ejecutados en la empresa azucarera, mostrando la correspondencia secuencial entre cada actividad y el equipo empleado en las mismas

#### **2.5.1.3. Descripción de procesos**

Con este paso se podrá tener una explicación real y exacta de los procesos estudiados, ya que aquí se identificarán las distintas actividades y tareas efectuadas en el transcurso del proceso con el que se logra obtener ya sea un servicio o un producto

### **2.5.2. Etapa 2**

#### **2.5.2.1. Análisis de situación actual**

Gracias a este apartado se podrá efectuar una evaluación ya sea de los factores del contexto interno o del contexto externo, los mismos que seguramente pueden llegar a repercutir en la empresa. Dentro del entorno interno pueden hallarse la parte estructural de la empresa, estrategias o también amenazas. Por otra parte, dentro del entorno externo puede constituirse a los mercados y sus segmentaciones.

#### **2.5.2.2. Diagrama causa-efecto**

Luego de haber realizado el análisis de los procesos, este diagrama se presenta como un instrumento para realizar mejoras en la toma de decisiones, contribuir con el entorno de labores, hacer que un proceso sea apto para el trabajo, etc., es decir se podría conseguir que la empresa sea eficiente de forma generalizada.

#### **2.5.2.3. Ponderación de las causas**

La ponderación no es otra cosa que una calificación a las causas, destacadas en el diagrama del apartado anterior, dicha calificación permitirá establecer cuáles son los motivos con mayor repercusión, para así poder tomar acciones que reduzcan o eliminen los causantes de los problemas que se presentan en la empresa.

### **2.5.3. Etapa 3**

#### **2.5.3.1. Diseño general del plan maestro de producción**

Esta sección pondrá a disposición una forma generalizada del PMP. La planeación maestra de producción visualiza un horizonte de corto plazo, este lapso podrá considerarse en semanas o meses, figurando una responsabilidad en relación con una posible demanda.

#### **2.5.3.2. Procedimiento de elaboración de plan maestro de producción**

Este procedimiento se verá establecido con la existencia de un plan agregado de producción, en conjunto con datos e información específica de la empresa y una serie de factores que interceden en el proceso productivo.

#### **2.5.3.3. Diseño y funcionamiento del plan maestro de producción**

El diseño se presentará como el completar de los campos que fueron establecidos en el procedimiento anterior, el funcionamiento tomara la información plasmada en el diseño para diseñar un esquema más conciso de la estructura y así asimilar de manera más clara como participa el PMP en la azucarera.

#### **2.5.3.4. Aplicación del plan maestro de producción**

La aplicación del plan maestro de producción implica la inserción del plan dentro de una empresa azucarera y a través de esta aplicación poder instituir conclusiones y recomendaciones que favorezcan a la empresa como tal.

## **2.6. Resultados e Impacto de la Información**

Los resultados que se esperan se encuentran centrados a los objetivos instaurados en la propuesta, por tanto, que el diseño del PMP, admitirá el incremento de la productividad en la elaboración del azúcar en el ingenio considerado, tratando de mejorar el feedback de la materia prima, el eliminar los cuellos de botella generados en los procesos y reducir los tiempos muertos.

Una vez determinada la metodología la cual servirá como guía principal para el desarrollo de la propuesta de solución el cual se aplicará en el capítulo 3, por tal razón es de relevancia conocer cada uno de los componentes que conforman el plan maestro con el fin de que se adapte a los requerimientos y necesidades de la organización en base a la capacidad del área de producción.

## **CAPÍTULO 3**

### **3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN**

Para la constitución de la presente propuesta se hará uso del diseño metodológico ya mencionado en el capítulo 2, el mismo que se encuentra desglosado dentro de dicho capítulo. Por ello el proyecto se verá comprendido por tres etapas.

En la primera etapa se hará el levantamiento de información, el flujograma del proceso y la descripción de este. La segunda etapa mostrara un análisis situacional en conjunto de un diagrama causa-efecto con su correspondiente ponderación. Finalmente, en la etapa tres se verá inmiscuido el diseño general de PMP, los pasos para el diseño, ejecución y funcionamiento del plan y la aplicación del plan elaborado.

#### **3.1. Etapa 1 de la propuesta**

##### **3.1.1. Levantamiento de Información**

###### **3.1.1.1. Descripción del proceso productivo**

El azúcar y su producción se encuentra fundamentado de un procedimiento productivo de tipo ininterrumpido (continuo), esto se debe a que en las instalaciones de una compañía azucarera la materia prima en este caso la caña de azúcar ingresa constantemente. Dicha materia prima es procesada para así conseguir el producto final conocido como “azúcar”. El proceso productivo de las empresas azucareras se mantiene en constante desarrollo ejecutándose las veinticuatro horas del día, excepto los días en que se han programado paradas ya sean por cortas o largas para efectuar mantenimiento de las maquinarias o aspectos externos que estén repercutiendo en la fluidez del proceso.

### **3.1.1.2. Productos**

El ingenio elabora productos con altos estándares de calidad, ya que cuenta con el Sistema de Gestión Integrado constituido por la “FSSC 22000”, además incluye dentro de sus procesos normas de calidad como las “ISO 9001:2015” y normas de buena práctica de manufactura par que sus consumidores lleven hacia su mesa azúcar de calidad, dentro de sus productos se pueden mencionar a la:

- Azúcar blanca
- Azúcar morena
- Azúcar blanca especial
- Azúcar refinada
- Stick packs
- Energía

### **3.1.1.3. Procesos**

Dentro del proceso productivo de fabricación de azúcar actúan distintas áreas de apoyo que unidas por intermedio de sistemas de gestión como la “ISO 9001” en conjunto con la “ISO 22000” admiten la elaboración de un producto con altos índices de calidad

En consonancia con la cadena de valor y el cumplimiento fundamentada en las BPM los procesos constituidos en la empresa azucarera se relacionan de la siguiente manera.

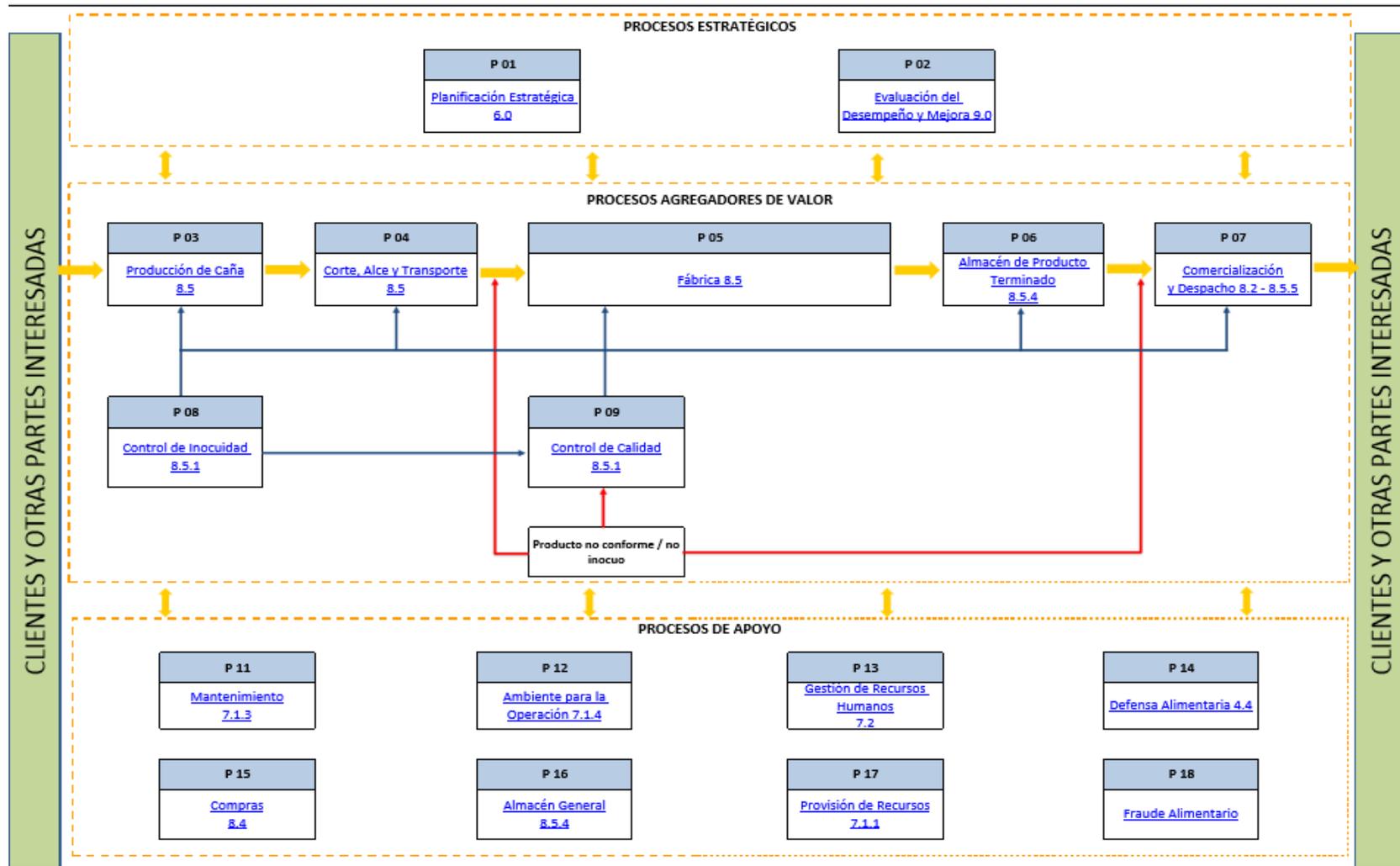


Ilustración 1. Mapa de Procesos de la producción de azúcar

Elaborado por: El autor

En la ilustración 1, se puede observar el mapeo de proceso que presenta la empresa azucarera en el que pueden ser observados sus procesos estratégicos: planificación estratégica, evaluación de desempeño y mejora. Procesos de valor agregado: Producción de caña, corte almacenado y transporte, fabrica, almacén de producto terminado, comercialización. Procesos de apoyo: Mantenimiento, ambiente para la operación, gestión de recursos humanos, defensa alimentaria, compras, almacén general, provisión de recursos, fraude alimentario.

#### **3.1.1.4. Operaciones**

Para la elaboración del azúcar se ven involucrados distintos procesos para sacar la sacarosa de la caña de azúcar convirtiéndola en granos de azúcar con la finalidad de conseguir un producto final con altos estándares de inocuidad. La elaboración de azúcar se encuentra se encuentra constituido por la “preparación de la caña”, la “extracción de la sacarosa” y la “elaboración del azúcar”.

### 3.1.2. Flujograma de procesos

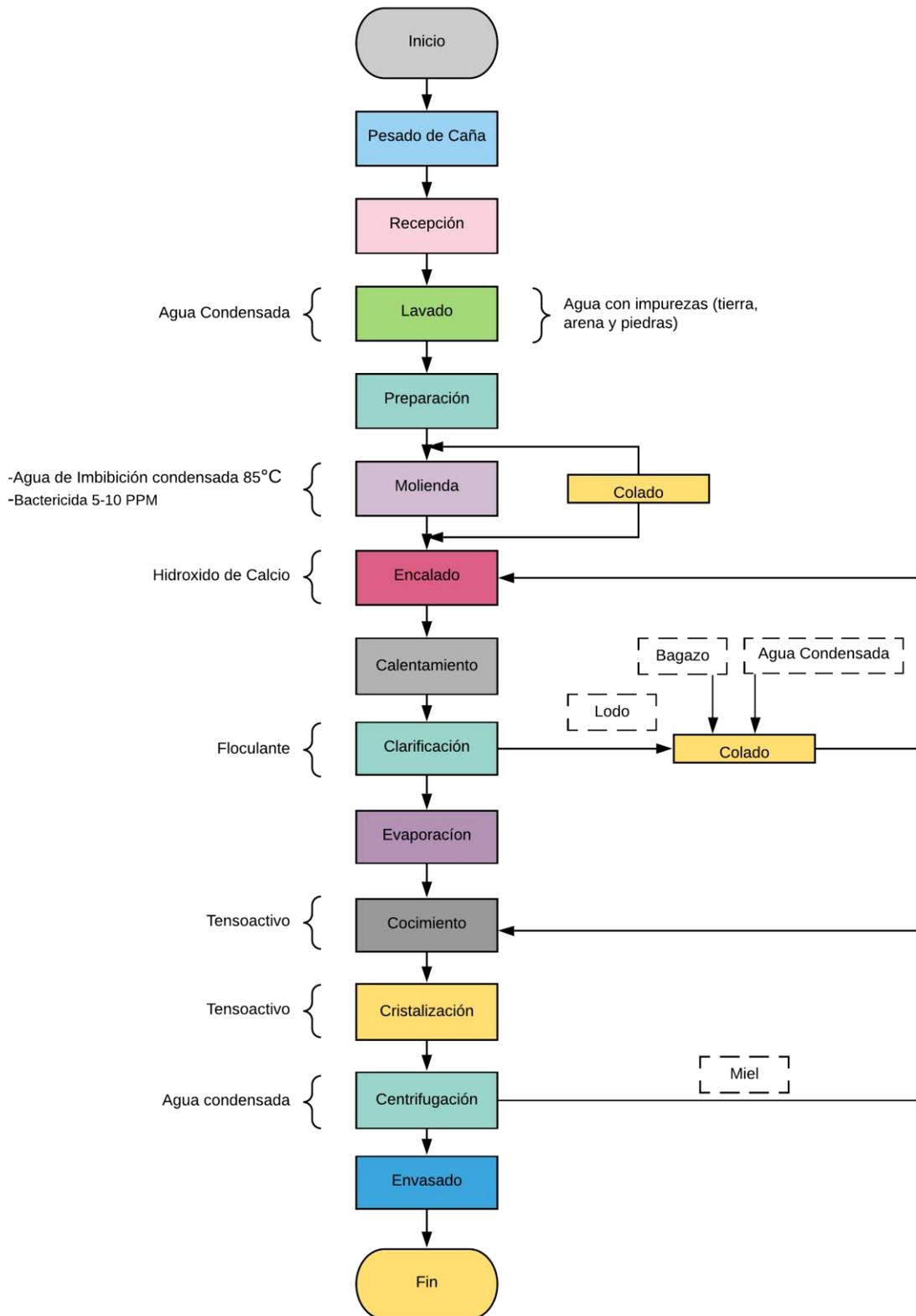


Ilustración 2. Flujograma de procesos

Elaborado por: El Autor

En la Ilustración 2, se muestran el proceso general para la elaboración del azúcar mediante un diagrama de flujo, caracterizando cada uno de sus procesos de forma individual.

### 3.1.3. Descripción de los procesos

En la descripción del proceso se hace referencia a lo que se describe en cada una de las etapas en la fabricación de las briquetas, dicha descripción se establece a continuación:

#### Fase 1. Preparación de la caña

- **Recibimiento de la caña y lavado**

La caña luego que es cosechada es trasladada hacia la planta por intermedio de camiones, una vez que estos llegan a las instalaciones son pesados con ayuda de una báscula.

La recepción de la caña se da en cualquiera de los lavaderos disponibles ya sea A o B, y es ahí donde es extraído el jugo, luego con la ayuda de la grúa de hilo se procede a depositar la caña en el área de recepción para ser trasladada a conductores.

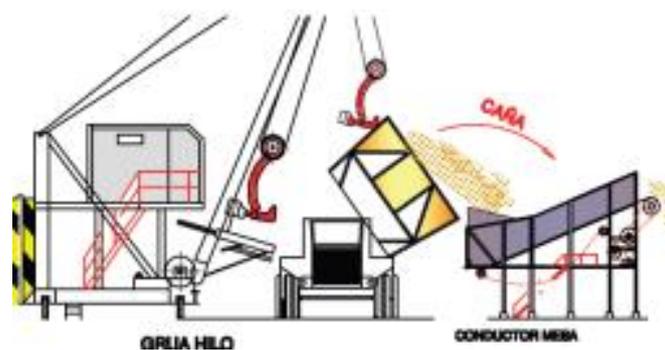


Ilustración 3. Proceso de recibimiento de la caña

Fuente: (Pacheco De La Cruz, 2016)

Luego de que la materia prima es trasladada al conductor esta es troceada, en la parte última del conductor se sitúan cinco peines que le dan a la caña un lavado en seco quitándole las materias raras que se ha juntado con la caña al ser tomada de campo. Un tramo más adelante de los peines son ubicados rodillos los cuales permiten extraer las hojas. Una vez que la caña ha pasado por este rodillo, la caña llega a otro conductor en

el que es lavada con inyectores, tal como se muestra en la ilustración siguiente.

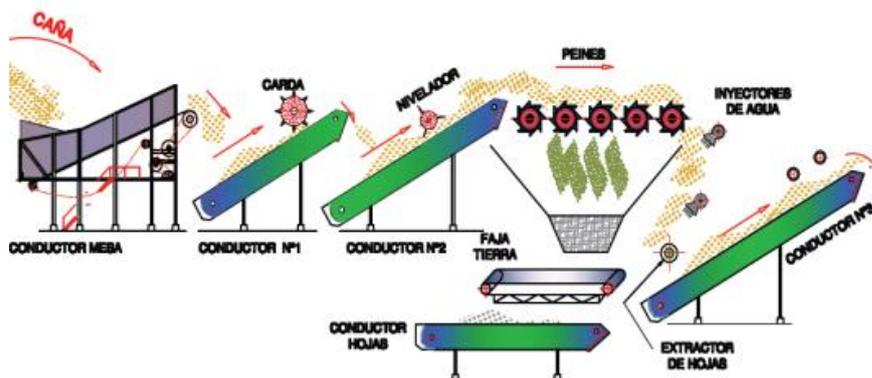


Ilustración 4. Proceso de limpieza de la caña

Fuente: (Pacheco De La Cruz, 2016)

- **Preparado de la caña**

Después de que la caña es lavada, esta es dirigida hacia el machetero a través de conductores, en el machetero la caña es troceada, luego llevada al búster en donde con la ayuda de ciento dos martillos la caña es desfibrada.

Una vez que fue desfibrada la caña, el Fiberizer es alimentado para realizar una segunda desfibrada para que se encuentre adecuada para ser manejada en el Trapiche.

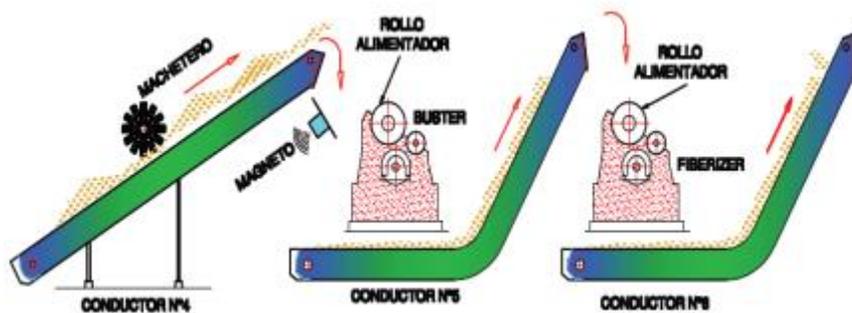


Ilustración 5.- Proceso de preparación de caña

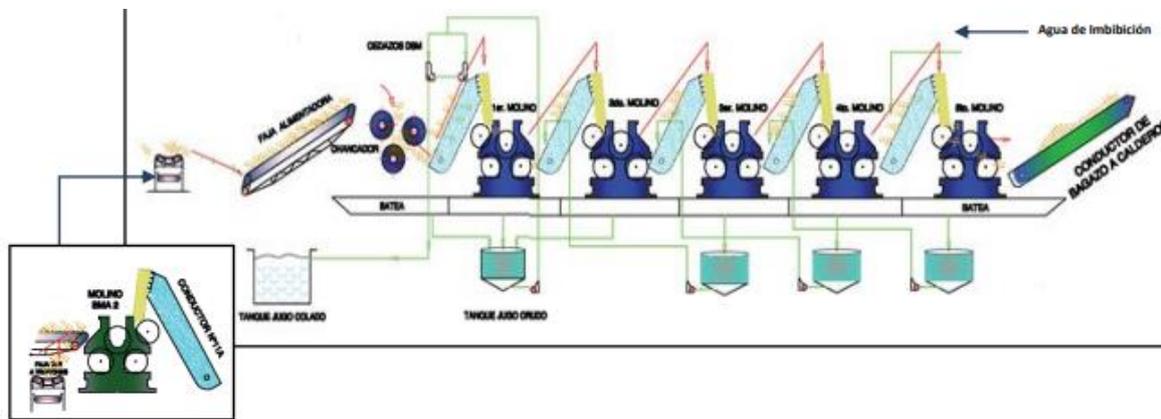
Fuente: (Pacheco De La Cruz, 2016)

## Fase 2. Extracción de sacarosa

El trapiche es el inicio del proceso de extracción de sacarosa, en donde la caña es vertida en el trapiche, lugar donde se efectúa la primera sustracción del jugo.

El trapiche se ve dispuesto por seis molinos por donde se moviliza la caña ya preparada.

En el molino número seis es agregada el agua de imbibición, cada vez que esta se acerca al molino número uno dicho molino se ve enriquecido de sacarosa, por otro lado, se va dando el empobrecimiento de la caña a medida que va avanzando al molino seis donde se realiza un secado y se obtiene el bagazo que se traslada para los calderos.



**Ilustración 6.- Proceso de extracción de sacarosa**

**Fuente: (Pacheco De La Cruz, 2016)**

### **Fase 3. Elaboración del azúcar**

Una vez que se extrajo la sacarosa de la caña de azúcar, este se ve inmersa en el jugo de mezclado el cual fue conseguido con la ayuda del trapiche, en este momento es necesaria la ejecución de “procesos químicos”, con la ayuda de este proceso se obtiene la azúcar por medio de la cristalización de la sacarosa. Estos procesos se encuentran agrupados en otros tres procesos conocidos como:

- ✚ “La clarificación y evaporación”
- ✚ “Cristalización y centrifugación”
- ✚ “Secado y envasado”

#### **Clarificación y evaporación**

Esta etapa se da cuando el jugo mezclado que ha pasado por el trapiche y difusor es dirigido a una serie de filtros llamados filtros de rotación o de tromel los cuales son los encargados de separar las partículas de bagacillo, luego se procede a colocar un poco de cal con el fin de neutralizar la acidez del jugo, regulando los métodos y la temperatura del proceso.

#### **Calentamiento del jugo mezclado encalado**

Luego de obtener el jugo encalado se lo procede a calentar a una temperatura que puede llegar hasta 105 grados centígrados es conducido hacia el tanque, sitio donde se hace la eliminación del flujo laminar, para luego ser transportado a un equipo removedor de impurezas con el fin de conservar la pureza del líquido.

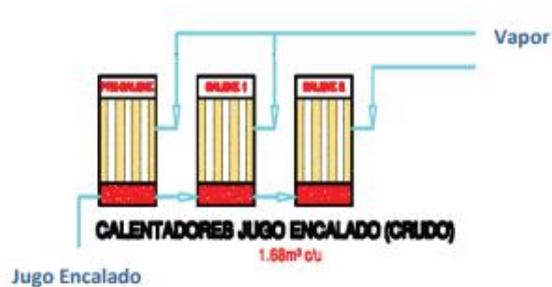


Ilustración 7. Proceso de calentamiento del jugo encalado

Fuente: (Pacheco De La Cruz, 2016)

## Evaporación del jugo

En esta etapa es crucial la eficiencia energética ya que dicha acción permite que la concentración del jugo clarificado sea incrementada, obteniendo una disolución de sólidos que pueden alcanzar incluso un sesenta y ocho por ciento, la meladura es alcanzado casi al llegar a la saturación, siendo este su máximo límite y es donde empieza la cristalización del producto terminado.

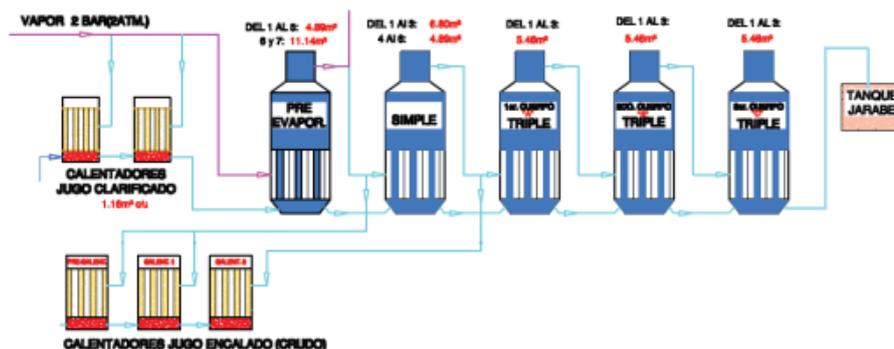


Ilustración 8.- Proceso de evaporación del jugo

Fuente: (Pacheco De La Cruz, 2016)

## Cristalización

La cristalización es la forma que se obtiene en base a la meladura empleando como semilla un “magma”, que no es otra cosa que azúcar del tipo C en agua, o también puede ser agua en jugo clarificado con una pureza mínima de 85, al conseguir este estado se podrá tener más estabilidad y rigidez en el producto terminado.

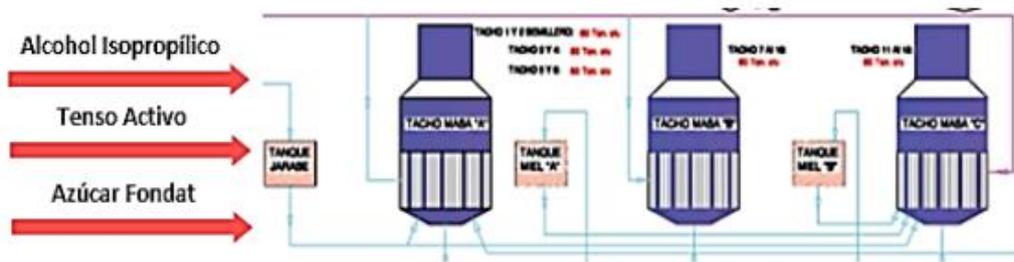


Ilustración 9.- Proceso de cristalización

Fuente: (Pacheco De La Cruz, 2016)

## Secado

Proceso que se realiza con el fin de eliminar toda la humedad del azúcar con la ayuda de aire caliente en va en contracorriente.

## Envasado del producto terminado

En esta etapa final es donde el azúcar libre de humedad (seca) y fría, es dispuesta en las diferentes presentaciones que se tiene para el producto, para ser almacenada y posteriormente comercializada.



Ilustración 10.- Envasado en presentación de 50kg

Fuente: (Pacheco De La Cruz, 2016)

## Especificaciones técnicas de productos

La empresa produce una gama de 23 productos, sin embargo, se realizó una reducción a las presentaciones al granel que la empresa maneja donde se reduce a 4 productos y

representa el 60% de las ventas totales; azúcar comercial, azúcar especial, azúcar refinada y azúcar cruda en sacos de 50 Kg.

### **Azúcar Comercial**

Las características de este producto es azúcar de colores menores a 350 IU (según método ICUMSA)

### **Azúcar Especial**

Las características de este producto es azúcar de colores menores a 150 IU (según método ICUMSA)

### **Azúcar Refinada**

Las características de este producto es azúcar de colores menores a 90 IU (según método ICUMSA)

### **Azúcar Cruda**

Las características de este producto es azúcar de colores mayores a 2000 IU (según unidades ICUMSA)

## Diagramas de operaciones

Una vez desarrollado el diagrama de flujo es necesario detallar el funcionamiento de las actividades mediante las actividades que se desarrollan en cada uno de los procesos que se detallan a continuación:

RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA	
	Núm.	Tpo	Núm.	Tpo	Núm.	Tpo
OPERACIONES	6	0:02:44:39	5	0:01:37:07	1	0:01:07:32
TRANSPORTE	6	0:02:39:49	5	0:01:54:22	1	0:00:33:27
INSPECCIONES	4	0:02:19:51	2	0:01:41:36	2	0:00:19:13
RETRASOS	6	0:10:11:10	4	0:03:39:53	2	0:06:31:17
ALMACENAMIENTO	3	0:06:37:48	1	0:00:06:42	2	0:06:31:52
<b>DISTANCIA RECORRIDA</b>		93 FT.		20 FT.		73 FT.

*Tabla 1.- Resumen de las operaciones de las actividades del proceso*  
**Elaborado por:** El autor

En la presente tabla se puede observar cada una de las operaciones de las actividades que se elaboran en el proceso, con el fin de determinar los tiempos de realización de cada una de ellas en el proceso de fabricación de azúcar.

Pa so	Detall e del proce so	Métod o	Op er aci ón	Tra ns- Por te	Insp ecció n	R et ra so	Al ma cen am ien to	Dist Pies [Ft]	Ca nti da d 0,0 001	Tiem po. Hrs/ Unid ad
1	PESADO DE CANA	BAND A						12		0:00:3 0:95
2	RECEPCIO N	BAND A						18		0:00:0 9:42
3	LAVADO	BAND A						20		0:01:1 0:01
4	PREPARA CION									0:00:1 0:09
5	MOL IEND A									0:06:0 3:00
6	COL ADO							18		0:00:1 4:10
7	ENC ALAD DO									0:00:07: 19
8	ENCALAD O									0:00:03: 07
9	CALENTA MIENTO									0:00:05: 03
10	CLASIFICA CION									0:00:24: 12
11	EVAPORA CION							25		0:00:42: 11
12	COSIMIEN TO								0,00031 25	0:00:06: 42

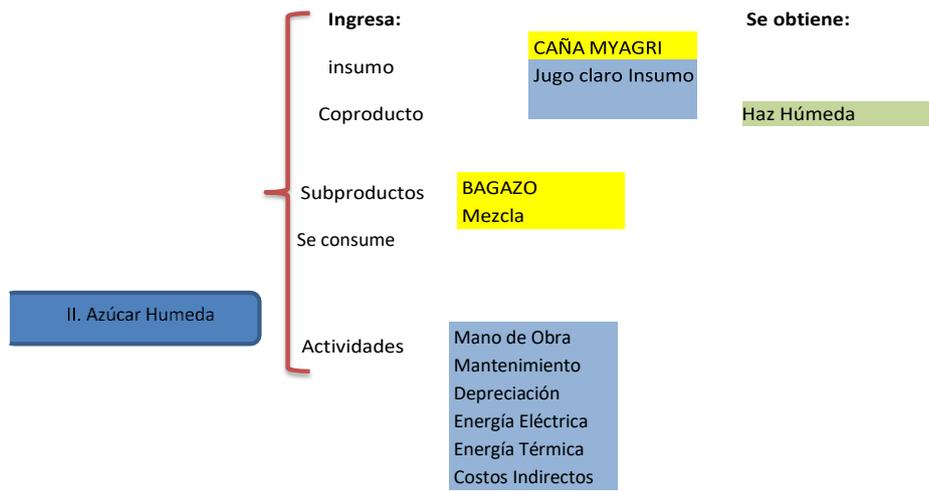
13	CRISTALIZACION		0,00031 25	0:00:12: 16
14	CENTRIFUGACION			0:00:06: 04
15	ENVASADO		0,00031 25	0:00:10: 39

**Tabla 2.- Descripción de las actividades de operaciones**  
Elaborado por: El autor

En la presente tabla se puede observar cada una de las operaciones de las actividades que se elaboran en el proceso, con el fin de determinar los tiempos de realización de cada una de las operaciones necesarias en el proceso de fabricación de azúcar.

Una vez determinado las operaciones de cada uno de los procesos determinados en el flujo de procesos es necesario determinar las entradas y salidas de las actividades principales son las siguientes:





### **3.2. Etapa 2 de la propuesta**

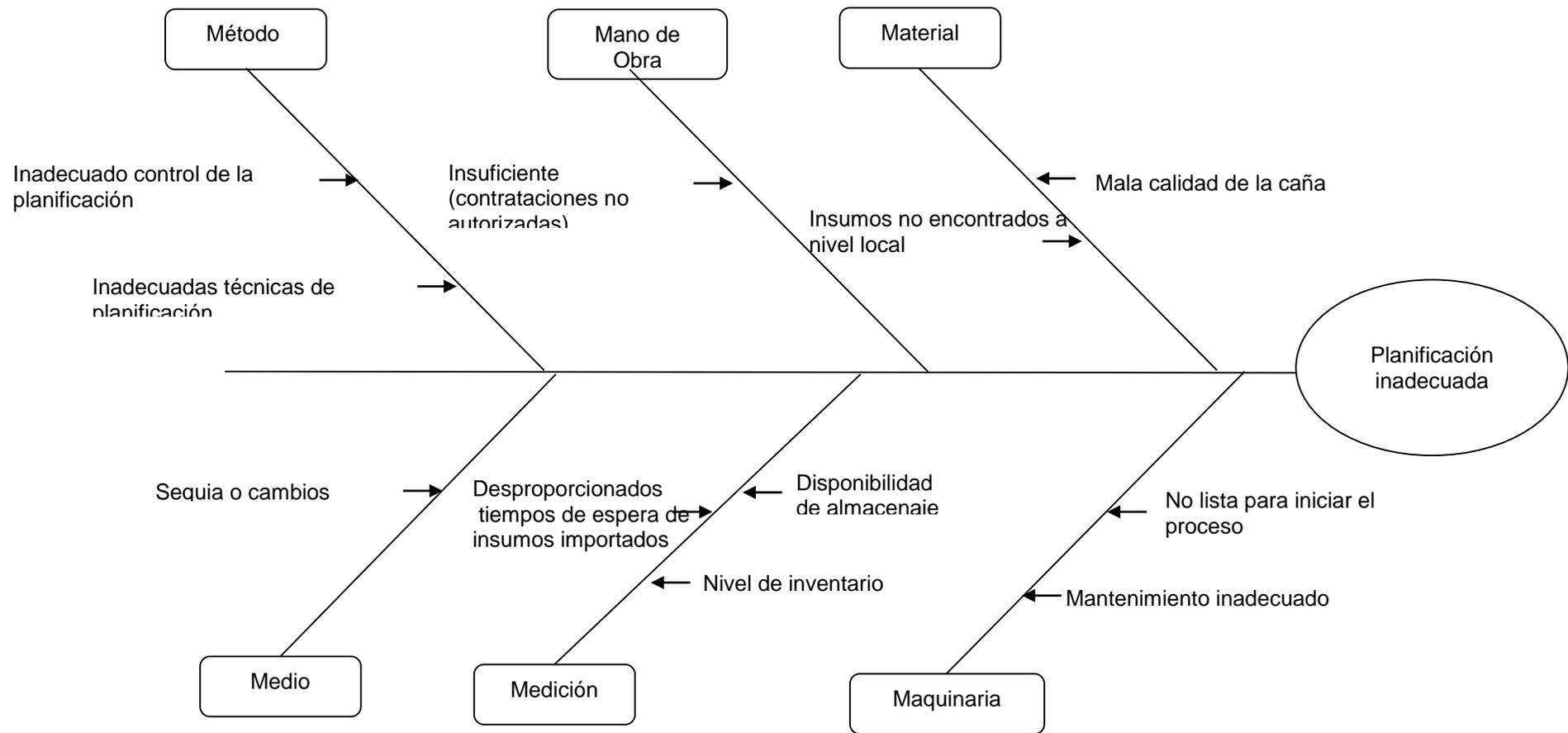
#### **Análisis de situación actual**

Se realizará un estudio de cómo se encuentra actualmente la empresa azucarera en consideración al programa de producción para identificar las causas que producen que la planificación se vea desacertada.

### **Diagrama Ishikawa (causa efecto)**

En concordancia con la investigación de campo realizada, se tiene conocimiento por intermedio del gerente de producción del ingenio que se han detectado falencias en la planificación de la producción al verse esta inadecuada, conforme lo manifestado han existido temporadas de producción donde el programa inicial se ha corregido incluso por más de cinco veces, en los que se han ajustado los niveles de producción para que la empresa azucarera pueda hacer cumplimiento de lo pronosticado en un lapso determinado.

Actualmente el plan de producción que mantiene el ingenio alcanza una eficiencia de alrededor de 63%, con el modelo planteado de producción se aspira que cumplimiento mejore en un 25%. En conformidad a lo anteriormente mencionado, se ha hecho uso de una herramienta de mejora de calidad (Ishikawa), para así poder establecer cual es o son las razones por las que el ingenio presenta una inapropiada planificación.



**Ilustración 11.- Análisis causa efecto para una planificación inadecuada**

**Elaborado por: El Autor**

En la ilustración 11, se puede observar que gracias al diagrama causa-efecto (Ishikawa) constituido con el método de las 6M se pudo caracterizar las siguientes causas que impiden o hacen que la planificación sea inapropiada.

#### **Causas dadas por los MÉTODOS**

- Inadecuadas técnicas de planificación
- Inadecuado control de la planificación

#### **Causas dadas por la MANO DE OBRA**

- Mano de obra insuficiente

#### **Causas dadas por el MATERIAL**

- Insumos no encontrados a nivel local
- Mala calidad de la caña de azúcar

#### **Causas dadas por el MEDIO**

- Sequía o cambios climáticos

#### **Causas dadas por la MEDICION**

- Desproporcionados tiempos de entrega de insumos importados
- Complicación en la medición de inventario
- Disponibilidad de almacenaje

#### **Causas dadas por el MAQUINARIA**

- Maquinaria no preparada para dar inicio al proceso
- Inadecuado mantenimiento de maquinaria

### **Ponderación de las causas**

Luego de haber identificado o establecido cuales son las causas raíz, se efectúa la ponderación de cada una de ellas, considerando para dicha ponderación la frecuencia con la que ocurren, la calificación ser verá dada en un rango de 1-5, en la que la ponderación de 5 la tendrán aquellas causas que tengan mayor envergadura y 1 para las de menor relevancia.

<b>Puntuación</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>5</b>	Frecuencia constante
<b>4</b>	Bastante frecuencia
<b>3</b>	Frecuencia intermedia
<b>2</b>	Baja frecuencia
<b>1</b>	Frecuencia esporádica

**Tabla 3.- Ponderación según la frecuencia de ocurrencia**

**Elaborado por:** El Autor

Adicionalmente, será conjeturado el impacto de las causas con respecto a la repercusión que tienen sobre el ingenio, para lo cual se establece una nueva ponderación en la que serán calificadas en un rango de 1-3. En el que la mayor repercusión estará representada por el 3 y las de menor efecto con 1, tal y como será mostrado en la tabla a continuación.

<b>Puntuación</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>3</b>	Alto
<b>2</b>	Intermedio
<b>1</b>	Baja

**Tabla 4.- Ponderación según el impacto**

**Elaborado por:** El Autor

Las ponderaciones adjudicadas, se constituyen conforme al discernimiento de la gerencia de producción, el cual contempla las causas expuestas y la repercusión dada en los anteriores dos periodos.

La asignación de la puntuación para las causas será determinada como se mencionó antes, el cálculo de la ponderación se dará multiplicando los valores de la ponderación de

ocurrencia por los de impacto, la mayor puntuación será la que tendrá que ser considerada por el ingenio para aplicar las respectivas soluciones.

<b>Nº</b>	<b>Causa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Impacto</b>	<b>Resultado</b>
1	Inadecuadas técnicas de planificación	5	3	15
2	Inadecuado control de la planificación	5	3	15
3	Disponibilidad de almacenaje	4	3	12
4	Sequia o cambios climáticos	4	3	12
5	Insumos no encontrados a nivel local	5	2	10
6	Mala calidad de la caña de azúcar	3	3	9
7	Desproporcionados tiempos de entrega de insumos importados	4	2	8
8	Complicación en la medición de inventario	4	2	8
9	Maquinaria no preparada para dar inicio al proceso	2	3	6
10	Inadecuado mantenimiento de maquinaria	2	2	4
11	Mano de obra insuficiente	2	1	2

**Tabla 5.- Análisis de la calificación ponderada de causas**

**Elaborado por:** El Autor

Sin embargo, se presenta otra causa no con la misma calificación, pero fue mencionado que ha habido ocasiones en que la producción ha tenido que ser detenida para vaciar los sitios de almacenaje y conseguir disponibilidad en las bodegas, corroborando el porqué de su ubicación en el tercer lugar de las causas más relevantes.

Con el PMP se podrá tener conocimiento de la forma en que se encuentra repartido el trabajo y si existe la capacidad para hacer cumplimiento a la demanda de azúcar.

### **3.3. Etapa 3 de la propuesta**

#### **3.3.1. Diseño general del plan maestro de producción**

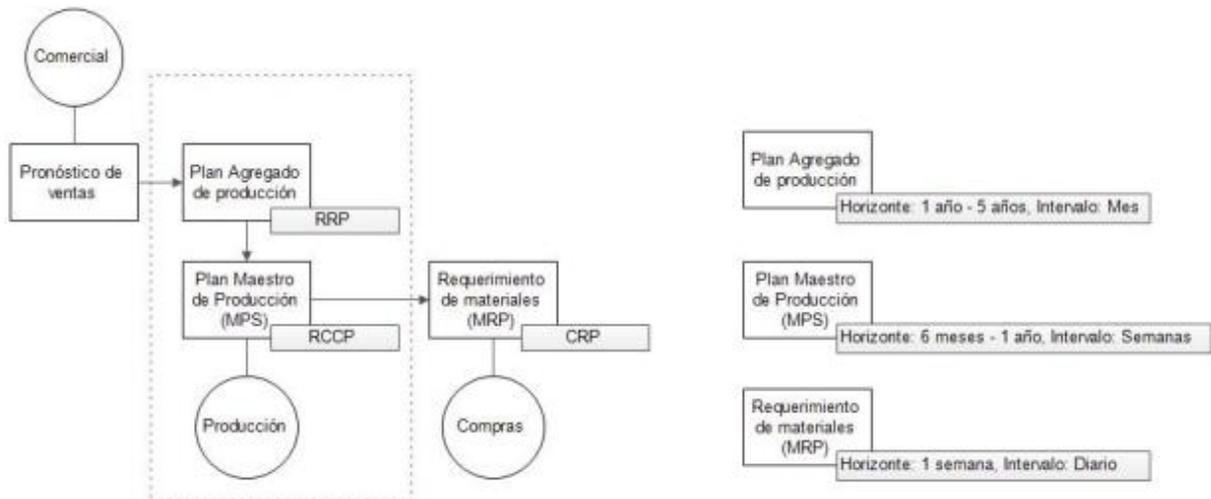
Se tiene por bien entendido que el PMP es un programa de producción a futuro de los productos terminados con respecto a una planificación a corto plazo, la misma que generalmente se ve establecida para ciertas semanas o meses.

La posible demanda figurada por la zona comercial de la organización junto con las posibilidades tanto tecnológicas como humanas del sistema de producción son aquellas las que según el MPS deben verse relacionadas. Dicho de una manera menos compleja, que para cumplir con la demanda productiva tiene que haber una relación estrecha entre la maquinaria y el equipo con el capital humano laborador.

De manera simultánea a la introducción de los requerimientos (demanda) en el MPS, se deberá monitorear la carga de trabajo. La función primordial es el de hacer la programación del producto final, teniendo presente el compromiso de entrega, para el cual se tiene que identificar el tiempo en que se sobrecargara, para así usar de manera eficiente la capacidad de producción que ostenta la azucarera y poder optimizar simultáneamente los costes de producción.

La programación o planificación se trata de un dificultoso proceso en el que se deben considerar algunos aspectos, sin embargo, todos estos factores no pueden ser tenidos de manera simultánea, motivo por el cual se necesita constituir una metodología si es que en realidad se pretende conseguir resultados provechosos.

A continuación, será colocado en diagrama en el que se evidencian los distintos niveles de planificación, además de que exhibe como puede iniciar y como podría terminar el MPS, ya necesariamente hay que tener conocimiento de como este debe iniciar y concluir para que su aplicación en la empresa pueda ser competente.



**Ilustración 12.- Niveles de planificación y rango de análisis del MPS**

**Fuente:** (Sandoval Arriaga, 2016)

El plan concluye al hacer la determinación de las siguientes interrogantes:

- ¿Qué producir?
- ¿Cuándo producir?
- ¿Cuánto producir?

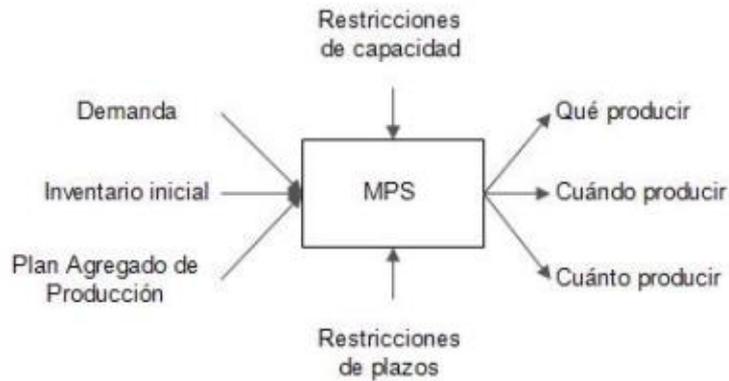
Dicha información es relevante para MRP, que a su vez se encuentra relacionado con la planificación de requerimiento de capacidad CRP.

### **3.3.2. Procedimiento de elaboración de plan maestro de producción**

Al tener conocimiento del plan agregado, donde se indica la cantidad de producción necesaria para el mes, se requerirá disponer de información pertinente y también se necesita reconocer tres aspectos cruciales que participan en el proceso de elaboración, tal como lo indica (Sipper & Bulfin, 1988).

- Inventario Inicial
- Capacidad de producción
- Fijación de plazos de fabricación

Al disponer de toda esta información se puede proceder con el MPS



**Ilustración 13.- Diagrama de proceso MPS**

**Elaborado por:** El autor

**Demanda:** Numero de artículos solicitados por un determinado mercado.

**Inventario inicial:** Cantidad de artículos que posee la empresa al momento de iniciar un nuevo ciclo productivo

**Plan Agregado de Producción:** Programa de producción mensual dado en términos generalizados establecidos a un nivel global

**Capacidad instalada:** Aquí es establecido el proceso de las maquinas, la cantidad de producto en un determinado tiempo conforme a su capacidad.

**Establecimiento de fechas de ejecución:** Señalamiento de fechas donde comparezcan el inicio y el fin de la producción.

### **3.3.3. Diseño y Funcionamiento del plan maestro de producción**

#### **Diseño del plan maestro de producción para el ingenio**

Una vez establecido el diseño, este es llenado con la información del ingenio azucarero considerando su periodo de zafra para luego constituir el análisis respectivo.

**Demanda:** La presente investigación se enfoca a la producción de azúcar en presentaciones al granel y en saco, detallando que la demanda para las mencionadas presentaciones en su último periodo de zafra fue 1'777.416 quintales: 1'701.329 quintales al granel y 76.087 quintales en sacos.

**Inventario inicial:** El departamento comercial indica que el nivel inventario empieza con cero sacos hasta 10000 sacos máximos, siendo la cantidad de 8500 sacos con la que

acostumbra a valerse para manejar un inventario seguro. Dicho esto, se iniciará con un inventario de 0.

**Plan Agregado de Producción:** En consideración al inventario inicial, la proyección de venta para la demanda local; es presentado el plan producción inicial dado para departamento de producción por parte del departamento comercial.

**Plan Agregado de Producción:** En consideración al inventario inicial, la proyección de venta para la demanda local; es presentado el plan producción inicial dado para departamento de producción por parte del departamento comercial.

### **Capacidad instalada**

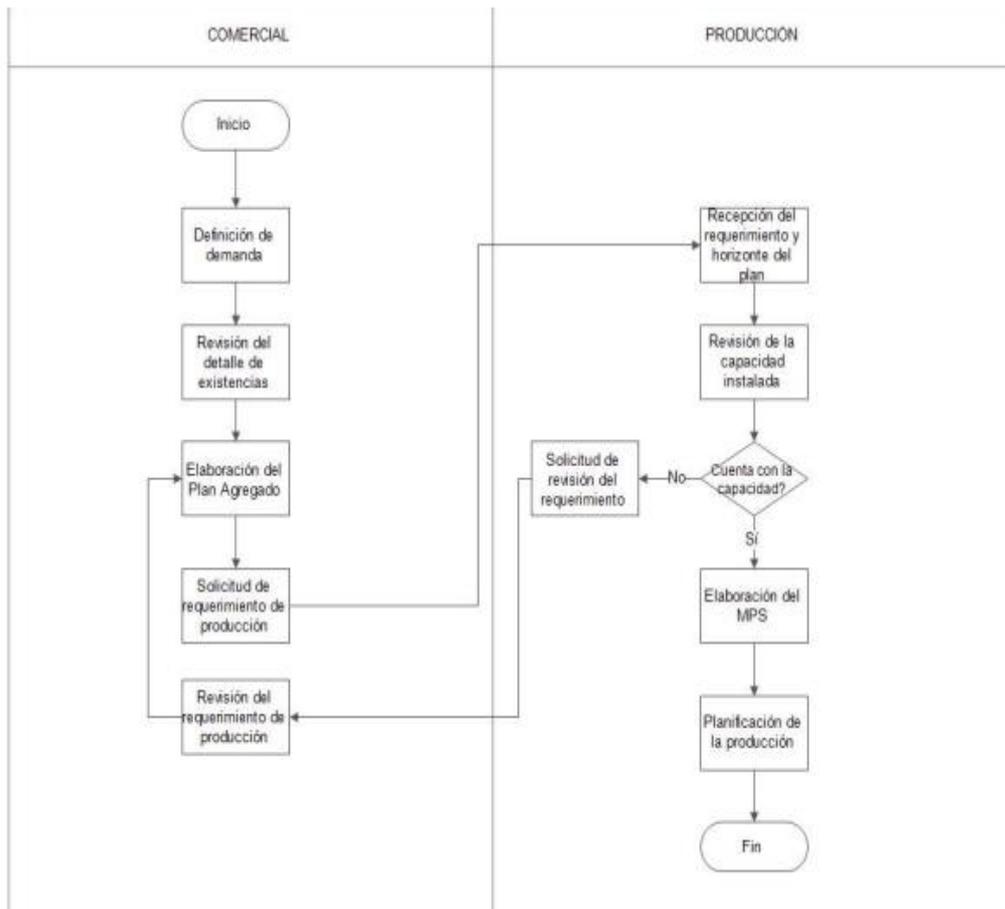
El ingenio presenta una capacidad instalada de molienda de 14 mil toneladas diarias de azúcar, pero solamente se muelen 13mil de ellas, que en cantidades porcentuales representan el 92.86% de la capacidad de instalación. Maneja una cantidad de 252 zafreros quienes desarrollan sus labores durante toda la semana, doce horas al día.

**Establecimiento de fechas de ejecución:** En el nuevo periodo de zafra de empezó desde 03/julio/2022 hasta 07/diciembre/2022 mes en que finalizara, periodo en el que se contara con 156 días en el que se llevaran a efecto el plan.

### **Funcionamiento del plan maestro de producción**

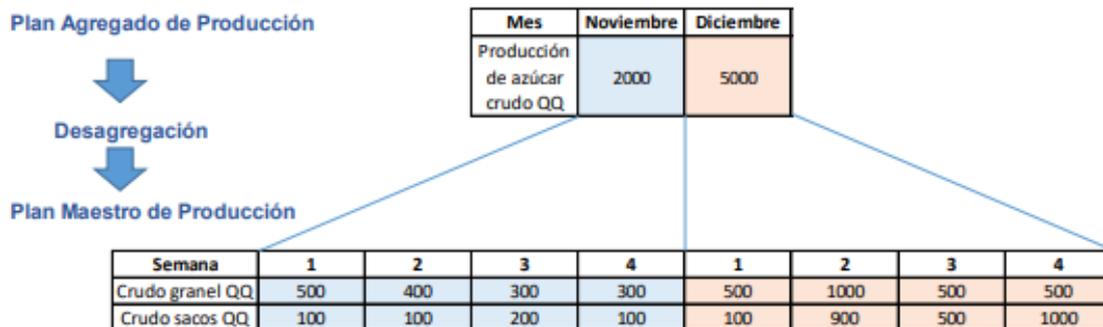
Una vez que el sistema se encuentra en funcionamiento y se ha completado la información precisa, se construye un esquema con el cual se tenga una mejor comprensión de la participación del PMP en el interior del ingenio.

Plasmándose a continuación un diagrama de flujo en el que se muestra el accionar del plan de producción para el ingenio.



**Ilustración 14.- Diagrama de flujo del funcionamiento del plan maestro de producción**

Elaborado por: El autor



**Ilustración 15.- Ejemplo del funcionamiento MPS**

Elaborado por: El autor

Con la ayuda del ejemplo de la Ilustración 15, se quiere tener una clara de lo que se conseguirá después de desarrollar el plan maestro de producción dado en los siguientes apartados.

### 3.3.4. Plan maestro de producción aplicado ingenio

- **Capacidad de Instalaciones**

En base a la investigación efectuada se ha podido obtener información de gran relevancia como la brindada por (Jaramillo Guasparutti, 2018), quien en su estudio de “Elaboración y evaluación de un proyecto de cultivo y comercialización de caña, como materia prima para la producción de azúcar, en la provincia del Guayas”, aduce que el ingenio presenta una extensión de caña neta de 23262 Hectáreas. Sabiendo que el promedio de caña obtenido por hectárea 80 toneladas por ende se tiene que la capacidad de caña a moler por el ingenio es de 1860960.

- **Capacidad de producción**

En conformidad a lo establecido en el apartado anterior se puede establecer la siguiente tabla en la que se muestra la capacidad de producción del ingenio.

	<b>Ingenio Azucarero</b>
Hectáreas	23262
Rendimiento de toneladas-Hectárea	85
Rendimiento de sacos-tonelada	2
Toneladas-Hectárea	1977270
Sacos de Azúcar 50KG	3954540

*Tabla 6.- Capacidad de producción del ingenio*  
**Elaborado por:** El autor

Tal y como puede ser observado en la tabla 4, el ingenio azucarero cuenta con una capacidad de producción de 3954540, con la que tratara de solventar la demanda de sus clientes.

- **Demanda**

En la tabla a continuación, se muestra la demanda que se presenta para la empresa azucarera en el periodo 2021.

<b>Demanda Sacos Azúcar 50Kg</b>		
No.	Mes	Demanda
1	Enero	222650
2	Febrero	231646
3	Marzo	280304
4	Abril	265052
5	Mayo	269262
6	Junio	234902
7	Julio	237402
8	Agosto	234452
9	Septiembre	240552
10	Octubre	274502
11	Noviembre	240792
12	Diciembre	243435
<b>TOTAL</b>		<b>2974951</b>

*Tabla 7.- Demanda Sacos Azúcar 50KG*

**Elaborado por:** El autor

- **Análisis de la capacidad de instalación con respecto a la producción y la demanda**

En base a lo instituido se ha podido establecer que la planta cuenta con una capacidad de 3954540 sacos de azúcar, por otra parte, la demanda presentada por el departamento de ventas refleja que para la presente zafra el ingenio necesitará de 2901947 sacos, cumpliendo con la demanda establecida satisfactoriamente.

- **Costos actuales de producción-Anual**

En la presente tabla se pone manifiesto el gasto total anual en la producción de azúcar, considerado los siguientes aspectos:

PROYECTADO 2020 - COSTOS TOTALES													
Tipo de Gasto	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	Total 2020
	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe
<b>CAÑA (S/. /TCB)</b>	13,388,900	12,432,550	13,388,900	7,172,625	-	14,826,175	14,826,175	14,826,175	14,826,175	14,826,175	14,826,175	12,708,150	148,048,175
Propia	5,642,000	5,239,000	5,642,000	3,022,500	-	6,517,000	6,517,000	6,517,000	6,517,000	6,517,000	6,517,000	5,586,000	64,233,500
Terceros	7,746,900	7,193,550	7,746,900	4,150,125	-	8,309,175	8,309,175	8,309,175	8,309,175	8,309,175	8,309,175	7,122,150	83,814,675
<b>FABRICA TOTAL (S/. /TCB)</b>	(154,824)	440,426	276,928	378,522	-	3,228,819	3,571,729	3,576,570	3,253,582	3,534,116	3,228,108	3,340,843	24,674,820
Insumos	592,507	550,352	530,948	251,214	-	701,636	701,636	701,636	701,636	701,636	701,636	462,641	6,597,478
Mano de obra directa	400,000	380,000	430,000	220,000	-	420,000	420,000	420,000	420,000	420,000	420,000	420,000	4,370,000
Mantenimiento	1,304,157	1,291,176	1,436,949	693,244	-	1,234,807	1,314,568	1,304,330	1,319,470	1,274,262	1,248,030	1,260,083	13,681,075
Depreciación	650												
Tipo de Gasto	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	2,020
	S/TCB	S/TCB	S/TCB	S/TCB	S/TCB	S/TCB	S/TCB	S/TCB	S/TCB	S/TCB	S/TCB	S/TCB	S/TCB
<b>CAÑA (S/. /TCB)</b>	77.13	77.13	77.13	77.13		79.63	79.63	79.63	79.63	79.63	79.63	79.63	78.82
Propia	65.00	65.00	65.00	65.00		70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	68.40
Terceros	89.25	89.25	89.25	89.25	-	89.25	89.25	89.25	89.25	89.25	89.25	89.25	89.25
<b>FABRICA TOTAL (S/. /TCB)</b>	(0.89)	2.73	1.60	4.07	-	17.34	19.18	19.21	17.47	18.98	17.34	20.93	13.14
Insumos	3.41	3.41	3.06	2.70		3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	2.90	3.51
Mano de obra directa	2.30	2.36	2.48	2.37		2.26	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26	2.63	2.33
Mantenimiento	7.51	8.01	8.28	7.45		6.63	7.06	7.00	7.09	6.84	6.70	7.90	7.28
Depreciación	3.74	4.22	3.92	3.66		3.65	3.65	3.65	3.65	3.65	3.65	4.26	3.79
Energía Eléctrica	5.51	5.54	5.55	5.53		4.43	4.37	4.47	4.31	4.39	4.46	4.71	4.79
Energía térmica	11.74	11.85	11.70	11.89		11.96	11.83	11.80	11.76	11.82	11.86	12.37	11.86
Costos Indirectos	6.91	6.82	6.34	8.60		5.91	5.91	5.91	5.91	5.91	5.91	6.89	6.34
Otros													-
<b>Fábrica sin deducciones (S/TCB)</b>	41.13	42.21	41.32	42.20		38.61	38.84	38.86	38.74	38.64	38.60	41.66	39.90
<b>Deducciones/Adiciones</b>	-42.02	-39.48	-39.72	-38.13		-21.27	-19.66	-19.66	-21.27	19.66	-21.27	-20.73	-26.76
<b>TOTAL, costo produ (S/. /TCB)</b>	76.23	79.86	78.72	81.20		96.97	98.81	98.83	97.10	98.61	96.96	100.56	91.96
<b>TOTAL, costo produ (S/. /BLS)</b>	43.07	45.12	41.65	41.85	# DIV/0!	45.74	46.61	46.62	45.80	46.51	45.74	46.55	45.28

Tabla 8.- Proyección de costo total-anual

Elaborado por: El auto

- **Análisis de la demanda- Factores internos**

### **Capacidad**

En la actualidad la capacidad para la producción se centra netamente en la demanda del mercado, por tal razón podemos definir que la suficiencia para cumplir con la demanda de los usuarios es de 3954540 sacos de azúcar, sabiendo que dicha demanda para el periodo 2021 es de 2974951 sacos, teniéndose de tal manera un stock de seguridad de aproximadamente un millón de sacos.

### **Capacidad Histórica**

Conforme a lo expuesto por (Jaramillo Guasparutti, 2018), en su estudio acerca del cultivo de caña de azúcar en el que presento distintos ingenios azucareros dejo en manifiesto para obtener de mejor manera productiva de un ingenio en general se debe considerar sus años más recientes de producción los cuales se exponen a continuación:

<b>Año</b>	<b>Capacidad Planta</b>
2016	3000000
2017	3159900
2018	3319800
2019	3479700
2020	3639600
2021	3954540

*Tabla 9.- Capacidad histórica de producción*  
**Elaborado por:** El autor

En la tabla 7, se puede observar que desde año 2016 hasta la actualidad se puede un incremento de la capacidad de producción de un 31,33 %, con un reflejo anual de 5,33%.

## Plan de ventas

Con la contribución del departamento de ventas, se pudo constituir el siguiente plan de requerimiento:

con ver sió n	Descripción	ene- 22	feb- 22	mar- 22	abr- 22	may- 22	jun- 22	jul-21	ago- 21	sep- 21	oct- 21	nov- 21	dic- 21	Total 2021
	Blanco 2Kg	27.58 9	20.57 8	22.13 0	24.89 0	28.68 2	28.04 0	28.04 0	29.1 80	28.9 98	23.4 30	29.3 40	29.3 40	<b>320. 237</b>
	Blanco 1Kg	21.97 1	15.89 4	17.21 5	18.33 0	21.25 0	24.09 8	24.39 8	23.4 98	25.3 50	23.0 50	27.0 00	25.0 00	<b>267. 055</b>
	Blanco 1/4Kg	1.781	2.082	2.100	2.210	2.560	2.600	2.600	2.60 0	2.60 0	2.60 0	2.60 0	2.60 0	<b>28.9 33</b>
	Blanco 1/2Kg	4.141	4.733	4.700	4.865	4.700	5.050	5.050	5.05 0	5.05 0	4.81 5	5.95 0	5.55 0	<b>59.6 54</b>
	Blanco 4@	331	191	240	240	291	291	291	291	291	291	291	291	<b>3.32 6</b>
	Blanco 5Kg	8.928	7.799	8.035	8.635	9.335	8.935	9.335	9.33 5	9.33 5	9.33 5	9.23 5	9.23 5	<b>107. 477</b>
	Crudo 2Kg	9.970	9.489	9.500	10.64 0	11.10 0	10.30 0	11.10 0	10.4 00	10.5 00	10.4 00	9.90 0	10.7 00	<b>123. 999</b>
	Crudo 1Kg	6.490	6.127	6.330	6.800	6.830	6.830	6.930	6.93 0	6.93 0	6.93 0	6.63 0	6.63 0	<b>80.3 87</b>
	Blanco 2Kg TARIKO	257	1.307	2.000	2.000	2.000	2.000	1.500	1.00 0	2.50 0	1.50 0	1.00 0	1.50 0	<b>18.5 64</b>
	Blanco 1Kg TARIKO	-	40	300	300	600	600	650	400	300	400	300	400	<b>4.29 0</b>
	Crudo 2Kg TARIKO	206	460	500	500	500	500	500	300	300	300	400	400	<b>4.86 6</b>
	Crudo 1Kg TARIKO	53	149	150	150	200	200	200	150	150	150	200	150	<b>1.90 2</b>
	Blanco Fardo 2Kg	303	445	1.800	1.500	1.000	1.050	850	1.10 0	1.30 0	1.20 0	1.20 0	1.20 0	<b>12.9 48</b>
	Blanco Fardo 1Kg	-	-	-	400	480	400	400	400	400	400	400	400	<b>3.68 0</b>
	Blanco Fardo 1/2Kg	52	(2)	300	250	100	50	100	50	50	50	50	50	<b>1.10 0</b>
	Blanco Fardo 5Kg	67	117	420	620	720	820	320	320	320	320	320	320	<b>4.68 4</b>

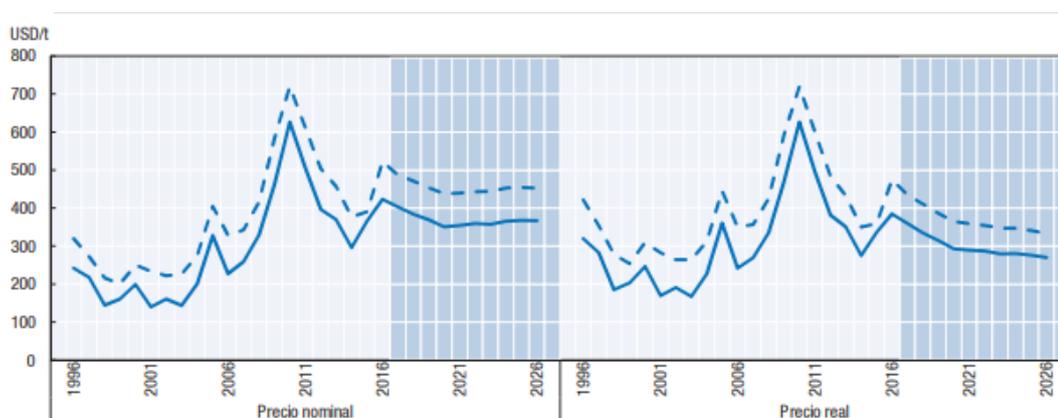
Crudo								1.00	1.30	1.20	1.20	1.20	14.8
Fardo 2Kg	646	759	2.050	2.100	1.100	1.100	1.200	0	0	0	0	0	54
Crudo													3.47
Fardo 1Kg	88	84	500	600	400	200	200	200	300	300	300	300	1
	49.16	62.30	22.68	27.74	25.63	27.68	30.23	32.5	26.6	27.6	32.5	32.3	397.
Blanco 50Kg	5	0	0	0	0	1	1	98	30	30	26	68	179
													1.28
Blanco	89.11	98.40	105.8	115.8	115.3	112.7	111.6	107.	113.	88.3	110.	112.	1.78
Especial 50 Kg	2	0	94	82	34	07	57	800	598	51	100	951	6
Refinado								1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	17.6
50Kg	1.300	695	1.460	1.400	1.450	1.450	1.650	0	0	0	0	0	55
refinado													
50K para									2.50				2.50
impalpable									0				0
													1.40
Crudo 50Kg	200	-	-	-	-	-	200	200	200	200	200	200	0
Crudo 50Kg										70.0			70.0
Exportación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	00	-	-	00
Blanco													
Especial 50Kg				35.00	35.00								70.0
Exportación	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	00
<b>TOTAL</b>	<b>222.6</b>	<b>231.6</b>	<b>208.3</b>	<b>265.0</b>	<b>269.2</b>	<b>234.9</b>	<b>237.4</b>	<b>234.</b>	<b>240.</b>	<b>274.</b>	<b>240.</b>	<b>242.</b>	<b>2.90</b>
	<b>50</b>	<b>46</b>	<b>04</b>	<b>52</b>	<b>62</b>	<b>02</b>	<b>02</b>	<b>452</b>	<b>552</b>	<b>502</b>	<b>792</b>	<b>435</b>	<b>1.94</b>
													<b>7</b>

*Tabla 10.- Plan de venta-anual*

**Elaborado por:** El autor

- **Análisis de la demanda- Factores externos**

El mercado azucarero en la actualidad se encuentra en equilibrio gracias a factores como el clima que permite que los insumos se encuentren de manera accesible logrando la estabilidad de los costos de producción, así como también el crecimiento poblacional influye directamente en la demanda del producto, por tal razón que resulta de vital importancia poner en manifiesto la fluctuación del mercado azucarero a través de una proyección de los precios nominales y precios reales del azúcar a nivel global, como lo demuestra la siguiente ilustración:



**Ilustración 16.-** Proyección de precios nominales y reales del azúcar a nivel global  
**Fuente:** (OCFE-FAO, 2017)

En base de lo que podemos observar en la Ilustración 16, los precios internacionales del azúcar se han mantenido con una tendencia el alta, teniendo un leve declive para los próximos años logrando una constante en sus precios a largo plazo. No obstante, esta proyección ser vera en dependencia de distintos aspectos, como condiciones climáticas, administraciones estatales, entre otros repercutiendo en el balance final de precios de productos.

- **Cálculo de la demanda mediante el método de suavización exponencial**

A través de este método de suavización exponencial, calcularemos el promedio de una serie de tiempo, confiriéndole a la demanda actual mayor consideración que la antigua demanda, es por tal razón que emplearemos la demanda del presente periodo 2021. Para dicho pronostico utilizaremos las siguientes ecuaciones:

<b>Modelo se Suavización Exponencial Simple</b>		
Meses	Ventas (X <sub>i</sub> )	Pronóstico con $\alpha = 0,5$ $= \alpha * X_t + (1-\alpha) * t$
1	222650	222650,00
2	231646	222650,00
3	280304	227148,00
4	265052	253726,00
5	269262	259389,00
6	234902	264325,50
7	237402	249613,75
8	234452	243507,88
9	240552	238979,94
10	274502	239765,97
11	240792	257133,98
12	243435	248962,99

*Tabla 11.- Pronostico demanda a través del modelo de suavización exponencial simple*

**Elaborado por:** El autor

- **Plan agregado de Producción**

Previo a poner en exhibición este plan, es fundamental especificar los principios de elaboración que fueron empleadas para realizar el estudio. El requerimiento total de azúcar asciende a una cantidad de 1'477.965 sacos.

---

**PLAN AGREGADO DE PRODUCCION**

---

Ingenio Azucarero

Demanda azúcar sacos 1'477.965sacos

---

*Tabla 12.- Premisas para Plan Agregado de Producción*  
**Elaborado por:** El autor

---

**PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN - AZÚCAR CRUDO QQ**

Mes Zafra	Azúcar sacos
Julio	249613,75
Agosto	243507,88
Septiembre	238979,94
Octubre	239765,97
Noviembre	257133,98
Diciembre	248962,99
<b>TOTAL</b>	<b>1'477,965</b>

---

*Tabla 13.- Plan Agregado de Producción*  
**Elaborado por:** El autor

- **Plan Maestro de Producción**

Así mismo como se efectuó en el apartado anterior primero se especificarán las premisas empleadas para el estudio y elaboración del plan.

---

## PLAN MAESTRO DE PRODUCCION

---

Ingenio Azucarero

Tonelada de caña a moler por día	1977270	Inicio:	03/07/2020
Rendimiento azúcar	225 lb/TM	Fin:	07/12/2020
Demanda azúcar saco	1'477965	Azúcar diaria	31.793 qq
		Crudo Fabrica	12.000 qq

---

*Tabla 14.- Premisas para Plan Maestro de Producción*

**Elaborado por:** El autor

### Dilucidación

La capacidad instalada que posee la azucarera puede hacer una molienda de hasta 14.000 toneladas de caña, no obstante, únicamente son molidas 13.000 toneladas por tanto posee un rendimiento de 225 lb de azúcar por tonelada de caña, obteniéndose diariamente 31.793 quintales de azúcar.

En los ingenios suele ser empleado el término “crudo fabrica”, el cual se refiere a un número máximo de producción diaria respecto a la azúcar cruda dispuesta en sacos de 50kg, siendo estos 12,000 quintales. Resulta primordial destacar el hecho que para elaborar el plan maestro de producción se ha hecho uso de información prestada en una zafra anterior, la misma que inicio el 03/07/2020 y concluyo el 07/12/2020

Acto seguido, se procede a presentar el PMP diario dispuesto para el azúcar al granel de azúcar de 50kg, durante los meses de zafra (Julio-diciembre).

		MPS AZUCAR CRUDO QQ			
	Día de Zafra	Fecha	Azúcar saco	Inventario	Total, diario
<b>AGOSTO</b>		01/07/2020			
		02/07/2020			
	1	03/07/2020	0	0	0
	2	04/07/2020	0	0	0
	3	05/07/2020	0	0	0
	4	06/07/2020	0	0	0
	5	07/07/2020	0	0	0
	6	08/07/2020	0	0	0
	7	09/07/2020	0	0	0
	8	10/07/2020	0	0	0
	9	11/07/2020	0	0	0
	10	12/07/2020	0	0	0
	11	13/07/2020	0	0	0
	12	14/07/2020	0	0	0
	13	15/07/2020	0	0	0
	14	16/07/2020	0	0	0
	15	17/07/2020	0	0	15,897
	16	18/07/2020	0	0	15,897
	17	19/07/2020	0	0	23,845
	18	20/07/2020	0	8,500	31,793
	19	21/07/2020	0	8,500	31,793
	20	22/07/2020	0	8,500	31,793
	21	23/07/2020	0	8,500	31,793
	22	24/07/2020	0	8,500	31,793
	23	25/07/2020	0	8,500	31,793
	24	26/07/2020	0	8,500	31,793
	25	27/07/2020	0	8,500	31,793
	26	28/07/2020	0	8,500	31,793
27	29/07/2020	0	8,500	31,793	
28	30/07/2020	0	8,500	31,793	
<b>TOTAL, JULIO</b>					<b>311,862</b>

**Tabla 15.- Plan Maestro de Producción por día de julio**

**Elaborado por:** El autor

			MPS AZUCAR CRUDO QQ		
	Día de Zafra	Fecha	Azúcar saco	Inventario	Total, diario
AGOSTO	29	01/08/2020	0	8,500	31,793
	30	02/08/2020	0	8,500	31,793
	31	03/08/2020	0	8,500	31,793
	32	04/08/2020	0	8,500	31,793
	33	05/08/2020	0	8,500	31,793
	34	06/08/2020	0	8,500	31,793
	35	07/08/2020	0	8,500	31,793
	36	08/08/2020	0	0	0
	37	09/08/2020	0	0	0
	38	10/08/2020	0	0	0
	39	11/08/2020	0	0	0
	40	12/08/2020	0	0	0
	41	13/08/2020	0	0	0
	42	14/08/2020	0	0	0
	43	15/08/2020	0	0	0
	44	16/08/2020	0	0	0
	45	17/08/2020	0	0	0
	46	18/08/2020	0	0	0
	47	19/08/2020	0	0	0
	48	20/08/2020	0	0	0
	49	21/08/2020	0	0	0
	50	22/08/2020	0	0	0
	51	23/08/2020	0	0	0
	52	24/08/2020	0	0	0
	53	25/08/2020	0	0	0
	54	26/08/2020	0	0	0
	55	27/08/2020	0	0	0
	56	28/08/2020	0	0	0
	57	29/08/2020	0	0	0
	58	30/08/2020	0	0	0
	59	31/08/2020	0	0	0
TOTAL, AGOSTO					<b>163,051</b>

Tabla 16.-Plan Maestro de Producción por día de agosto

Elaborado por: El autor

NOTA: En el mes de septiembre, no se elabora azúcar para aprovisionamiento local, por lo que la programación continua para el mes octubre.

		MPS AZUCAR CRUDO QQ			
	Día de Zafra	Fecha	Azúcar sacco	Inventario	Total, diario
<b>OCTUBRE</b>	91	01/10/2020	0	0	0
	92	02/10/2020	0	0	0
	93	03/10/2020	0	0	0
	94	04/10/2020	0	0	0
	95	05/10/2020	0	0	0
	96	06/10/2020	0	0	0
	97	07/10/2020	0	0	0
	98	08/10/2020	0	0	0
	99	09/10/2020	0	0	0
	100	10/10/2020	0	0	0
	101	11/10/2020	0	0	0
	102	12/10/2020	0	0	0
	103	13/10/2020	0	0	0
	104	14/10/2020	12,000	9,773	31,793
	105	15/10/2020	12,000	8,500	31,793
	106	16/10/2020	12,000	8,500	31,793
	107	17/10/2020	12,000	8,500	31,793
	108	18/10/2020	12,000	8,500	31,793
109	19/10/2020	12,000	8,500	31,793	
110	20/10/2020	4,087	8,500	31,793	
111	21/10/2020	0	8,500	31,793	
112	22/10/2020	0	8,500	31,793	
113	23/10/2020	0	8,500	31,793	
114	24/10/2020	0	8,500	31,793	
115	25/10/2020	0	8,500	31,793	
116	26/10/2020	0	8,500	31,793	
117	27/10/2020	0	8,500	31,793	
118	28/10/2020	0	8,500	31,793	
<b>TOTAL</b>			<b>272,035</b>	<b>76,087</b>	
<b>TOTAL, OCTUBRE</b>			<b>348,122</b>		

Tabla 17.-Plan Maestro de Producción por día de octubre

Elaborado por: El autor

			MPS AZUCAR CRUDO QQ		
	Día de Zafra	Fecha	Azúcar saco	Inventario	Total, diario
<b>NOVIEMBRE</b>	119	01/11/2020	0	8,500	31,793
	120	02/11/2020	0	8,500	31,793
	121	03/11/2020	0	8,500	31,793
	122	04/11/2020	0	8,500	31,793
	123	05/11/2020	0	8,500	31,793
	124	06/11/2020	0	8,500	31,793
	125	07/11/2020	0	8,500	31,793
	126	08/11/2020	0	8,500	31,793
	127	09/11/2020	0	8,500	31,793
	128	10/11/2020	0	8,500	31,793
	129	11/11/2020	0	8,500	31,793
	130	12/11/2020	0	8,500	31,793
	131	13/11/2020	0	8,500	31,793
	132	14/11/2020	12,000	8,500	43,793
	133	15/11/2020	12,000	14,274	43,865
	134	16/11/2020	12,000	10,000	43,793
	135	17/11/2020	12,000	8,500	42,293
	136	18/11/2020	12,000	8,500	42,293
	137	19/11/2020	12,000	8,500	42,293
	138	20/11/2020	4,087	8,500	34,38
	139	21/11/2020	0	8,500	30,293
140	22/11/2020	0	8,500	30,293	
141	23/11/2020	0	8,500	30,293	
142	24/11/2020	0	8,500	30,293	
143	25/11/2020	0	8,500	30,293	
144	26/11/2020	0	8,500	30,293	
145	27/11/2020	0	0	31,793	
146	28/11/2020	0	0	31,793	
147	29/11/2020	0	0	31,793	
148	30/11/2020	0	0	31,793	
149	01/12/2020	0	0	31,793	
<b>TOTAL, NOVIEMBRE</b>			<b>742,381</b>		

**Tabla 18.-Plan Maestro de Producción por día de noviembre**

**Elaborado por:** El autor

			MPS AZUCAR CRUDO QQ		
	Día de Zafra	Fecha	Azúcar saco	Inventario	Total, diario
<b>DICIEMBRE</b>	150	01/12/2020	0	0	31,793
	151	02/12/2020	0	0	31,793
	152	03/12/2020	0	0	31,793
	153	04/12/2020	0	0	31,793
	154	05/12/2020	0	0	31,793
	155	06/12/2020	0	0	31,793
	156	07/11/2020	0	0	21,281
	<b>TOTAL, DICIEMBRE</b>			<b>212,039</b>	

**Tabla 19.-Plan Maestro de Producción por día de diciembre**

**Elaborado por:** El autor

Tal como se pudo observar en las tablas existen semanas que a simple vista pareciera que, no habido producción, sin embargo, no significa esto, sino que son semanas en las que se producen otro tipo de azúcar. Inicialmente se desarrolló solamente para el azúcar de aprovisionamiento local debido a que figura como la clase de azúcar más requerida (sacos 50 Kg). Luego se procederá hacer el cálculo del plan maestro de producción para las otras clases de azúcar.

Para concluir se exhibe el plan maestro de producción por semana para la elaboración de azúcar para el aprovisionamiento local.

PLAN MAESTRO DE PRODUCCION-AZUCAR SACO												
MES	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE			
SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Azúcar saco	0	0	148,813	163,054	163,054	0	0	0	0	0	0	0
Total	<b>311,867</b>				<b>163,054</b>				<b>0</b>			

*Tabla 20.- Plan Maestro de Producción semanal julio a septiembre*

**Elaborado por:** El autor

PLAN MAESTRO DE PRODUCCION-AZUCAR SACO												
MES	OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Azúcar		22,02	163,05	163,05	186,34	179,07	174,34	202,55	212,04			
Granel	0	0	4	4	8	4	8	4	2	0	0	0
Total	<b>348,128</b>				<b>742,324</b>				<b>212,042</b>			

*Tabla 21.-Plan Maestro de Producción semanal octubre a diciembre*

**Elaborado por:** El autor

## **Diseño de escenarios**

Una vez que se ha realizado el PMP para la presentación de azúcar de 50kg, se vuelve posible el elaborar un escenario el cual permita observar cómo se perjudicaría toda la producción si se llegase a dar un suceso no deseado y poder actuar adecuadamente ante la situación presentada.

Siempre se debe tener presente que todo proceso productivo no es perfecto y que se debe considerar cualquier tipo de inconvenientes y asentar los cambios originados en el plan maestro de producción, para observar la repercusión generada en la producción por día. Asimismo, se tiene que realizar reportes sobre el problema para un día en particular.

Si únicamente se dispusiera de un plan agregado, el registro de los inconvenientes o problemas se vería imposible de realizar ya que solamente mostraría la producción de manera global

Por consiguiente, se elaborará el diseño de un escenario irregular, por tiempo perdido en el proceso productivo figurado en el mes de noviembre de la zafra 2020, tomando en consideración los reportes que fueron compartidos por el gerente productivo.

## **Delineación del escenario**

A través de la información proporcionada por el gerente de producción se conoce que el día 17 de noviembre del 2020, se dio un hecho inesperado en un conductor de bagazo, lo que originó una falla en un repuesto de dicha maquinaria. Una entrevista prestada por el gerente permitió conocer cuáles serían los casos presumibles, para con esta información planear el escenario y registrar dicho cambio en el plan maestro de producción.

1. Si la falencia se da en uno de los equipos del proceso de producción, implica una interrupción de la producción. Para estos fortuitos casos se tienen inventarios que protegen el proceso productivo, dicho en otras palabras, se mantiene un inventario de repuestos para equipos, que de darse una parada repercutiría en una parada de la producción de más de un 5%, que en inventario se vería traducido en alrededor de \$1'500.000. Por lo que siempre tratan de que los repuestos de importación se mantengan inventariados.
2. Si el problema se da en equipos que no forman parte del proceso productivo, exclusivamente la producción se ve reducida. En casos como esto ya existe una

previa identificación de proveedores zonales para repuestos de equipos indistinto del proceso.

Teniendo como referencia lo mencionado en el apartado anterior, se lo designo como el caso número uno, puesto que figuro una pérdida de tiempo de 14 horas con cinco minutos (para en la producción), tiempo en el que se debieron producir 13.076 sacos de azúcar concebida en relación con la programación, representando más de un 5% de lo proyectado para esta fecha 30% aproximadamente, de modo que se trata de una ruta crítica.

Además, se presentaron problemas eléctricos, que generaron pérdida de tiempo específicamente 29 minutos y por razones operativas otros 32 minutos, que, adicionados a las 14 horas anteriormente aludidas, se transforman en 15 horas y 10 minutos.

En base a lo mencionado se realizó un cambio en el plan maestro de producción, en las tablas que serán prescritas posteriormente, logrando observar la alteración en la planificación y el retraso generado en más 36 horas de zafra.

	Dia de Zafra	Fecha	MPS-QQ		Total, diario
			Azúcar granel	Inventario	
NOVIEMBRE	119	01/11/2020	23,293	8,500	31,793
	120	02/11/2020	23,293	8,500	31,793
	121	03/11/2020	23,293	8,500	31,793
	122	04/11/2020	23,293	8,500	31,793
	123	05/11/2020	23,293	8,500	31,793
	124	06/11/2020	23,293	8,500	31,793
	125	07/11/2020	23,293	8,500	31,793
	126	08/11/2020	23,293	8,500	31,793
	127	09/11/2020	23,293	8,500	31,793
	128	10/11/2020	23,293	8,500	31,793
	129	11/11/2020	23,293	8,500	31,793
	130	12/11/2020	23,293	8,500	31,793
	131	13/11/2020	23,293	8,500	31,793
	132	14/11/2020	23,293	8,500	31,793
	133	15/11/2020	17,519	14,274	31,793
	134	16/11/2020	21,793	10,000	31,793
	135	17/11/2020	21,429	10,000	31,429
	136	18/11/2020	9,081	10,000	19,081
	137	19/11/2020	21,793	10,000	31,793
	138	20/11/2020	21,793	10,000	31,793
	139	21/11/2020	21,793	10,000	31,793
140	22/11/2020	21,793	10,000	31,793	
141	23/11/2020	21,793	10,000	31,793	
142	24/11/2020	21,793	10,000	31,793	
143	25/11/2020	21,793	10,000	31,793	
144	26/11/2020	21,793	10,000	31,793	
145	27/11/2020	31,793	0	31,793	
146	28/11/2020	31,793	0	31,793	
147	29/11/2020	31,793	0	31,793	
148	30/11/2020	31,793	0	31,793	
149	01/12/2020	31,793	0	31,793	
TOTAL, NOVIEMBRE			<b>729,233</b>	<b>243,274</b>	972,507

Tabla 22.- Nuevo PMS por día del mes de noviembre/sacos

Elaborado por: El autor

	Dia de Zafra	Fecha	MPS-QQ			Total, diario
			Azúcar saco	Inventario	BD local	
DICIEMBRE	150	01/12/2020	31,793	10,000	0	31,793
	151	02/12/2020	31,793	10,000	0	31,793
	152	03/12/2020	31,793	10,000	0	31,793
	153	04/12/2020	31,793	6,000	0	31,793
	154	05/12/2020	31,793	0	0	31,793
	155	06/12/2020	31,793	0	0	31,793
	156	07/12/2020	31,793	0	0	31,793
	156	08/12/2020	2,564	0	0	2,564
	TOTAL, DICIEMBRE			<b>222,551</b>	<b>36,000</b>	

**Tabla 23.- Nuevo Plan Maestro de Producción por día de diciembre/tipo de azúcar**  
**Elaborado por:** El autor

	Dia de Zafra	Fecha	MPS-QQ			Total, diario
			Azúcar saco	Inventario	BD local	
<b>DICIEMBRE</b>	150	01/12/2020	31,793	10,000	0	31,793
	151	02/12/2020	31,793	10,000	0	31,793
	152	03/12/2020	31,793	10,000	0	31,793
	153	04/12/2020	31,793	6,000	0	31,793
	154	05/12/2020	31,793	0	0	31,793
	155	06/12/2020	31,793	0	0	31,793
	156	07/12/2020	31,793	0	0	31,793
	156	08/12/2020	2,564	0	0	2,564
	<b>TOTAL, DICIEMBRE</b>			<b>222,551</b>	<b>36,000</b>	

*Tabla 24.- Nuevo Plan Maestro de Producción por día de diciembre/tipo de azúcar*

**Elaborado por:** El autor

## CONCLUSIONES

Para finalizar la propuesta se puede concluir que los objetivos fueron conseguidos a cabalidad, cumpliendo y respondiendo fielmente a los objetivos mediante lo generado en la propuesta de manera que:

- A través del estudio efectuado se puede precisar que un plan maestro de producción se trata de una programación detallada en la que se constituye sacos producidos en periodos determinados. Un PMP perfectamente elaborado proporciona cimientos que permiten constituir responsabilidades con respecto al cliente, la manera de emplear eficientemente las capacidades de la planta, conseguir los propósitos tácticos o estratégicos, además brinda la capacidad de dar solución a negociaciones departamentales (producción y comercial)
- Las variables más útiles para el diseño del plan maestro de producción son la demanda, stocks de seguridad y el plan agregado de producción, ya que permiten realizar un balance de carga dispuesto ya sea en días o en semanas.
- Para el ingenio la implementación del plan resultaría beneficioso debido a que este puede convertirse en una planificación detallada capaz de proporcionar altos niveles de producción que ayudaría prominentemente en la reducción de costos operativos.
- Un buen plan es capaz de mejorar la competitividad del ingenio, ya que este es un instrumento que puede hacer diferenciación de costos y tiempo de respuesta.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer la implantación de un PMP no únicamente con el objetivo de reducir los costos productivos, sino con el objetivo de ir más allá de un simple hecho ya que podría ser capaz de hacer una planificación de requerimientos del capital humano, disminuir los niveles inventaríales y satisfacer niveles de servicios elevados.
- Lugo de ser implantado un MPS es recomendable que este sea verificado con frecuencias semanales mas no mensuales, para así poder adecuar los niveles de producción ante alguna eventualidad y hacer comparaciones entre la realidad y lo planificado, comprobando la exactitud del plan.
  - Es recomendable además la implementación de indicadores con los que se puedan medir desempeño y efectividad para conocer si el plan ha surtido efecto posteriormente a su implementación

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación Introducción a la metodología científica*. Caracas : EDITORIAL EPISTEME, C.A.
- Asensi Artiga, V., & Parra Pujante, A. (2002). "El método científico y la nueva filosofía de la ciencia". *Anales de Documentación*. Recuperado el 24 de 09 de 2021, de <https://www.redalyc.org/pdf/635/63500001.pdf>
- Cadena-Iñiguez, P., Rendón-Medel, R., Aguilar-Ávila, J., Salinas-Cruz, E., de la Cruz-Morales, F. d., & Sangerman-Jarquín, D. M. (2017). "Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales". *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1603-1617. Recuperado el 24 de 09 de 2021, de <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263153520009.pdf>
- Chapman, S. (2006). *"Planificación y Control de la Producción"* (Primera Edición ed.). Mexico: PEARSON EDUCACIÓN. Recuperado el 02 de 10 de 2021, de [https://www.academia.edu/10616305/1\\_Apoyo\\_General\\_LIBRO\\_planificacion\\_y\\_control\\_de\\_la\\_produccion\\_chapman\\_130315164550\\_phpapp02](https://www.academia.edu/10616305/1_Apoyo_General_LIBRO_planificacion_y_control_de_la_produccion_chapman_130315164550_phpapp02)
- Del Canto, E., & Silva Silva, A. (2013). "METODOLOGIA CUANTITATIVA: ABORDAJE DESDE LA COMPLEMENTARIEDAD EN CIENCIAS SOCIALES". *Revista de Ciencias Sociales*, 25-34. Recuperado el 24 de 09 de 2021, de <https://www.redalyc.org/pdf/153/15329875002.pdf>
- Gamut, L. T., & Durán, C. (2002). *Introducción a la lógica*. Buenos Aires, Argentina.: Eudeba. Obtenido de <http://pdfhumanidades.com/sites/default/files/apuntes/gamut-introduccc3b3n-a-la-lc3b3gica-l.pdf>
- Gómez, K. (2019). PROPUESTA DE UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE BLOQUES EN LA COMPAÑÍA RICPLACAN S.A. (*TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL*). UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, Guayaquil. Recuperado el 20 de Septiembre de 2021, de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/45030/1/GOMEZ%20CA%C3%91ARTE%20KAREN%20MICHELLE%20TESIS.pdf>
- Hamad R., & Gualda N. (2017). Modelagem de redes logísticas com custos de inventário calculados a partir da cobertura de estoque. *Produção*, 667-675.
- Hernández Sampier, R. (2004). *Metodología de la Investigación*. La Abana: Felix Varela.
- Hurtado León, I., & Toro Garrido, J. (2005). *PARADIGMAS Y METODOS DE INVESTIGACION en tiempos de*. Caracas: Impreso en Venezuela.
- Ibadango, J. (2017). (Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniera Industrial). *PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN A MEDIANO Y A CORTO PLAZOS EN LA INDUSTRIA DE LÁCTEOS SAN LUIS*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, Ibarra.

- Recuperado el 19 de 09 de 2021, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6675/1/04%20IND%20089%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Jaramillo Guasparutti, S. D. (2018). "Elaboración y evaluación de un proyecto de cultivo y comercialización de caña, como materia prima para la producción de azúcar, en la provincia del Guayas". *Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Comercial*. UNIVERSIDAD DEL AZUAY, Cuenca. Recuperado el 06 de 10 de 2021, de <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7573/4/13455.pdf>
- Josefa, R., & P. García, J. (2005). Evaluación de Sistemas para la Planificación y Control de la Producción. *Información Tecnológica*, 17(1), 19-34. Recuperado el 25 de Agosto de 2021, de [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642006000100004](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642006000100004)
- Labajo González, E. (2016). "El Método Científico". Recuperado el 24 de 09 de 2021, de <https://www.ucm.es/data/cont/docs/107-2016-02-17-El%20M%C3%A9todo%20Cient%C3%ADfico.pdf>
- Limón, R. R. (2006). *Historia y evolución del pensamiento científico*. México: Juan Carlos Martínez Coll. Obtenido de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2007a/257/7.3.htm>
- Mendoza Méndez, R. V., Dorantes Coronado, E. J., Cedillo Monroy, J., & Jasso Arriaga, X. (2017). "El método estadístico de análisis discriminante como herramienta de interpretación del estudio de adicción al móvil, realizado a los alumnos de la Licenciatura en Informática Administrativa del Centro Universitario UAEM Temascaltepec". *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*. Recuperado el 24 de 09 de 2021, de <https://www.redalyc.org/pdf/4981/498153999012.pdf>
- OCFE-FAO. (2017). *PERSPECTIVAS AGRÍCOLAS*. Recuperado el 06 de 10 de 2021, de <http://www.fao.org/3/BT088s/BT088s.pdf>
- OECD. (2021). *Agricultural Policy Monitoring and Evaluation 2021: Addressing the Challenges Facing Food Systems*. París, Francia: Publishing. Recuperado el 25 de Agosto de 2021, de <https://doi.org/10.1787/2d810e01-en>
- Pacheco De La Cruz, E. J. (2016). "PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN MENSUAL DE AZÚCAR DE LA EMPRESA CARTAVIO S.A.A ". *TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO, Trujillo. Recuperado el 02 de 10 de 2021, de <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/2291>
- Pacheco, E., & Mozo, C. (2016). (TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL). *PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN MENSUAL DE AZÚCAR DE LA EMPRESA CARTAVIO S.A.A*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO, Trujillo. Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/2291/Pacheco%20De%20La%20Cruz%20Erika%20Johanna%20MOZO%20MALQUI%20Claudia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reyes, R., Mula, J., Díaz, M., & Gutiérrez, E. (2017). Plan maestro de producción basado en programación lineal entera para una empresa de productos químicos. *REVISTA DE METODOS CUANTITATIVOS PARA LA ECONOMÍA Y LA EMPRESA*, 147-168. Recuperado el 09 de 19 de 2021, de <https://www.redalyc.org/pdf/2331/233154079005.pdf>

- Riquelme, S. F. (2009). *Cultura y pasado. El concepto de Historia de Johan Huizinga*. Obtenido de <https://www.revistalarazonhistorica.com/7-8/>
- Rivera Del Castillo, A. (Julio de 1980). Subproductos derivados de la industria azucarera. *CIENCIA Y SOCIEDAD*, V(2), 225-241. Recuperado el 25 de Agosto de 2021, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7494103.pdf>
- Romaní, F., Márquez, J., & Wong, P. (2010). "Uso de los métodos estadísticos en artículos originales de cinco revistas biomédicas peruanas. Periodo 2002-2009". *Revista Peruana de Epidemiología*, 153-160. Recuperado el 24 de 09 de 2021, de <https://www.redalyc.org/pdf/2031/203119666009.pdf>
- Sablón, N., Orozco, E., Lomas, C., & Montero, Y. (2018). Plan maestro de producción de una empresa textil. Caso de estudio de Imbabura, Ecuador. *Uniandes EPISTEME*, 448-462. Recuperado el 19 de Septiembre de 2021
- Sandoval Arriaga, F. M. (2016). "DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA MEJORA DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO EN EL SECTOR: INDUSTRIA AZUCARERA, UTILIZANDO LA HERRAMIENTA: "MPS (MASTER PRODUCTION SCHEDULE)", PARA LA MEJORA DE LA COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL". *Monografía presentada para optar al título de INGENIERO EN LOGÍSTICA Y DISTRIBUCIÓN*. UNIVERSIDAD DR JOSE, La Libertad. Recuperado el 02 de 10 de 2021, de <https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/05/ILD/002546-ADTESSD.pdf>
- Seehorn, A. (2012). *Métodos de investigación transversal*. Obtenido de Métodos de investigación transversal.: <https://www.geniolandia.com/>
- Selltiz, C. (1980.). *Métodos de investigación en las relaciones sociales*. Madrid: Stuart w. cook.
- Shuster, E., & Allen, S. (2008). Master Production Schedule Stability Under Conditons of Finite Capacity .
- Sipper, D., & Bulfin, R. (1988). *"Planeación y Control de la Producción."*. Mexico: McGraw-Hill. Recuperado el 02 de 10 de 2021, de [https://www.academia.edu/10997351/Daniel\\_Sipper\\_-\\_Planeaci%C3%B3n\\_y\\_Control\\_de\\_La\\_Producci%C3%B3n](https://www.academia.edu/10997351/Daniel_Sipper_-_Planeaci%C3%B3n_y_Control_de_La_Producci%C3%B3n)
- Tamayo y Tamayo, M. (2003). *El Proceso de Investigación Científica*. Mexico: LIMUSA, S.A. .
- Tigua Moreira, G. E., & Espinoza Solís, R. C. (2013). "ESTUDIO DE LA INDUSTRIA AZUCARERA Y SU IMPACTO EN EL DESARROLLO SOCIO-ECONÓMICO DEL CANTÓN MILAGRO". *PROYECTO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO COMERCIAL*. UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO, Milagro, Ecuador. Recuperado el 24 de 09 de 2021, de <http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/540/3/ESTUDIO%20DE%20LA%20INDUSTRIA%20AZUCARERA%20Y%20SU%20IMPACTO%20EN%20EL%20DESARROLLO%20SOCIO-ECON%20DEL%20CANT%20MILAGRO.pdf>
- Valdés Medina, F. E. (2019). *"Metodología de la Investigación"*. Mexico. Recuperado el 24 de 09 de 2021, de <https://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/105291/Metodolog%C3%ADa+de+la+Investigaci%C3%B3n+Unidad+II.pdf?sequence=1>

Valle, M., & Rolando, J. (2019). *Optimización del plan maestro de producción mediante la aplicación de técnicas metaheurísticas*. Recuperado el 25 de 8 de 2021, de [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9039/1/04 ind 149 trabajo de grado.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9039/1/04_ind_149_trabajo_de_grado.pdf)

Vásquez, O., & Manfredo, H. (2019). *Incremento de la productividad de azúcar utilizando variedades de caña de azúcar mejoradas y un modelo de gestión*. Recuperado el 25 de 8 de 2021, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=221212>