

Evis Manolo Turuy Coronado

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA “JUSTO A
TIEMPO” EN EL PROCESAMIENTO DE CAÑA DE AZÚCAR EN INGENIO
LA UNIÓN S.A., SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA



Asesor General Metodológico:

Ingeniero Agrónomo Carlos Moisés Hernández González

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, mayo de 2022

Informe final de graduación

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA “JUSTO A
TIEMPO” EN EL PROCESAMIENTO DE CAÑA DE AZÚCAR EN INGENIO
LA UNIÓN S.A., SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA



Presentado al Honorable Tribunal Examinador por:

Evis Manolo Turuy Coronado

En el acto de investidura previo a su graduación como Licenciado en
Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, mayo de 2022

Informe final de graduación

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA “JUSTO A
TIEMPO” EN EL PROCESAMIENTO DE CAÑA DE AZÚCAR EN INGENIO
LA UNIÓN S.A., SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, mayo de 2022

Esta tesis fue presentada por el autor, previo a obtener el título universitario de Licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables.

Prólogo

El presente trabajo de investigación es un requisito previo a optar al título universitario de Licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables, de conformidad con las disposiciones establecidos por la Universidad Rural de Guatemala.

El trabajo denominado propuesta de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, se llevó a cabo para proponer posibles soluciones a la problemática hallada, sobre el deficiente flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar, cuyo efecto ha generado incumplimiento de producción meta de azúcar, en los últimos cinco años.

Durante la elaboración del presente trabajo de graduación, se emplearon varios conocimientos adquiridos durante las diferentes etapas de estudio, este documento sirve como fuente de consulta para personas en general que estén interesadas en la temática de estudio, los resultados obtenidos pueden ser aplicados en otras empresas que tengan una problemática similar.

Con el fin de dar solución a la problemática antes descrita, se presentan los siguientes tres resultados que ayudarán a resolverla: Se cuenta con la Unidad Ejecutora "Ingenio La Unión, S.A.", se dispone de la propuesta de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar y se formula el programa de capacitación al personal.

Los tres resultados antes descritos, permitirán mejorar el flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar y, por consiguiente, se logrará cumplir con la producción meta de azúcar blanco en el ingenio arriba descrito, localizado en la costa sur.

Presentación

Como requisito establecido por Universidad Rural de Guatemala, previo a optar al título universitario de Licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables, se presenta el estudio sobre la propuesta de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, realizada durante los meses de enero a noviembre del año dos mil veintiuno.

Durante la elaboración del presente, se emplearon métodos entre los cuales se mencionan el Marco Lógico, que sirvió durante la elaboración del árbol de problemas y de objetivos, y el método científico para determinar la problemática.

El azúcar blanco en Guatemala constituye uno de los principales productos de exportación, es uno de los que crea mayores ingresos por concepto de divisas y genera miles de empleos, por tal razón existen muchos ingenios que procesan dicho producto muypreciado. Para la industria azucarera es importante ser eficiente en toda la cadena productiva, por tal razón se deben contar con directrices o lineamientos que ayuden a la mejora continua.

La investigación fue realizada en Ingenio La Unión que inició su operación 1969 – 1970, la cual inició como una empresa familiar que adquirió en 1,950 la finca Los Tarros, la cual contaba con un pequeño Trapiche.

El problema central encontrado es el deficiente flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión, S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, lo que ha ocasionado incumplimiento de producción meta de azúcar blanco, en los últimos cinco años; como resultado del estudio surge la presente propuesta, la cual está integrada por tres resultados, cuyo fin es dar solución a la problemática antes mencionada.

Índice general

No.	Contenido	Página
	Prólogo	
	Presentación	
I.	INTRODUCCIÓN.....	01
I.1.	Planteamiento del problema.....	02
I.2.	Hipótesis.....	03
I.3.	Objetivos.....	03
I.3.1	Objetivo general.....	03
I.3.2	Objetivo específico.....	03
I.4.	Justificación.....	04
I.5.	Metodología.....	05
I.5.1	Métodos.....	05
I.5.2	Técnicas.....	06
II.	MARCO TEÓRICO.....	09
III.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	72
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	79
IV.1	Conclusiones.....	79
IV.2	Recomendaciones.....	80
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

Índice de cuadros

No	Contenido	Página
01.	Taxonomía de la caña de azúcar	10
02.	Factores que afectan la meta de producción	24
03.	Limitantes de las metas de producción.....	25
04.	Características del flujo continuo	27
05.	Pasos para implementar el flujo continuo.....	28
06.	Niveles Sigma	40
07.	Los diez mandamientos del Kaizen	42
08.	Ejemplo de tarjeta (Kanban)	44
09.	Estrategias fundamentales del Lean Manufacturing	45
10.	Fases de implementación de las 5 S	47
11.	Beneficios del sistema Justo a tiempo	54
12.	Diferencias del modelo Justo a tiempo versus modelos tradicionales	56
13.	Herramientas necesarias para implementar el Justo a tiempo	60
14.	Despilfarros según Toyota	61
15.	Incumplimiento de producción meta en Ingenio La Unión S.A.....	73
16.	Superintendentes que conocen las causas del incumplimiento de producción meta de azúcar blanco.....	74
17.	Superintendentes que han buscado alternativas para cumplir la producción meta de azúcar blanco.....	75
18.	Jefes que han implementado la metodología Justo a tiempo en el procesamiento de caña de azúcar	76
19.	Jefes que consideran necesaria la metodología Justo a tiempo.....	77
20.	Jefes dispuestos a contribuir con las actividades de la metodología Justo a tiempo	78

Índice de diagramas

No	Contenido	Página
01.	Diagrama del proceso de elaboración de azúcar.....	21
02.	Productos y subproductos de la caña de azúcar	22
03.	Clasificación de los suplementos	31
04.	Metodología SMED	32
05.	Proceso de producción	34
06.	Sistemas de producción	35
07.	Variabilidad	37
08.	Las siete mudas o desperdicios	38
09.	La ruta base del Six Sigma.....	39
10.	El Ciclo de Deming	41
11.	Principios Kaizen	41
12.	Tipos de sistemas Jidoka.....	49
13.	Evolución de la gestión del mantenimiento.....	50
14.	Características básicas del TPM	51
15.	Puntos de vista de la filosofía Justo a tiempo.....	53
16.	Modelo de trabajo de Lean Manufacturing	57
17.	Producción y distribución Pull.....	58
18.	Manufactura flexible	59
19.	Objetivos del Justo a tiempo	61
20.	Logística empresarial	64
21.	Tipos de logística	65
22.	Modelo de dirección de la cadena de suministro	66
23.	La cadena de suministro	67
24.	Logística empresarial	68
25.	Motivos de retorno de mercadería	69

Índice de gráficas

No.	Contenido	Página
01.	Incumplimiento de producción meta en Ingenio La Unión S.A.....	73
02.	Superintendentes que conocen las causas del incumplimiento de producción meta de azúcar blanco.....	74
03.	Superintendentes que han buscado alternativas para cumplir la producción meta de azúcar blanco.....	75
04.	Jefes que han implementado la metodología Justo a tiempo en el procesamiento de caña de azúcar.....	76
05.	Jefes que consideran necesaria la metodología Justo a tiempo.....	77
06.	Jefes dispuestos a contribuir con las actividades de la metodología Justo a tiempo.....	78

Índice de figuras

No	Contenido	Página
01.	Raíz de caña de azúcar	11
02.	Tallo de la caña de azúcar	12
03.	Hoja de la caña de azúcar	13
04.	Estructura de la flor de caña de azúcar	14
05.	Jaula para transporte de caña de azúcar	15
06.	Molinos de azúcar	16
07.	Clarificador de jugo	17
08.	Evaporadores de múltiple efecto	18
09.	Tachos para cristalización	19
10.	Centrífuga	19
11.	Sistema de empuje y arrastre de las mercancías.....	70

I. INTRODUCCIÓN

El presente estudio denominado Propuesta de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, se elaboró como requisito establecido por Universidad Rural de Guatemala, previo a obtener el título universitario de Ingeniero Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables.

El estudio identifica la problemática deficiente flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar en el ingenio antes mencionado. La problemática descrita se debe a la ausencia de implementación de la metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar, lo que ha generado incumplimiento en la producción meta de azúcar blanco, en los últimos cinco años.

Al concluir el trabajo de graduación, se comprobó la hipótesis de estudio: “La baja producción de azúcar en Ingenio La Unión, S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, en los últimos cinco años, por deficiente flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar; es debido a la ausencia de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento”. El informe está integrado de la siguiente forma: prólogo y presentación. Luego los siguientes capítulos:

Capítulo I: Introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivo general y objetivo específico, justificación y metodología conformada por métodos y técnicas tanto para la formulación como para la comprobación de la hipótesis.

Capítulo II: Marco teórico, que comprende aspectos conceptuales formados por aspectos doctrinarios y legales. Capítulo III: Comprobación de hipótesis. Formado por cuadros y gráficas de los resultados obtenidos de las encuestas relacionados a la variable dependiente “Y” e independiente “X” con su respectivo análisis.

Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones. Luego: Bibliografía y anexos.

1.1. Planteamiento del Problema

La producción de azúcar a nivel mundial ha ido en aumento cada vez más, por tal razón es necesario que los ingenios azucareros tengan una eficiencia en cada parte de sus procesos, cada tiempo muerto repercute en gran manera en la cadena productiva, es importante la planificación y logística de las actividades importantes para la cosecha, la carga, el traslado y recepción de las materias primas.

En los últimos años, Ingenio La Unión, ubicado en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, ha tenido la problemática sobre el deficiente flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar, por lo que ha habido paros de producción innecesarios que han afectado la eficiencia productiva de la empresa y, por ende, no se ha alcanzado la meta de producción propuesta.

El problema anteriormente descrito ha generado incumplimiento en la producción meta de azúcar blanco y, por ende, falta de cumplimiento de contratos de entregas a clientes, por tal razón es necesario hacer un plan efectivo de producción, para tener un rendimiento aceptable y así poder cumplir con la demanda local e internacional.

La causa principal de la problemática encontrada es la ausencia de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar en el Ingenio descrito.

Para el año 2021 continuará el incumplimiento de producción meta de azúcar blanco en Ingenio La Unión, S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, sino se implementa la presente propuesta, la cual busca solucionar el deficiente de flujo continuo.

Al dar solución al problema mencionado, se logrará cumplir con la producción meta de azúcar en el ingenio.

I.2. Hipótesis

A través del Método del Marco Lógico, se elaboró el árbol de problemas, y se determinó la Variable Dependiente: Incumplimiento de producción meta de azúcar blanco en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, en los últimos cinco años. Así mismo la variable independiente: Ausencia de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

Con estas variables se elaboraron las siguientes hipótesis: “Incumplimiento de producción meta de azúcar blanco en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, en los últimos cinco años, por el deficiente flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar; es debido a la ausencia de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento”

¿Es la ausencia de implementación de la metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, por deficiente flujo continuo, la causante del incumplimiento de producción meta en los últimos cinco años?

I.3. Objetivos

Con el fin de solucionar la problemática hallada, se trazaron los siguientes objetivos:

I.3.1. Objetivo general

Cumplir con la producción meta de azúcar blanco en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

I.3.2. Objetivo específico

Mejorar el flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión, S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

I.4. Justificación

La cartera de clientes siempre espera recibir sus mercancías o productos en el tiempo, cantidad, calidad, precio y lugar preestablecido, una demora en la recepción puede causar pérdidas cuantiosas de toda índole, por tal razón, es necesario el cumplimiento de cada contrato de cualquier tipo para toda empresa, ya sea de bienes o servicios, o ambos.

Durante la presente investigación se detecta la problemática de deficiente flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar en ingenio localizado en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, que ha generado incumplimiento de producción meta los últimos cinco años, la causa principal del problema es la ausencia de la metodología Justo a tiempo.

Con el fin de solucionar la problemática que aqueja al ingenio, se elabora la siguiente “Propuesta de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla”, la cual está integrado por tres resultados y sus respectivas actividades, que posteriormente se describen.

De no aplicarse la presente propuesta según la proyección (anexo 8, análisis de datos de gráfica comparativa con y sin proyecto), continuará en aumento el incumplimiento de producción meta de azúcar blanco en el ingenio La Unión S.A., el cual alcanzaría los 8,298 sacos de 50 kgs de azúcar para el año 2025, lo que aumentaría el costo de producción actual y perjudica los intereses empresariales.

Por contrario, al implementarse la propuesta se obtendría un incumplimiento productivo de solo 1,919 sacos de 50 kgs de azúcar blanco para el mismo año, lo que traería un aumento de 6,379 sacos de 50 kgs en relación a la proyección sin proyecto, lo que ayudará a alcanzar los objetivos trazados.

I.5. Metodología

La metodología empleada la conforman procedimientos y técnicas que se aplican de manera sistemática para comprobar la hipótesis “El incumplimiento de producción meta de azúcar blanco en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, en los últimos cinco años, por el deficiente flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar; es debido a la ausencia de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento”.

I.5.1. Métodos

I.5.1.1. Métodos utilizados para la formulación de la hipótesis

a. Método Deductivo

Este método se empleó para formular conclusiones particulares, a partir de generalidades vistas durante la verificación de los procesos actuales del Ingenio La Unión, S.A., localizado en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla y que generan la problemática hallada.

b. Método del Marco Lógico

Con la ayuda de este método fue posible notar la relación lógica entre el problema encontrado, su causa y el efecto generado, lo cual permitió la diagramación del árbol de problemas y consecutivamente el árbol de objetivos, el medio de solución de la problemática, así como la formulación de la hipótesis de estudio, para posteriormente comprobarla.

I.5.1.2. Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis

a. Método Inductivo

Contrario al deductivo, este se empleó para llegar a conclusiones generales, se parte de antecedentes particulares para buscar la solución. Al separar el problema por partes y hacer un análisis particular, se llegó a las conclusiones para buscar posibles soluciones a la problemática encontrada.

b. Método estadístico y de análisis

Recabada la información de las boletas para comprobación de la hipótesis, se procedió a cuantificarla, tabularla, se graficaron y determinaron los parámetros que ayudaron a la comprobación de la hipótesis, así como la variable dependiente “Y” y la variable independiente “X”.

c. Método de síntesis

Posterior a la interpretación de los datos obtenidos en el trabajo de campo, se procedió a obtener las conclusiones y recomendaciones finales del presente trabajo de investigación. Se resume toda la extracción de datos de manera lógica y entendible para la presentación de los mismos.

I.5.2. Técnicas

Se emplearon así mismo, técnicas que ayudaron a formular y comprobar la hipótesis de estudio.

I.5.2.1 Técnicas empleadas para la formulación de la hipótesis

a. Observación directa

Durante las visitas realizadas al ingenio ubicado en Santa Lucía Cotzumalguapa, se logró observar el problema central, deficiente flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar, debido a la falta de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento y se realizaron las conclusiones respectivas.

b. Lluvia de ideas

Técnica de resolución de problemas grupal cuya finalidad es determinar las causas de la problemática central encontrada. Cabe hacer mención que ninguna idea generada fue desechada inicialmente, se convocó a los involucrados en el proceso investigado, para conocer el punto de vista referente al tema tratado, se escucharon alternativas para solución de la problemática y se llegó a identificar el efecto y causa.

c. Investigación documental

Empleada en la recopilación o selección de la información confiable, concerniente al tema de investigación, los documentos fidedignos consultados forman parte del marco teórico y son citados dentro del estudio con su respectiva fuente. Se recurrió tanto a libros, revistas, proyectos, tesis, donde se realizaron estudios similares a la temática.

d. Entrevista

Se realizaron entrevistas al personal, con el objeto de tocar temas relevantes para formular y plantear la hipótesis de estudio, fue necesario realizar visitas al ingenio, para ejecutar el trabajo de campo que consistió en recopilar información, tabularla y presentarla de manera ordenada antes de emitir los juicios respectivos.

I.5.2.1 Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis

a. Censo

Para la comprobación de la variable dependiente Y o efecto, se empleó censo a tres superintendentes (departamento de Corte Alce y Transporte, departamento de Producción y Departamento de Fabricación de Ingenio La Unión S.A).

También para comprobar la variable independiente X o causa principal, se empleó censo a cuatro jefaturas (Planificación de cosecha, Transporte, Cosecha y Fabricación), para tener una certeza del 100% de información obtenida de la población objeto, dado que los elementos eran limitados (menores a 35 elementos).

b. Encuestas

Se emplearon dos encuestas para obtener información del personal, para la toma de decisiones; la primera encuesta para comprobar la variable dependiente Y o efecto, fue planteada a tres superintendentes arriba descritos y la segunda para la comprobación de la variable independiente X o causa, planteada a cuatro jefaturas descritas en el párrafo anterior.

c. Técnica de análisis

Se empleó dicha técnica para analizar los datos obtenidos con la finalidad de alcanzar los objetivos del estudio y comprobar la hipótesis final, todos los datos fueron sintetizados.

d. Coeficiente de correlación

Sirvió como medida para conocer el grado de asociación lineal entre las variables cuantitativas (X, Y). Se tomó como base el incumplimiento en la producción meta generado entre los años 2016 a 2020, el resultado del cálculo del coeficiente de correlación fue de 0.92, el cual está dentro de los parámetros de aceptación establecidos $r = (\geq \pm 0.8, \leq \pm 1)$.

e. Ecuación lineal de la recta

Por medio de esta técnica, se demostró el comportamiento lineal del efecto generado durante los años 2016 a 2020, donde se evidencia el incumplimiento anual en la producción meta en sacos de 50 kg; posteriormente se consiguió proyectar el efecto para los siguientes cinco años (2021 a 2025).

II. MARCO TEÓRICO

El marco teórico exhibe toda la teoría que fundamenta el presente proyecto de investigación.

Durante la elaboración fue necesario acudir a información documental confiable. Está integrado por aspectos doctrinarios, en los que incluyen los aspectos legales. Los doctrinarios incluyen toda la teoría que se ha escrito anteriormente sobre el tema y los legales, son un conjunto de leyes que se deben de cumplir.

II.1. Caña de azúcar

II.1.1. Concepto

Saccharum officinarum L., habitualmente conocida como caña de azúcar, cañaduz o simplemente caña, es una especie de planta perteneciente a la familia de las gramíneas.

II.1.2. Historia

Según Subirós (1995), existen muchas teorías respecto al origen de la caña de azúcar, sin embargo, no se conoce a ciencia cierta su origen, aunque se especula que se originó en la región de la India, China, Nueva Guinea y zonas aledañas.

La especie *Saccharum officinarum* constituyó parte de la dieta de civilizaciones primitivas alrededor de 3000 años a.C., la cual se mascaba para extraer e ingerir el jugo, también fue empleada antiguamente con fines medicinales.

La India es considerada como el primer centro de explotación comercial de la caña, donde se fabricó el azúcar. Se cree que fue Cristóbal Colom durante su segundo viaje al nuevo continente en 1493, quien introdujo la caña de azúcar al continente americano, específicamente a la isla La Española, hoy República Dominicana y Haití, la cual posteriormente se propagó al resto de América.

II.1.3. Taxonomía

La clasificación de las variedades ha sido objeto de estudio de muchos taxónomos y aún quedan aspectos por estudiar y especificar, en la siguiente tabla se describe el respectivo orden taxonómico del cultivo de caña de azúcar.

Cuadro 1. Taxonomía de la caña de azúcar

División	<i>Embryophita siphonogama</i>
Sub división	<i>Angiospermea</i>
Clase	<i>Monocotyledoneae</i>
Orden	<i>Glumiflorae</i>
Familia	<i>Gramineae</i>
Tribu	<i>Andropogonae</i>
Sub tribu	<i>Saccharae</i>
Género	<i>Saccharum</i>

Fuente: Subirós, 1995.

II.1.4. Morfología

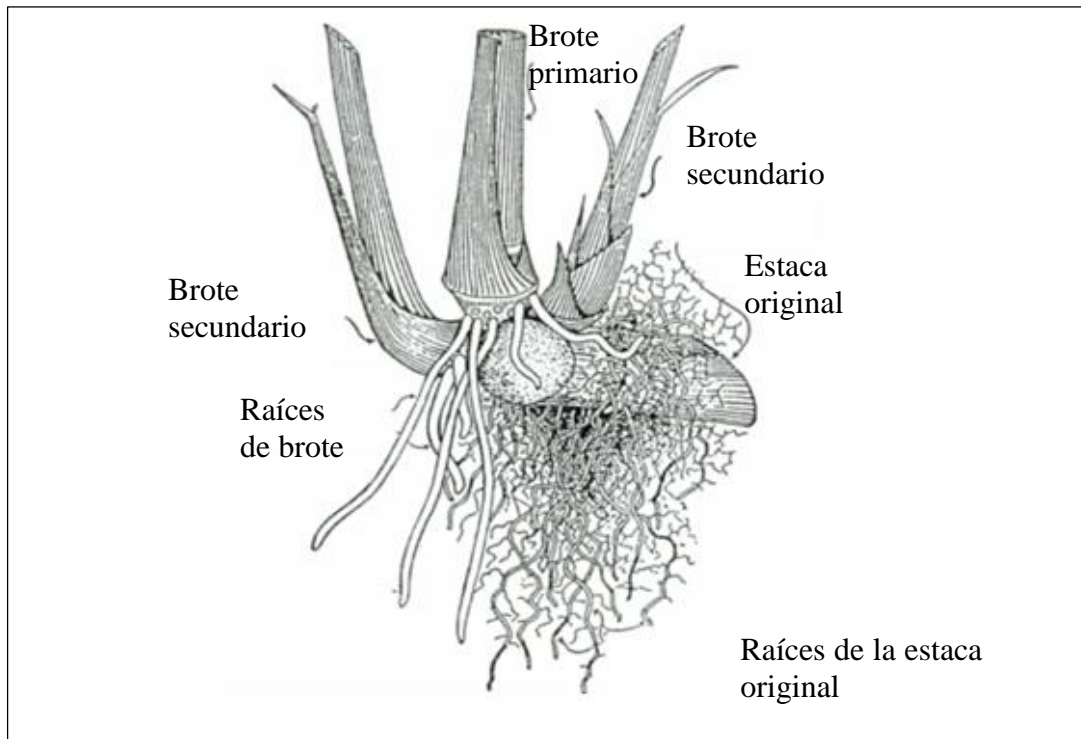
Al igual que otras plantas, la caña de azúcar está constituida por raíces, tallos, hojas y flores, los cuales se describirán de manera resumida en los siguientes párrafos.

a. Raíces

“La función principal del sistema radical es la de absorber agua y sales minerales, proporcionar anclaje y almacenar materiales de reserva” (Subirós, 1995) pág.: 19.

La caña de azúcar tiene raíces adventistas de dos tipos, las primordiales y las permanentes. Es el órgano más importante, puesto que allí se almacenan los azúcares; el número, diámetro, color y hábito de crecimiento dependen de la variedad. En la siguiente figura se muestran las partes de la raíz de la caña de azúcar.

Figura 1. Raíz de caña de azúcar



Fuente: Subirós, 1995.

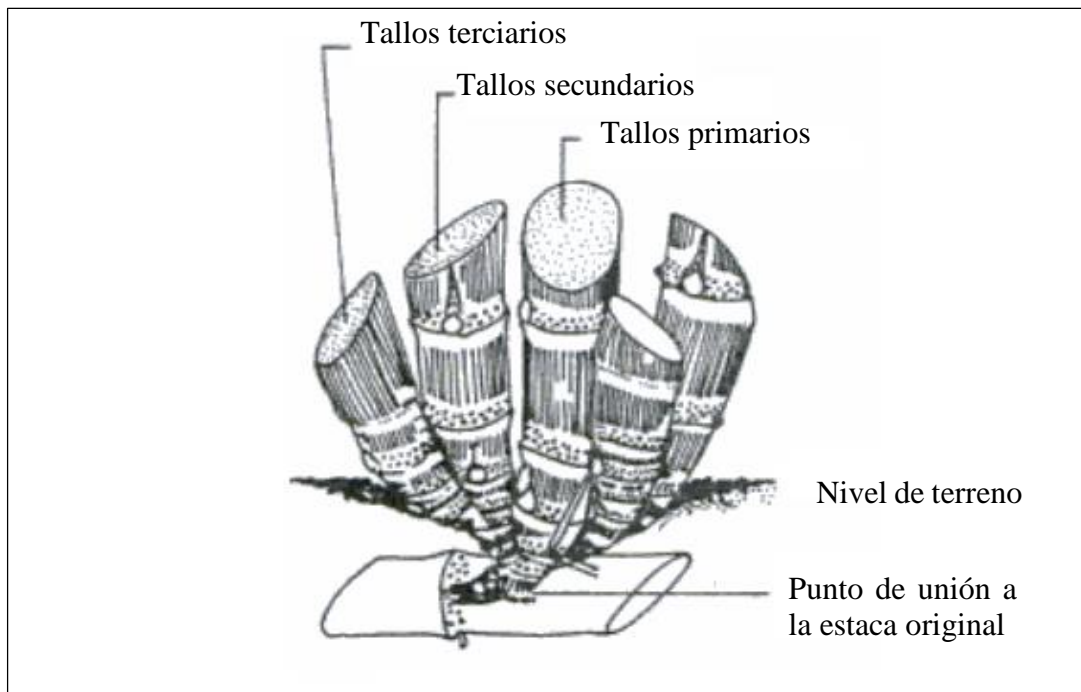
b. El tallo

El tallo de la caña de azúcar es el órgano de mayor importancia, debido a que en este se almacenan todos los carbohidratos producto de la fotosíntesis de la planta, el tallo es de donde se extrae el jugo que luego de procesos industriales, se convierte en azúcar.

Según Subirós (1995), los tallos están conformados por nudos y entrenudos, en cada nudo está inserta una hoja, que generalmente están distribuidas en forma alterna en cuya axila se encuentra localizada la yema. El color del tallo depende de la especie o variedad de caña, sin embargo, se pueden apreciar colores tales como el común verde, amarillo, rojizo, morado u otras combinaciones causadas por pigmentos como la xantofilas, antocianinas, carotenos y clorofila.

La caña posee tallos primarios, tallos secundarios y tallos terciarios, como se muestran en la siguiente figura:

Figura 2. Tallo de la caña de azúcar



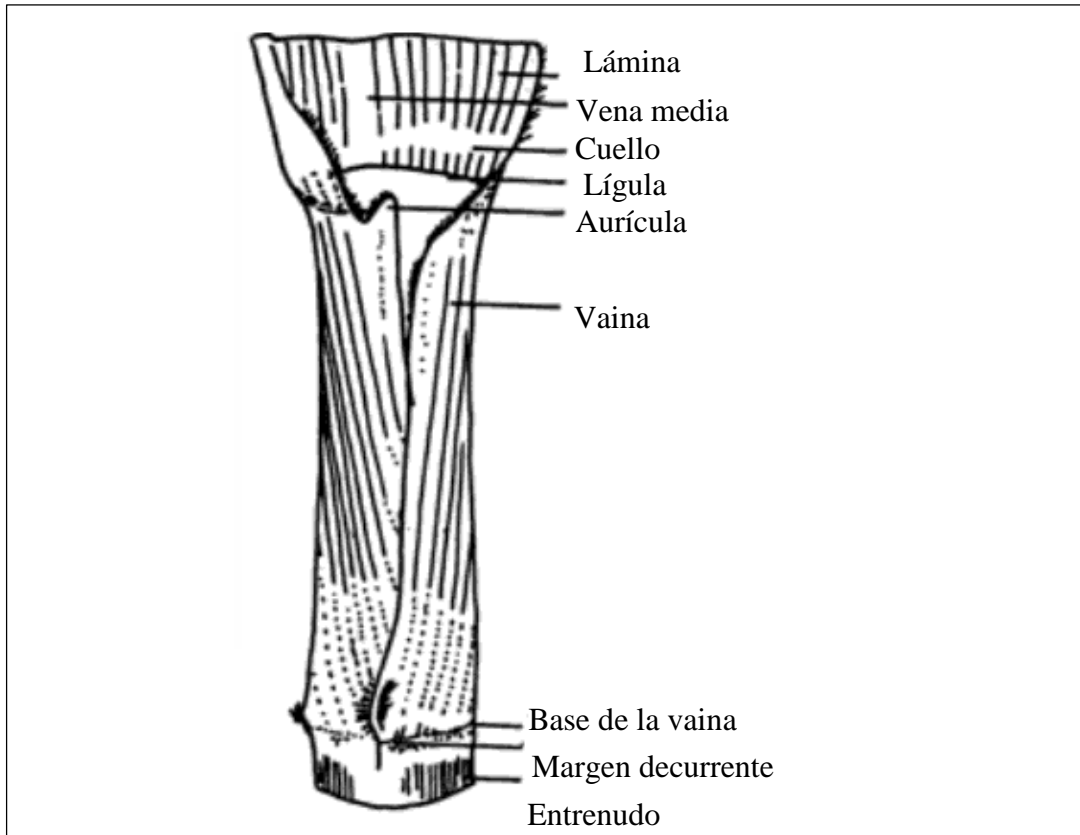
Fuente: Subirós, 1995.

c. Hojas

“La hoja es un órgano especializado cuya función es la de llevar la fotosíntesis, que es el proceso mediante el cual los cloroplastos convierten la energía lumínica en energía química” (Subirós, 1995) pág.: 29.

Las hojas de la caña de azúcar están insertadas en cada nudo, tienen un arreglo alterno y están constituidas por las siguientes partes: la lámina, la nervadura central, la vaina, la lígula, la aurícula. En la siguiente figura, se puede apreciar cada una de las partes que integran la hoja de caña de azúcar, cabe resaltar la importancia que tiene este órgano en la planta.

Figura 3. Hoja de la caña de azúcar



Fuente: Subirós, 1995.

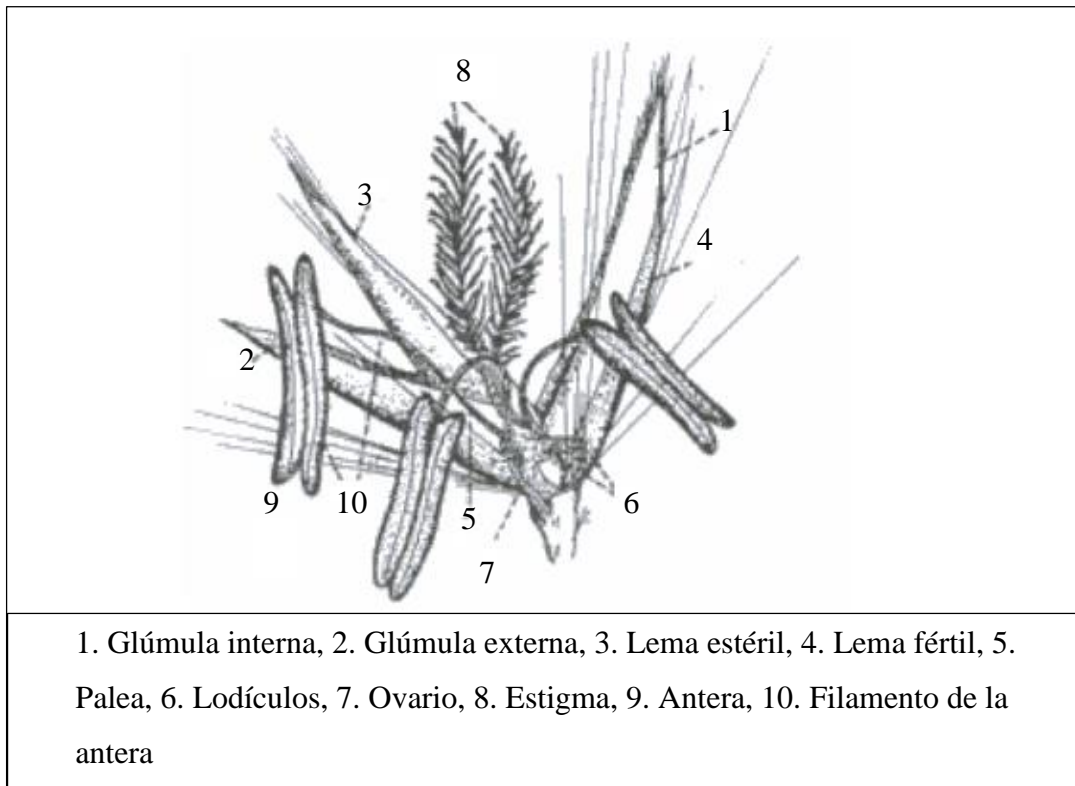
d. Flor

En la parte superior del tallo, se encuentra la inflorescencia que en ocasiones puede ser la clave para identificar una variedad en la caña de azúcar, fue descrita por Soltwedel en Java en el año de 1988. Es una panícula sedosa que se conoce como espiga, varía de longitud de 20 a 60 cm. Lo más llamativo en las inflorescencias de la caña de azúcar son los pelos largos y sedosos que salen de la base de las espiguillas (Rivera, 2008).

Las glumas poseen nervios poco marcados y largas vellosidades en su dorso. Tienen tres estambres con filamentos largos y anteras versátiles, biloculares, dehiscentes con dos hendeduras longitudinales

En el momento que se presenta una serie de condiciones fisiológicas y ambientales, se producen cambios a nivel de meristemo; así se modifica el patrón de crecimiento vegetativo y reproductivo, en áreas tropicales y subtropicales como el sur de Guatemala, con condiciones de climáticas favorables para la floración natural de la caña, la sucesión de los diferentes estados es permanente, una vez que el tallo forma la primordial floral, el desarrollo y diferenciación prosiguen hasta alcanzar el completo desarrollo y la emergencia.

Figura 4. Estructura de la flor de caña de azúcar



Fuente: Subirós, 1995.

II.2. Proceso del azúcar

Para evaluar las necesidades apremiantes en el Ingenio La Unión, se realizó un recorrido por la empresa, se analiza cada sección del proceso de fabricación del azúcar blanco, a continuación, en los párrafos se describe de manera general dicho proceso.

II.2.1. Preparación de la caña y molienda

Toda la caña cortada se traslada al Ingenio por medio de camiones con jaulas, los cuales transportan la caña a granel, aunque en otros casos es atada con cadenas para formar maletas que son trasladadas en camiones con plataformas. Posteriormente la caña es sometida al proceso de prelavado para eliminar el polvo, luego es descargada hacia las mesas alimentadoras, por medio de descargadores móviles hidráulicos.

Figura 5. Jaula para transporte de caña de azúcar



Fuente: Lemus, 2003.

En las mesas alimentadoras se aplica agua para lavar y dosificar la caña de azúcar a los conductores, éste es el punto inicial del proceso de fabricación del azúcar blanco. Durante este proceso se toman muestras representativas de las unidades para determinar su calidad, dicho muestreo dependerá de la cantidad de caña que ingresa por hora.

Posteriormente se descarga la caña a los conductores, en los cuales es preparada para la molienda por medio de picadoras, las cuales la cortan en astillas pequeñas por medio de cuchillas giratorias.

La caña se prepara para facilitar la extracción de jugo, a fin de lograr una mayor capacidad de molienda, se hace pasar por un tándem de molinos de masas o rodillos de acero fundido enflechadas con un eje también de acero. Al entrar la caña al primer molino se obtiene la primera extracción, que contiene la mayor cantidad de sólidos disueltos y la más alta pureza. A medida que se extrae en los demás molinos el jugo, la pureza disminuye en virtud de que se obtienen otros componentes no deseados como azúcares no cristalizables, ceras, gomas, ente otros.

Figura 6. Molinos de azúcar



Fuente: Ingenio Santa Ana., 2018.

Durante la extracción del jugo se genera el bagazo de caña, el cual es empleado para muchos usos, tales como, generación de energía eléctrica, fabricación de etanol, elaboración de papel, elaboración de cartón, como combustible, entre otros.

II.2.2. Pesado de jugo y clarificación

El jugo diluido extraído de la molienda se pesa en básculas con celdas de carga para saber la cantidad de sacarosa que contiene, comúnmente este jugo contiene un pH de 5.2, el cual es tratado con cal para elevar su pH y disminuir las pérdidas de sacarosa.

“La clarificación del jugo se da por sedimentación, los sólidos no azucares se precipitan en forma de lodo llamado cachaza y el jugo claro queda en la parte superior. Este jugo sobrante se envía a los evaporadores” (Peñalver, 2013) pág.: 7.

En la siguiente figura se muestra una fotografía de un clarificador de jugo del Ingenio Santa Teresa S.A.

Figura 7. Clarificador de jugo



Fuente: Ingenio Santa Teresa S.A., 2018.

II.2.3. Evaporación

Luego de la clarificación, el jugo pasa a los evaporadores, que funcionan al vacío para facilitar la ebullición a menor temperatura. El jugo claro contiene casi la misma composición del jugo crudo extraído, este se recibe en los evaporadores con un porcentaje de sólidos solubles entre 10-12% y se obtiene una meladura con una concentración aproximada de sólidos solubles del 55-60%. La estación de evaporación consta de un evaporador principal que recibe el nombre de preevaporador y cuatro líneas de evaporadores en arreglo de cuádruple, cada línea de evaporación está provista de instrumentación y equipos de control.

El proceso de evaporación, tal como su nombre lo indica, se realiza en evaporadores de múltiples efectos al vacío, que consisten en una solución de celdas de ebullición dispuestas en serie. En la siguiente figura se muestra un evaporador de múltiple efecto, empleado en la industria azucarera.

Figura 8. Evaporadores de múltiple efecto



Fuente: Ingenio Santa Teresa S.A., 2018.

II.2.4. Cristalización

El cocimiento de la sacarosa que contiene el jarabe se lleva a cabo en tachos al vacío, estos cocimientos, producirán azúcar crudo para producción animal o azúcar blanco y/o refinado para consumo humano. La cristalización tiene como objetivo principal almacenar las masas cocidas y pasar con la consistencia debida a la centrifugación y controlar agotamiento de masas.

“La cristalización se realiza en tachos y el material resultante que contiene líquido (miel) y cristales (azúcar) se denomina masa cocida. Este proceso se lleva a cabo en tres etapas para lograr concentración de sacarosa” (Peñalver, 2013) pág.: 8.

Figura 9. Tachos para cristalización

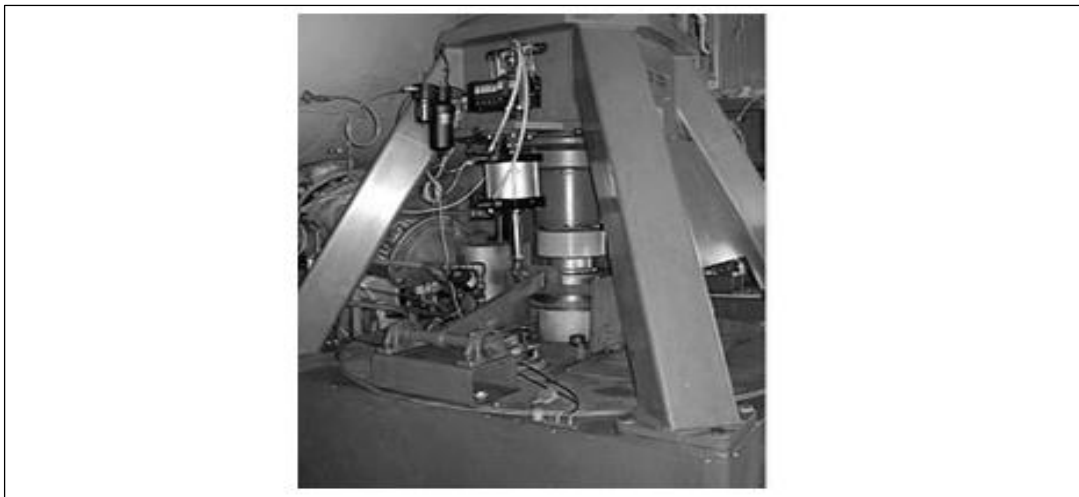


Fuente: Ingenio Santa Teresa S.A., 2018.

II.2.5. Centrifugación

Los cristales de azúcar se separan de la miel restante en las centrifugas, que son equipos cilíndricos que giran a gran velocidad. La miel pasa a través de las telas, mientras los cristales quedan atrapados dentro de las centrifugas y luego se lavan con agua (Salazar, 2017) pág.: 8.

Figura 10. Centrifuga



Fuente: fotografía tomada por el autor, 2020.

“Las mieles pueden volver a los tachos o bien se procesan por terceros en destilerías para la producción de alcohol. El azúcar pasa entonces al proceso de secado y enfriado” (Salazar, 2017) pág.: 8.

II.2.6. Secado

Durante el proceso de centrifugado se emplea agua de condensado para lavar el azúcar, lo que da como resultado humedades que oscilan entre 0,3 % y 0,6 %, por tanto, es necesario pasarla por un proceso de secado para alcanzar los niveles de humedad adecuados, que oscilan entre 0,2 % para azúcar crudo y 0,03 % para azúcares blancos, se seca con aire caliente, se clasifica según el tamaño del cristal y se almacena en silos para su posterior envasado.

II.2.7. Almacenaje

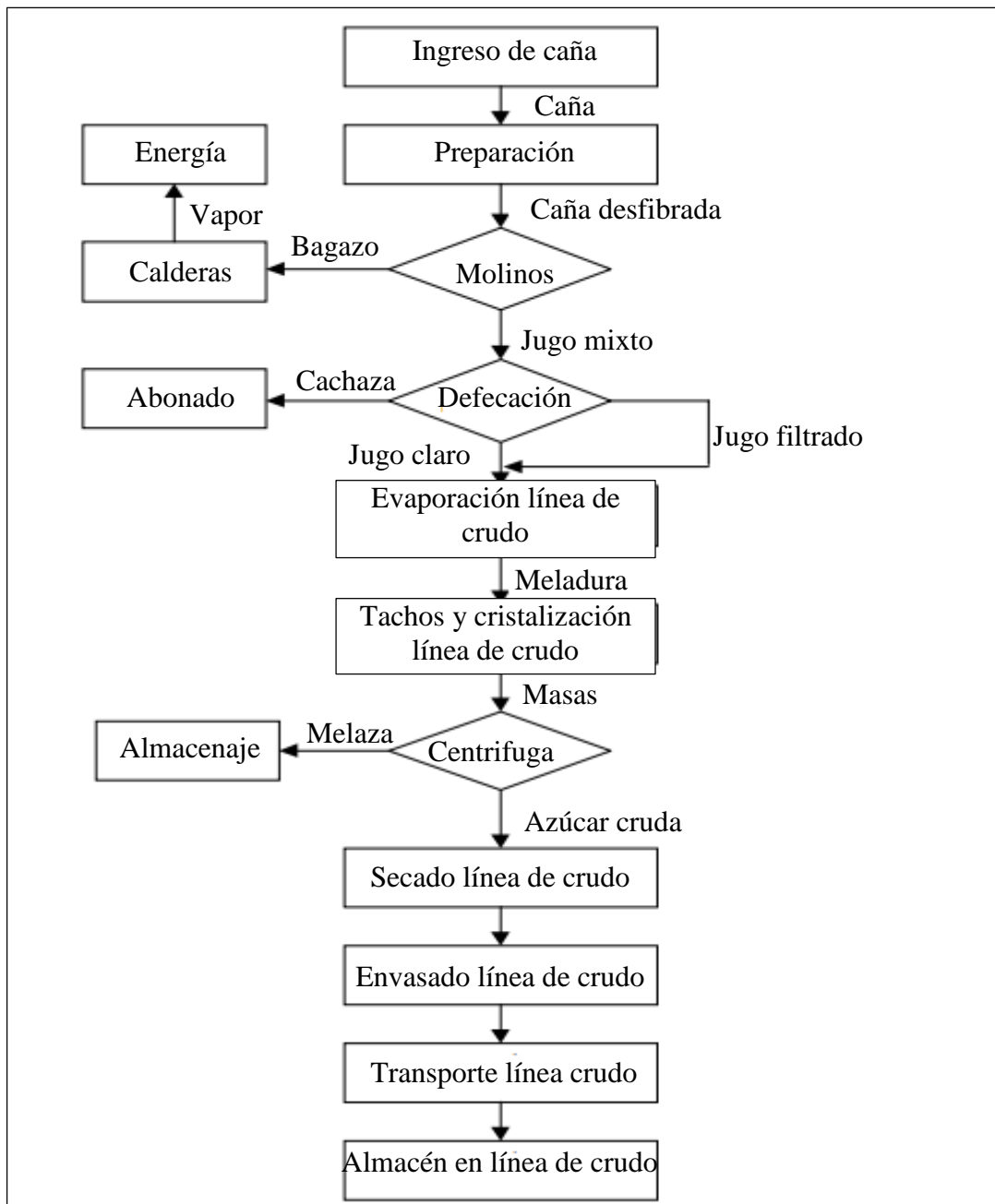
Para almacenar azúcar crudo generalmente se utiliza bodegas de granel o silos y es llevada por medio de un sistema de conductores o transportadores de faja, cadenas o de banda, en algunos ingenios se utilizan sacos de polipropileno (Nylon) de 50 kilogramos, o los denominados jumbos (big bags) que tienen capacidad de almacenaje de 1,000 kilogramos cada uno, aunque este último tipo de envase es más exclusivo para el caso de azúcar blanco.

Otra forma muy tradicional de almacenaje en los ingenios de menor tamaño en Guatemala, es armar o realizar estibas de diferentes dimensiones dentro de las bodegas respectivas

Cabe resaltar que se deben tener en consideración todas las condiciones adecuadas para el almacenaje del azúcar, cualquiera que sea su presentación, que faciliten su ingreso, traslado hacia producción, resguardo, egreso y, sobre todo, que conserven sus características producto, se deben tomar en cuenta las buenas prácticas de almacenamiento.

En la siguiente figura, se presenta de manera general, el diagrama del proceso de elaboración de azúcar.

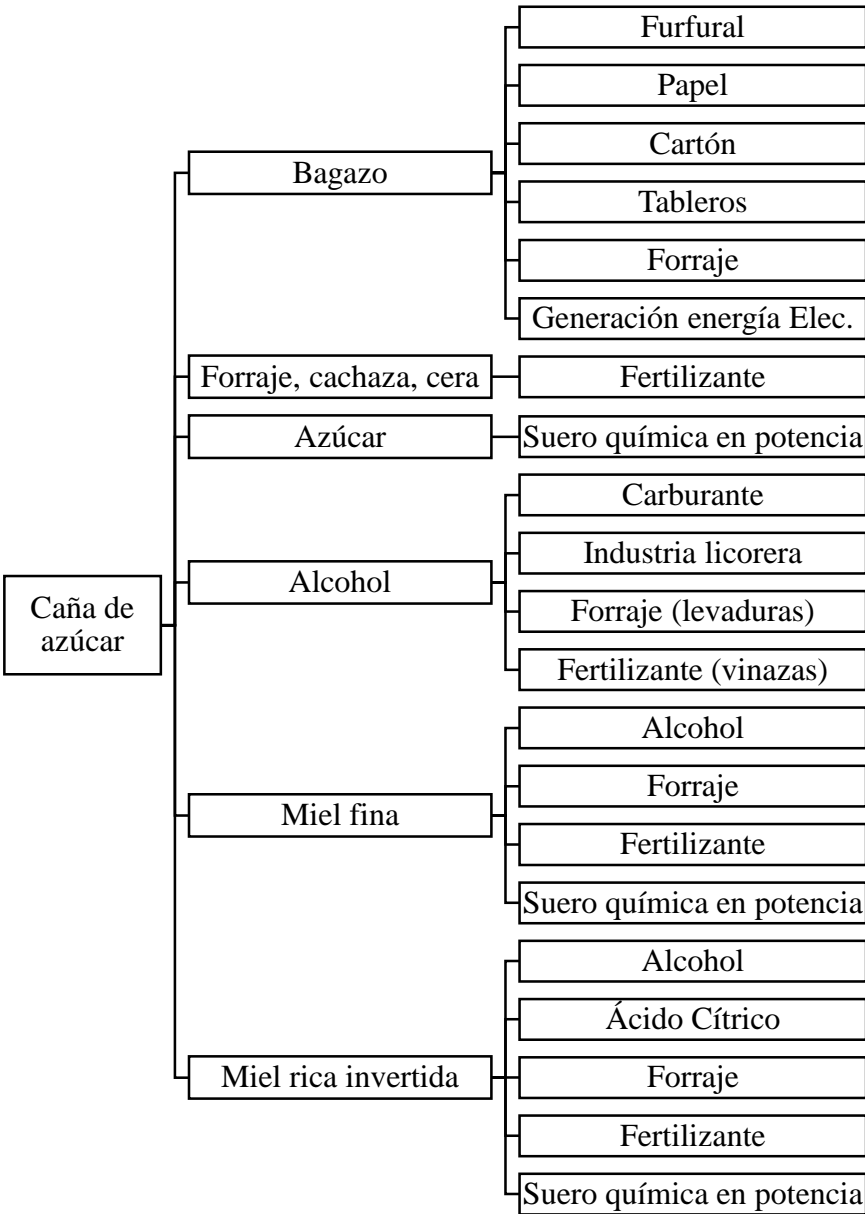
Diagrama 1. Diagrama del proceso de elaboración de azúcar



Fuente: Peñalonzo, 2004.

La versatilidad de la composición de la caña de azúcar es enorme, aparte de la misma azúcar, se producen entre 50 o más derivados o subproducto, es componente para otros usos, tales como elaboración de papel, cartón, alcohol, forrajes, fertilizantes, entre otros, los cuales son descritos en la ilustración siguiente:

Diagrama 2. Productos y subproductos de la caña de azúcar



Fuente: Subirós, 1995.

II.3. Producción meta

Al inicio de cada zafra o cosecha, las empresas agroindustriales proyectan la producción a obtener, estas deben ser medibles y alcanzables desde todo punto de vista y es de importancia vital poder alcanzarlas. Es así como existen metas de ingresos, de rentabilidad, de costos, de gastos, de satisfacción, de servicio al cliente, de clima laboral, de producción, de ventas, de crecimiento, entre otras.

Igualmente, las metas deben tener un plazo de tiempo en el cual se debe cumplir o alcanzar, comúnmente es de un año en adelante. Las metas de producción están relacionadas con la capacidad productiva de la empresa o las ventas de sus productos. Cada retraso o tiempo muerto, serán contraproducentes, por lo tanto, serán un impedimento para alcanzar los objetivos o metas productivas.

II.3.1. Mejora de producción para alcanzar las metas

Existen herramientas de trabajo que permiten mejorar la producción, son técnicas que deben implementarse en cada sección de la empresa para tener un mejor rendimiento, dentro de estas herramientas pueden mencionarse; la mejora continua, las 5 eses, herramienta SMED, mantenimiento productivo total, entre otros.

“Actualmente, se evidencia de casos en aspectos industriales donde se confirma que la mejora continua puede tener una gran influencia en el incremento del rendimiento y además no requiere mucha inversión de capital” (Mendoza, 2021) pág.: 15.

II.3.2. Variables

Existen varios factores que interfieren en el alcance de las metas empresariales, variables que, si no son tomadas en cuenta en su momento, inciden directamente en la cadena productiva y en el costo de producción, tales como; falta de flujo continuo en producción, tiempos muertos, mantenimientos correctivos, cuellos de botella, suplementos varios, entre otros.

La función de producción de una empresa y las constantes funciones de costos dependen de la naturaleza del proceso productivo y del diseño físico de producción.

La meta de producción se ve limitada por algunos factores, tales como:

Cuadro 2. Factores que afectan la meta de producción

1.	Fuerza de trabajo	Selección y ubicación en puestos Capacitación Diseño de puestos de trabajo Estructura de la organización Supervisión Política de remuneraciones Objetivos claros y definidos Sindicatos
2.	Calidad	Políticas de mejoramiento de calidad
3.	Capacidad e inventario	Planeación de la capacidad Administración de inventarios Políticas de compras
4.	Proceso	Selección de proceso Automatización Flujo de proceso Selección de tecnologías y equipos
5.	Producto	Diseño de productos – ingeniería de valor Diversidad de productos Investigación y desarrollo
6.	Externos	Leyes y normas regulatorias de Gobierno Nacional, provincias y municipal Estrategia de la competencia Demanda de clientes

Fuente: elaborado por el autor, 2021.

II.3.3. Análisis de metas de producción

Una meta de producción es la cantidad de productos que se deben producir en una determinada empresa generándole recursos financieros a estas, para una empresa estimar la cantidad a producir o elaborar, tienen que realizar estudios o análisis de mercadeo, recursos financieros de la empresa y referencias o datos históricos de ventas, mejoras en métodos y equipos tecnológicos para reducir tiempos de producción, entre otros. Las metas productivas se ven afectadas por limitaciones relacionadas con el sistema productivo, entre la cuales se mencionan en el siguiente cuadro:

Cuadro 3. Limitaciones de las metas de producción

a.	Los recursos financieros dependen de gran parte del capital físico de una empresa
b.	Leyes y normas obligatorias de seguridad e higiene
c.	Materia prima: proveedores, calidad de materia prima, tiempo de pedido de materia prima
d.	Procesos: variables de procesos, métodos de proceso
e.	Mano de obra: desmotivación del personal, fatiga, medio ambiente inadecuado, capacitación del personal
f.	Maquinarias; máquinas obsoletas, paradas no planificadas, desajuste de la maquinaria
g.	Calidad: mucha cantidad de productos rechazados

Fuente: elaborado por el autor, 2021.

Definir las metas de producción son una herramienta importante para las organizaciones, ya que se tendrán parámetros a seguir, para crecimiento financiero, no alcanzar las metas de producción conlleva a pérdidas económicas, desprestigio por incumplirle a los clientes, reducción de personal o disminución de remuneraciones entre otras.

II.4. Flujo continuo

En esta modalidad, cada máquina y equipo están diseñados para realizar siempre la misma operación y, con frecuencia, preparados para aceptar de forma automática el trabajo que le es suministrado por una máquina precedente, que también puede haber sido especialmente diseñada para alimentar a la máquina que le sigue (Cuatrecasas, 2012).

Es necesario implementar un proceso de flujo continuo para que el cliente reciba el producto correcto, en el momento justo, cantidad y calidad correcta. Es imperativo tener claro que las unidades deben cumplir los estándares de calidad y evitar producir de más.

El flujo continuo “es la condición en que un producto, servicio o elemento progresa o camina a través del flujo de valor o del proceso sin ninguna interrupción y sin ningún paro en tiempo, es decir, ininterrumpido” (Godínez y Hernández, 2014) pág.: 94.

En el área de producción, es indispensable que cada línea tenga un flujo continuo de materia prima, esto permite reducir los tiempos muertos por desabastecimiento o falta de esta, idealmente es que cada línea tenga suficiente producto para trabajar todo el turno sin demoras que causen cuantiosas pérdidas económicas.

Algo importante es la ubicación de la maquinaria, algunas veces es necesario hacer unos ajustes de estas, en cuanto a la posición donde deben estar, para que exista un flujo continuo y constante, de esta manera no se pierde tiempo en ir y venir de una máquina a otra.

“Evidentemente, las características de competitividad de este tipo de producción, se centran exclusivamente en la calidad, coste y tiempo que puedan alcanzarse, simultáneamente, a muy alto nivel” (Cuatrecasas, 2012) pág.: 76.

II.4.1. Relación entre el flujo continuo y la eliminación de desperdicios

“Establecer flujo continuo eliminar desperdicios, pero la reducción del desperdicio es un prerequisite para mantener un flujo continuo, por lo que ambos tienen que ser establecidos e implementados eficientemente y además de forma simultánea” (Godínez y Hernández, 2014) pág.: 94.

II.4.2. Beneficios del flujo continuo

La implementación asertiva del proceso de flujo continuo permite elevar la seguridad, incrementar la productividad, equilibrar el costo y mejorar en gran manera, el nivel de servicio tanto para clientes, como para proveedores. También se logran beneficios sostenibles mediante la implementación de un tablero de gestión llamado pilar de mejora y de una hoja de ruta con indicadores dinámicos para una evaluación transparente de las mejoras. El flujo continuo tiene ciertas características específicas, las cuales se mencionan en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Características del flujo continuo

1.	La cantidad de producción suele ser enorme, y los bienes se producen con respecto a una demanda pronosticada.
2.	La mayoría de estas industrias son muy intensivas en capital. Por tanto, la gerencia se preocupa mucho por la pérdida de tiempo operativo.
3.	La maquinaria y el equipo de producción se ajustan de acuerdo con el patrón de diseño del producto.
4.	Se utilizan insumos estandarizados y máquinas automáticas de propósito especial para ejecutar operaciones estandarizadas.
5.	Las capacidades de las máquinas están balanceadas de tal modo que los materiales se reciben como entrada en un extremo del proceso y el producto terminado se entrega en el otro extremo.
6.	Se ejerce un rígido control de calidad.

Fuente: Elaborado por el autor, 2021.

“El otro punto importante para tener un flujo continuo es la adecuada capacitación y certificación del personal basados totalmente en procesos estandarizados y documentados, esto permite que las personas tengan toda la información necesaria para poder tomar decisiones correctas” (Godínez y Hernández, 2014) pág.: 95.

II.4.3. Primeros pasos para implementar el flujo continuo

Toda empresa que desee implementar la herramienta del flujo continuo en toda su cadena productiva, debe seguir los siguientes seis pasos descritos en el siguiente cuadro:

Cuadro 5: Pasos para implementar el flujo continuo

a.	Identificar y definir al equipo de trabajo que colaborará activamente en el proceso de mejora del flujo.
b.	Fijar la perfección del proceso como meta.
c.	Realizar visitas de campo para elaborar el diagnóstico inicial o mapeo de la cadena de valor, a fin de separar el flujo de información del flujo del proceso e identificar oportunidades.
d.	Definir y formalizar los problemas existentes que obstaculizan el flujo continuo.
e.	Establecer y definir el desarrollo de competencias y habilidades en el uso de herramientas que deberá conocer y ejecutar el equipo de mejora
f.	Reconocimiento y premiación a los equipos que implementaron los cambios; contribuye con la mejora del flujo continuo.

Fuente: Elaborado por el autor, 2021.

“La producción continua es posible cuando el número de máquinas necesarias para producir el artículo final en el límite de tiempo exigido excede el número de operaciones detalladas para la producción de cada producto” (Tecún, 2011) pág.: 19-20.

II.4.4. Balance de líneas

El balanceo de líneas es una herramienta muy importante para control de la producción, dado que una línea equilibrada permite la optimización de variables que afectan la productividad.

“El balance de línea es la asignación del trabajo a estaciones integradas a una línea, de modo que se alcance la tasa de producción deseada con el menor número posible de estaciones de trabajo” (Krajewski y Ritzman, 2000) pág.: 425.

En cada línea productiva debe hacerse un análisis profundo de la capacidad de cada máquina, así también, la cantidad de trabajadores necesarios para realizar las actividades dentro de esta, sin dejar de producir y alcanzar la mayor eficiencia productiva posible.

En el proceso de la caña de azúcar es necesarios tener un balance de líneas, esto permitirá maximizar la capacidad productiva y eliminar las pérdidas de tiempo por falta de abastecimiento de materia prima, en conclusión, es posible reducir las limitantes de la producción.

El objetivo primordial de establecer un balanceo de líneas corresponde a igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones de trabajo, líneas de proceso o máquinas. Establecer una línea de producción balanceada requiere de un análisis muy atinado, obtención de datos, aplicación teórica, movimiento de recursos e incluso inversiones económicas.

Existen condiciones que limitan el balanceo de líneas, las cuales hay que tomar en cuenta; la cantidad y la continuidad. La primera debe ser suficiente para cubrir la demanda de producto en las líneas de producción, la segunda, se debe asegurar el flujo continuo de abastecimiento a las líneas.

II.5. Tiempos muertos

Son todos aquellos periodos de tiempo que se pierden durante el proceso de producción, debido a diversas causas, entre las cuales se mencionan, cuellos de botella, tiempos suplementarios, mantenimientos reactivos, desabastecimiento de materia prima y otras más.

II.5.1. Clases de tiempos muertos

Dentro de todo proceso productivo existe una variedad de lapsos de tiempo que se desperdicia o despilfarra, lo cual afecta directamente la eficiencia productiva, en el siguiente acápite se describen estos tiempos de paro comunes dentro de las organizaciones.

II.5.1.1. Cuellos de botella

Es toda actividad que disminuyen la velocidad de los procesos, incrementan los tiempos de espera y reducen la producción, entre las consecuencias se encuentran el aumento de los costos, en el proceso de purificación de agua existen numerosos cuellos de botella los cuales disminuyen considerablemente la velocidad del proceso.

Para evitar los cuellos de botella se cuenta con técnicas, como un plan de mantenimiento preventivo del equipo diario, semanal y mensual, así como preparación y capacitación del personal, una solución a este tipo de problemas es el denominado balanceo de líneas, el cual permite proveer a cada maquinaria la dotación de flujo necesario para sus tareas.

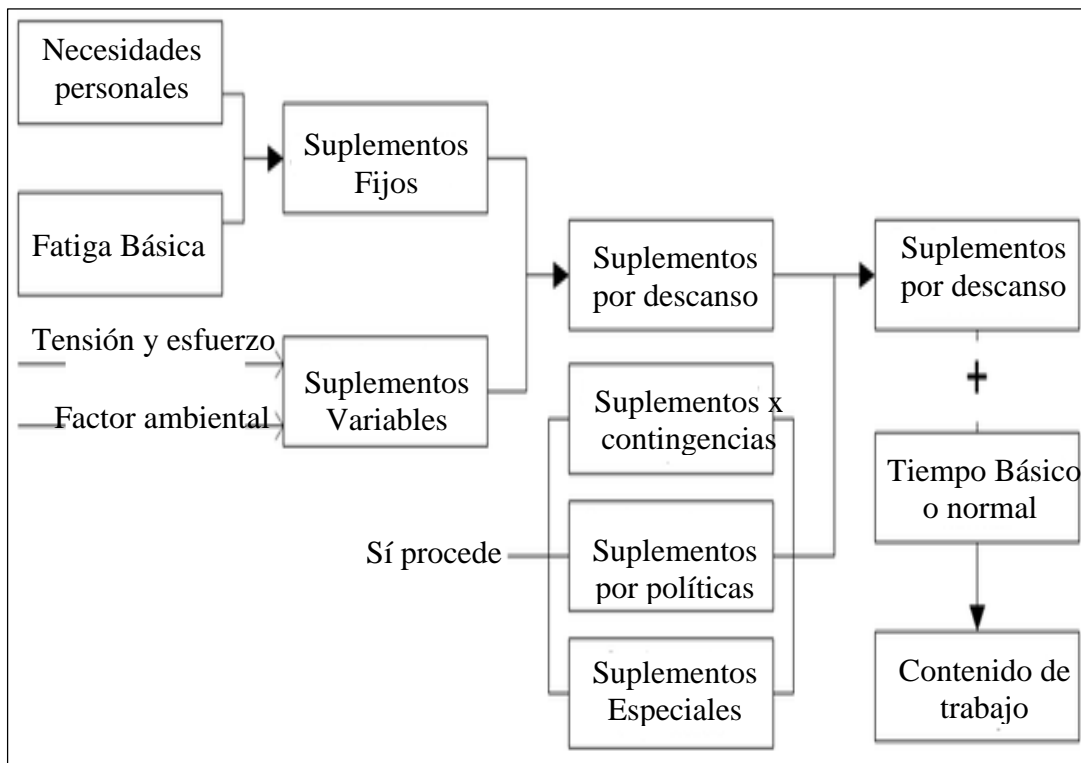
II.5.1.2. Suplementos o tiempos suplementarios

Aunque no son precisamente tiempos muertos, vale la pena mencionarlos en este apartado, debido a que existen suplementos básicos necesarios, así como algunos no tan básicos, en los cuales se puede hacer un tipo de planificación para poder ser ejecutados, sin que afecten el ciclo productivo.

Se consideran suplementos o tiempos suplementarios al tiempo que se le concede al trabajador para compensar retrasos, demoras u otros elementos, tales como, necesidades básicas, suplementos por descanso o fatigas, suplementos por retrasos especiales.

La Organización Internacional del Trabajo OIT, propone una clasificación de manera más detallada todos los suplementos fijos y variables, que afectan directamente la productividad, dicha categorización se describe en la siguiente ilustración de manera esquematizada:

Diagrama 3. Clasificación de los suplementos



Fuente: Organización Internacional del Trabajo, 2020.

De esta manera es vital tomar en cuenta todos los suplementos necesarios para la toma de tiempos.

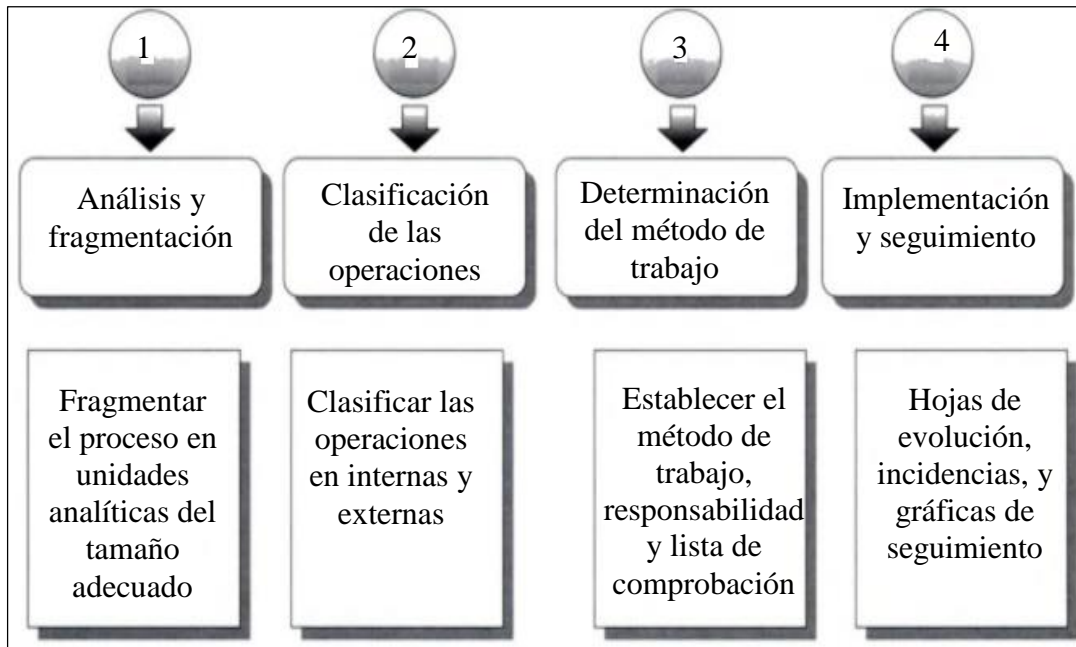
II.5.2. Metodología SMED

En español la metodología SMED significa cambio de matriz en menos de 10 minutos, se refiere a la eliminación de tiempos o lapsos que se pueden evitar en la producción

La filosofía Single Minute Exchange of Die SMED es un enfoque de mejora de los tiempos de preparación y cambio, cabe recordar que tratar de incrementar el ritmo de trabajo, el adiestramiento de los operarios y mantener al mismo tiempo el desorden organizacional, no es en absoluto el camino correcto, primero se debe analizar cada una de las partes involucradas para posteriormente tomar decisiones que ayuden a solventar los problemas.

Alonso (1998), describe la discrepancia respecto a otros autores, en cuanto a las fases de la metodología SMED y sugiere cuatro pasos para la implementación, los cuales se describen en la siguiente figura:

Diagrama 4. Metodología SMED



Fuente: Alonso, 1998.

a. Análisis y fragmentación

Acá se tiene contacto con las máquinas implicadas en el estudio, se toma en cuenta la información emanada de los colaboradores y jefes que tienen contacto con esta, es necesario algunas veces consultar los manuales de operación. Una vez fraccionado el proceso, se depura todos aquellos elementos innecesarios y se simplifica en la medida de lo posible el resto.

b. Clasificación de operaciones

Luego del análisis y fragmentación, es necesario clasificar las operaciones en internas, en el momento que la máquina esté sin funcionar y externas, si el equipo está en su pleno proceso productivo.

c. Establecimiento del método de trabajo

Es importante elegir el método que más se ajuste a las necesidades del proceso y que reduzca en gran manera los tiempos de cambio, en algunas ocasiones es necesario realizar estudios de tiempos.

d. Implementación y seguimiento

Elegido el método ideal, se debe implementar con todas las directrices establecidas, así mismo su frecuencia de monitoreo.

Tratar de mantener o de aumentar el ritmo de trabajo, la formación de los trabajadores y mantener al mismo tiempo el desorden, de ninguna manera es el camino a seguir. Se pierde una cantidad de tiempo innecesario en cada cambio de presentación o proceso, el cual debe estandarizarse posterior al estudio de tiempos.

“La única solución eficaz es seguir una rigurosa metodología que analice con detalle todos los aspectos implicados en el cambio de serie y que, además, los simplifique y organice” (Alonso, 1998) pág.: 144.

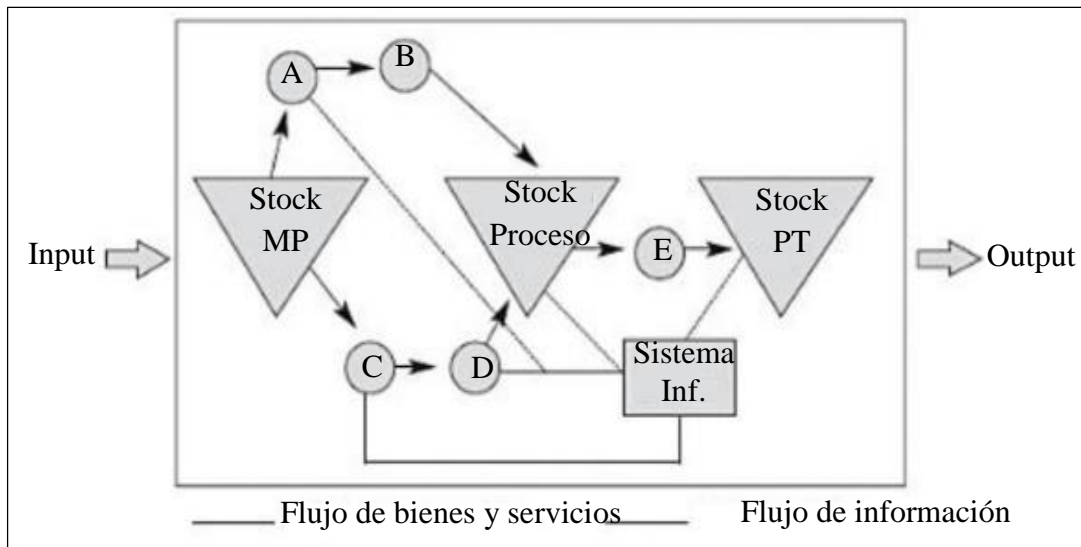
La metodología SMED permitirá eliminar movimientos innecesarios que consumen recursos valiosos como el tiempo, para ser más eficiente en cada sección de la cadena productiva, y poder aumentar la capacidad.

II.6. Sistemas de calidad de producción

Los sistemas de producción son elementos relacionados, organizados y que tienen interacción ya sean personas, materiales, máquinas, estilo de dirección o procedimientos.

En la siguiente figura se describe un modelo de proceso de producción de un sistema operativo, con las secciones de ingreso, almacenaje tanto de materias primas, producto en proceso, producto terminado y su respectiva salida:

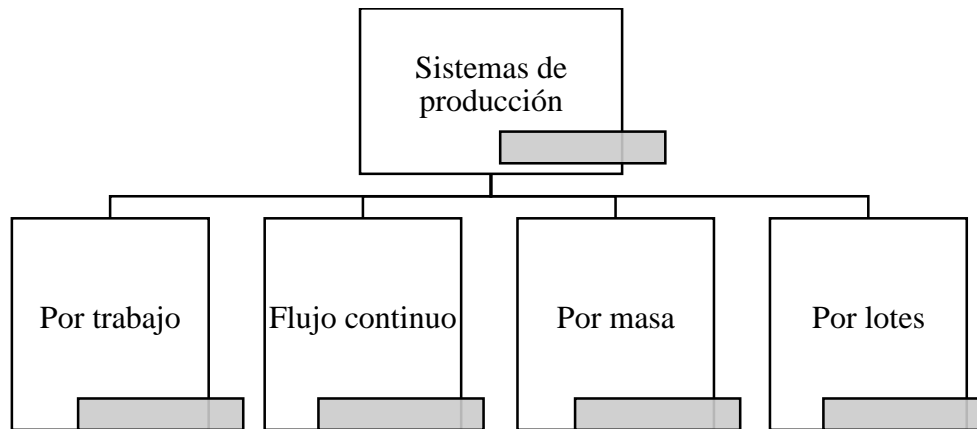
Diagrama 5. Proceso de producción



Fuente: Anaya, 2016.

Los sistemas de producción comprenden todos los elementos que permiten que la materia prima se convierta en productos terminados, existen varios sistemas de producción, los más empleados en la industria, se describen en la siguiente figura:

Diagrama 6. Sistemas de producción



Fuente: elaborado por el autor, 2020.

II.6.1. Sistema de producción por su forma de trabajo

II.6.1.1. Sistema de producción por trabajo o bajo pedido

Este sistema de producción se origina después de haber recibido un pedido de productos específicos. En este sistema se fabrican productos según exigencias de requerimientos únicas.

Las cantidades generalmente son reducidas; habitualmente se trata de uno o varios productos (productos terminados, piezas, ensambles, sub ensambles), y en general, se refiere a proyectos especiales, modelos, prototipos, maquinaria o equipo diferenciados para llevar a cabo funciones especiales, piezas o montajes para la reposición de la maquinaria existente, grandes transformadores y motores, calderas, equipos de procesos, equipo electrónico especial, aeronaves, embarcaciones de gran calado, entre otras (Monsalve, 2019) pág.: 28.

II.6.1.2. Sistema de producción por lotes o partidas

“La producción por lotes consiste en la fabricación de un número de artículos idénticos, ya sea para satisfacer un pedido específico o para cubrir una demanda continua” (Monsalve, 2019) pág.: 29.

Al finalizar la producción de un pedido, lote o partida, el equipo queda disponible para la fabricación de otros productos similares o se necesitan cambios en la operación, este sistema de producción es también llamado producción intermitente, ya que por la cantidad de lote o productos no se puede mantener un flujo constante de proceso, sino hay que realizar varios paros por cambio de presentaciones y/o piezas o productos.

II.6.1.3. Sistema de producción continuo

El sistema de producción del azúcar del Ingenio La Unión, es de flujo continuo, ya que esta es producida a grandes escalas en cada uno de los ingenios del país, es el sistema de producción más eficiente a diferencia del intermitente, ya que no existe variabilidad de productos.

“Generalmente la producción continua implica grandes cantidades de productos, así como una demanda elevada. Mientras en la producción bajo pedido, la producción continua solo se justifica si su tasa está respaldada por el mercado” (Monsalve, 2019) pág.: 29.

II.6.1.4. Limitantes de los sistemas productivos

En todo sistema productivo existen limitantes, las cuales son problemas que restringen el alcance de los resultados esperados por las organizaciones, los japoneses clasificaron estas limitantes en tres grandes grupos, denominados las 3M, debido a que cada una inicia con la letra M.

a. Muri o sobrecarga

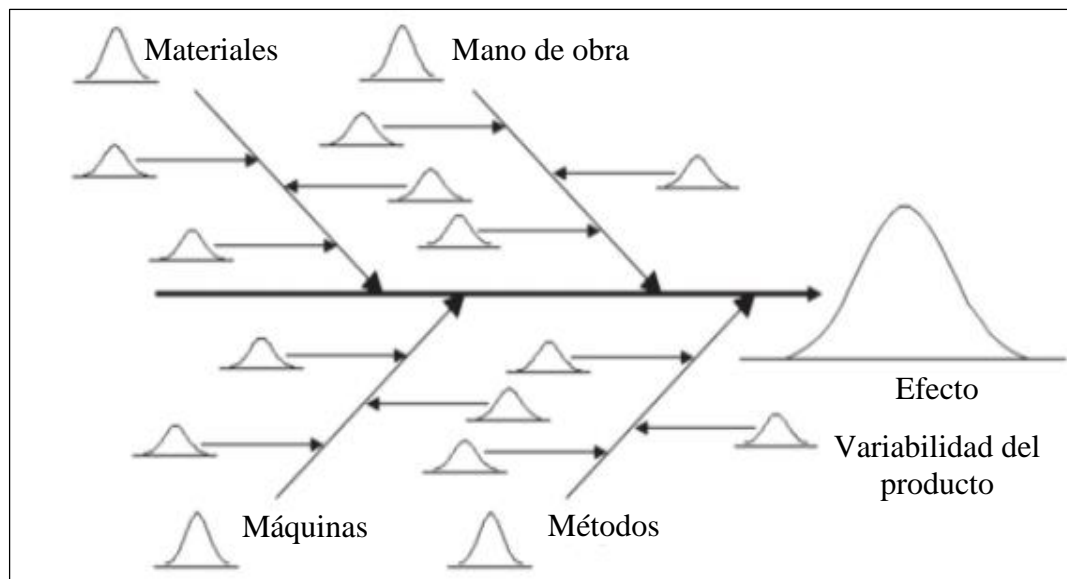
“Si a los operadores se les exige que produzcan por arriba de sus límites normales, o cuando las máquinas se les hace producir por encima de su capacidad, se provoca un agotamiento de los recursos más valiosos de la organización, entonces disminuye la productividad” (Socconini, 2019) pág.: 31.

b. Mura o variabilidad

La mura es la falta de uniformidad generada de los elementos de entrada de los procesos, materiales, especificaciones técnicas, entrenamiento, habilidades, métodos y condiciones del equipo; esto produce, a su vez, una falta de uniformidad en los procesos, lo que se traduce en generación de productos o servicios que tampoco son uniforme (Socconini, 2019).

En el caso de la producción de azúcar blanco en los ingenios, no se tiene el problema de variabilidad, puesto que la producción es por volumen o masa, inclusive al producirse el azúcar refinado. En la siguiente figura se muestra un diagrama de causa efecto de la variabilidad.

Diagrama 7. Variabilidad



Fuente: Socconini, 2019.

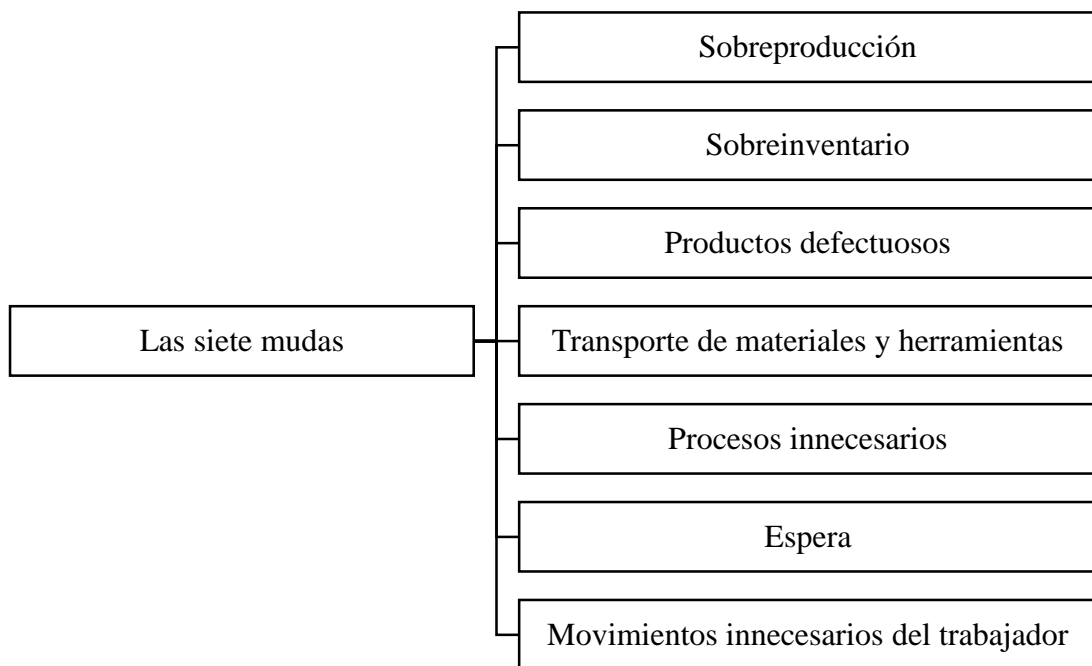
Según Socconini 2019, esta variación puede o no causar problemas a los clientes, por lo que es importante reconocer el tipo de variación y si esta es natural. Si la variabilidad de un cierto proceso y de sus resultados es natural, se dice que el proceso está controlado. pág.: 32-33.

c. Muda o desperdicio

“Desperdicio o exceso será cualquier otro esfuerzo realizado en la empresa que no sea absolutamente esencial para agregar valor al producto o servicio tal como lo requiere el cliente” (Socconini, 2019) pág.: 33.

Existen siete tipos desperdicios o mudas que afectan considerablemente la productividad, por lo que es de suma importancia identificarlos, eliminarlos o minimizarlos para evitar baja eficiencia, el sistema Justo a tiempo se enfoca precisamente en este tipo de problemas.

Diagrama 8. Las siete mudas o desperdicios



Fuente: Socconini, 2019.

El desperdicio o exceso es cualquier esfuerzo que no genere ningún valor agregado al producto y que el cliente lo requiere, estos esfuerzos sin valor solo generan aumento en los costos, lo cual afectan los resultados empresariales, por tal razón deben eliminarse de los procesos.

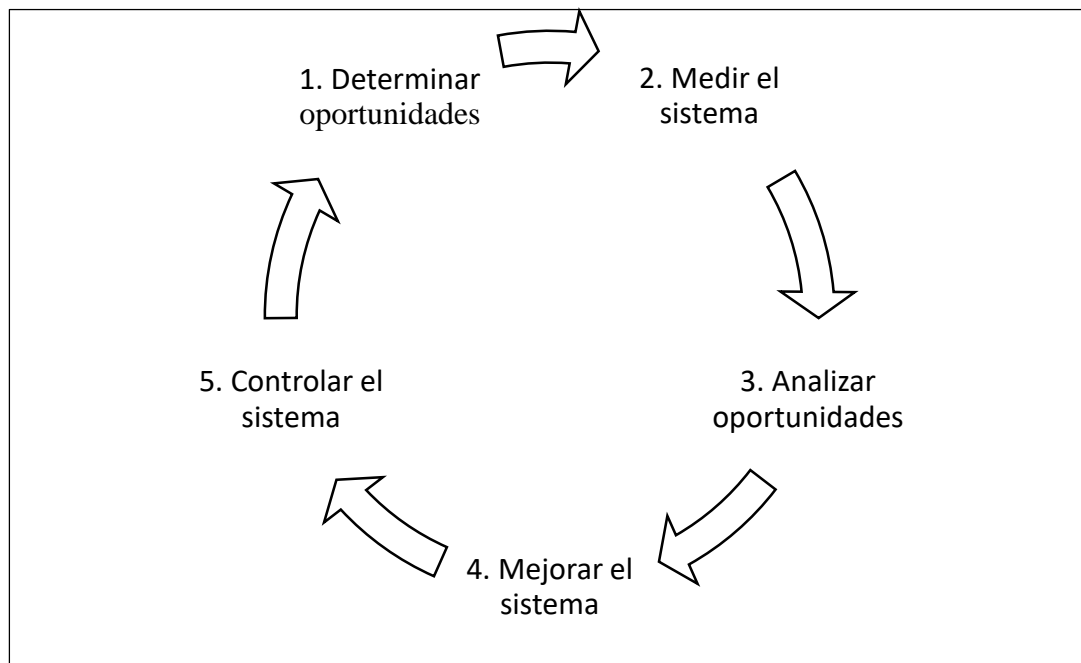
II.6.2. Sistemas de producción para buscar la calidad

Existen una variedad de sistemas o herramientas de calidad de producción para mejorar la productividad y buscar un mejoramiento continuo.

II65.2.1. Six Sigma

“Sigma es un concepto empleado en estadística que representa una desviación estándar típica o grado de separación con respecto al valor central de un proceso en términos de defectos. Un proceso Seis Sigma representa 3.4 defectos por millón de oportunidades” (Cabrera, 2014) pág.: 12.

Diagrama 9. La ruta base del Six Sigma



Fuente: elaborado por el autor, 2021.

Los defectos son características que se pueden medir y que se salen de los parámetros aceptables por los clientes. El objetivo principal de la metodología Seis Sigma es reducir cualquier variación o diferencia entre el estándar y la desviación del valor central para lograr el funcionamiento óptimo de la gestión del proceso.

Cuadro 6. Niveles Sigma

Nivel Sigma	PPMA	Costo de la calidad	Clasificación
6	3.4	<10% ventas	Clase mundial Técnica lean 6 σ practicada por años
5	233	10-15% ventas	Arriba del promedio Técnica lean 6 σ
4	6,210	15-20 % ventas	Promedio internacional Técnica Lean practicada por más de 2 años
3	66,807	20-30 % ventas	Insatisfactorio Internacionalmente Uso herramientas básicas
2	308,537	30-40% ventas	No competitivo Manufactura tradicional
1	690,000		Fuera de mercado

Fuente: Cabrera, 2014.

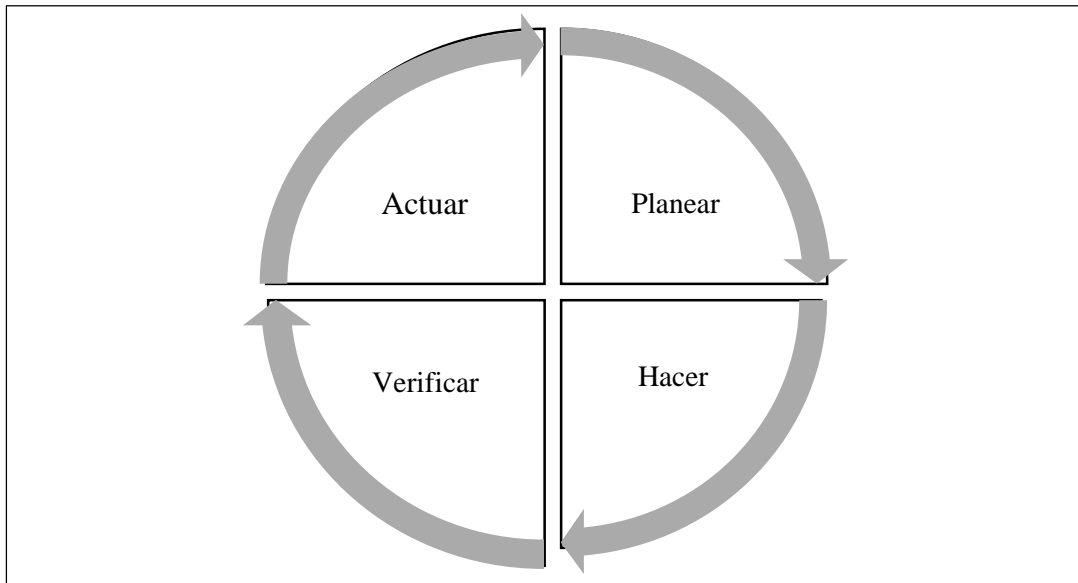
II.6.2.2. Método Kaizen

Kaizen es una palabra compuesta de origen japonés significa mejoramiento continuo, es una metodología considerada un factor imprescindible para la competitividad a nivel mundial.

“La estrategia de Kaizen es el concepto de más importancia en la administración japonesa. Kaizen es un método en el cual se manifiesta el mejoramiento de todos, desde la alta administración como en los gerentes y por tanto en los trabajadores” (Arceo, 2007) pág.: 9.

Se describe en el siguiente diagrama el ciclo PDCA o mejora continua de Deming:

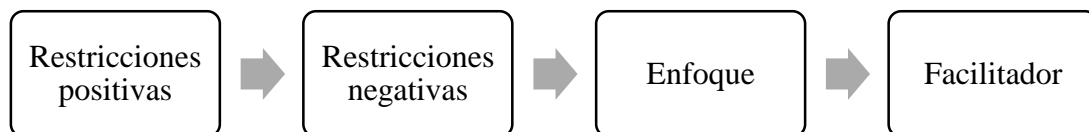
Diagrama 10. El Ciclo de Deming



Fuente: elaborado por el autor, 2021.

Según Cabrera 2014, el objetivo principal de Kaizen es eliminar los grandes desperdicios o despilfarros sin necesidad de inversiones, a base de aportación de idea en pequeños pasos constantes del bloque de talento humano, con lo que se busca incrementar la productividad, al sumar en forma constante mejoras en los procesos, productos y servicios; mejora en los costos, calidad diseño, seguridad, tiempos de respuesta y servicios en general para los clientes.

Diagrama 11. Principios Kaizen



Fuente: Cabrera, 2014.

El método Kaizen se basa en diez importantes mandamientos, los cuales se describen en el siguiente cuadro:

Cuadro 7. Los diez mandamientos del Kaizen

1.	No permitir la existencia de desperdicios o despilfarros.
2.	Buscar diariamente una mejora sin importar que solo sea pequeña.
3.	Todo el personal tiene la obligación de participar en la búsqueda de las mejoras y la eliminación de desperdicios.
4.	La mejor mejora es en la que no se tiene que invertir o en la cual es mínima la inversión requerida y ayuda a mejorar el proceso y al equipo de trabajo.
5.	Se debe buscar la simplicidad. La mejora rápida de aplicación inmediata es muy valiosa, logra una mejora hoy y otra mañana.
6.	Se debe ser siempre parte de la solución. El trabajo en equipo es el que produce mejores resultados y beneficios.
7.	Buscar la estandarización y disciplinar las actividades para reducir el tiempo, normalizar la calidad y mejorar la seguridad.
8.	El lugar donde se resuelven los problemas es donde están los problemas, en el Gemba. El orden y la limpieza te permitirán descubrir donde hay problemas para solucionarlos.
9.	Haz de tu vida el hábito de ser útil, vive para servir y lograr las metas.
10.	Hoy se puede lograr si se intenta, mañana será tarde, alguien habrá realizado lo que no se pudo conseguir, tan solo si se hubiese intentado.

Fuente: Cabrera, 2014.

II.6.2.3. Mapeo de cadena de valor

Cabrera 2014, define el mapeo de la cadena de valor como una herramienta que sirve para ver y entender los procesos e identificar los desperdicios, la cual permite detectar fuentes de ventaja competitiva.

“Un flujo de valor muestra la secuencia y aspectos de lo que el cliente valora. Incluye los materiales, información y procesos que contribuyen a obtener lo que al cliente le interesa y está dispuesto a comprar y pagar” (Cabrera, 2014) pág.: 63.

El mapeo de cadena de valor consiste en dibujar un flujograma donde se muestra como los materiales, materias primas e información, fluye desde el proveedor hasta el usuario final.

II.6.2.4. Kanban

El término japonés Kanban significa tarjeta de instrucción, se trata de un dispositivo visual que controla el flujo de información, materiales y materias primas, con el objetivo principal del Kanban es controlar la producción y mejorar notablemente los procesos.

El Kanban es un sistema de información que controla de mono armónico la fabricación de los productos necesarios en la cantidad y en el tiempo, asimismo necesario en cada uno de los procesos que tienen lugar tanto en el interior de la fábrica como entre distintas empresas. El Kanban se considera como un subsistema del sistema Just in Time (Orozco, 2012) pág.: 89.

Kanban refleja la mejora en el proceso al reducir movimientos de material, organizar las áreas de trabajo y reducir los espacios requeridos, evitar la sobreproducción y reducir los inventarios mediante su estricto control de una etapa que agrega valor a la siguiente, disminuyéndose notablemente (Cabrera, 2014) pág.: 161.

“El elemento básico del sistema Kanban lo constituye la utilización de las tarjetas. Éstas, normalmente, irán asociadas a unidades de manipulación (contenedores, cajas, pallets), se guarda la relación de una tarjeta por unidad de manipulación” (Urzelai, 2013) pág.: 41.

Es importante diferenciar entre las tarjetas de producción y las tarjetas de transporte, las primeras indican exclusivamente operaciones a ejecutar en el centro de trabajo son similares a las órdenes de trabajo; las segundas se refieren a movimientos de material a realizarse entre los puestos de trabajo, son parecidas a las órdenes de transporte.

Cuadro 8. Ejemplo de tarjeta (Kanban)

Kanban de transporte			De:
Código:			
Descripción:			Para:
Automóvil			
Capacidad caja	Tipo de caja	Kanban No.	

Fuente: elaborada por el autor (2021).

“Una de las decisiones más importantes a adoptar será el número de tarjetas Kanban (contenedores) a utilizar en el sistema. Obviamente, cuanto mayor sea el número de contenedores, mayor será el inventario intermedio mantenido, y más relajado el flujo de materiales” (Urzelai, 2013) pág.: 43.

II.6.2.5. Lean Manufacturing

“Un sistema que utiliza menos recursos para crear al menos los mismos resultados producidos a través de los sistemas de manufactura tradicional, que incrementa las variedades del producto requeridas por el cliente a un costo menor” (Cabrera, 2014) pág.: 4.

Para establecer de manera eficiente el sistema Lean Manufacturing, es necesario desarrollar ocho estrategias importantes, las cuales se enumeran en el siguiente cuadro:

Cuadro 9. Estrategias fundamentales del Lean Manufacturing

1.	Reconocimiento de desperdicios
2.	Estandarización de procesos
3.	Flujo continuo
4.	Producción – Pull
5.	Calidad desde la fuente
6.	Mejora continua
7.	Versatilidad
8.	Trabajo en equipo

Fuente: elaborado por el autor, 2021.

Existen factores que hacen necesario la implementación del Lean Manufacturing, entre los principales, se mencionan: presión continua para mejorar la eficacia y eficiencia, mantener la ventaja competitiva en precio y servicio, presión para mejorar utilidades, los clientes demandan tiempos de entrega cortos y reducción de precios.

II.6.2.6. Las 5 S´s

La herramienta de las 5s es una práctica de manufactura esbelta o Lean Manufacturing creada en Japón, respectiva al mantenimiento integral de las organizaciones en general, abarca no solo la maquinaria, infraestructura y equipo, sino también el entorno de los trabajadores. “Esta metodología no es nueva ni exclusiva de la cultura japonesa, es una base de convivencia de la vida diaria en comunidad. Esta metodología con el nombre de S fue elaborada por Hiroyoki Hirano” (Cabrera, 2014) pág.: 21.

“Metodología que transfiere al equipo la oportunidad de aplicar las mejoras. Son mejoras tangibles como el incremento de la productividad, la mejora de la calidad y la seguridad” (Aldavert, Vidal, Lorente y Aldavert, 2018) pág.: 13.

Llamada 5´s porque son cinco pasos o etapas que deben seguirse en el lugar de trabajo para mantener de forma continua el orden, limpieza y seguridad, mejorar el ambiente de trabajo y la productividad a través de la disminución de errores y accidentes de manera consistente.

Cabrera 2014, hace hincapié en que la finalidad de la metodología de las 5S, es crear círculos virtuosos para la separación de todo aquello que no es útil, se basa en ordenar mediante una selección de elementos que constituyen el entorno laboral, mediante la limpieza del lugar y del equipo, posteriormente establecer las directrices o procedimientos que permitan ejecutar las actividades con normalidad, hasta lograr el hábito deseado.






Esta metodología es una herramienta constituida por cinco palabras japonesas (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke), para mejorar la situación actual de las empresas y establecer una mejora continua, es la metodología ideal para iniciar el camino hacia la excelencia.

Las 5S constan de 2 fases; las tres primeras eses son operativas y están orientadas a las cosas y objetos, tales como las condiciones de trabajo y su entorno, y las últimas dos son funcionales, las cuales están orientadas a las personas, seas individuales o en grupo.

La implementación o aplicación de las 5´s mejoran los niveles de calidad dentro de las organizaciones, ayudan en la eliminación de tiempos muertos y en la reducción de costos.

Las dos fases de implementación de la metodología 5S (eses operativas y eses funcionales), así como la traducción al español de los cinco términos de origen japonés, se describen en el siguiente cuadro:

Cuadro 10. Fases de implementación de las 5 S

Fases de implementación	Las 5S	5S en japonés	5S en castellano	Representación gráfica
Eses Operativas	1ra S	Seiri	Seleccionar Eliminar Reducir	
	2da S	Seiton	Ordenar Clasificar Identificar	
	3ra S	Seiso	Limpiar Clasificar Anticipar	
Eses Funcionales	4ta S	Seiketsu	Estandarizar Normalizar	
	5ta S	Shitsuke	Auditar Autodisciplina Hábito	

Fuente: Aldavert, Vidal, Lorente y Aldavert, 2018.

Las 5S son una herramienta cuya implantación no necesita de grandes cantidades de dinero, pero si mucho tiempo en lograr conciencia por parte de todo el personal de la empresa, se necesitan varios facilitadores de todo tipo de niveles, desde las gerencias hasta el personal operativo para que el objetivo primario que es la autodisciplina se cumpla (Miranda, 2006) pág.: 80.

II.6.2.7. Poka Yoke

La técnica de calidad Poka Yoke es un término japonés, que significa a prueba de errores; un dispositivo Poka Yoke impide errores humanos afecten una maquina o un proceso; impide que los errores del operador se conviertan en defectos dentro del producto.

Hay que tomar en cuenta que el término de Poka Yoke proviene de dos palabras japonesas Poka (error inadvertido) y Yoke (prevenir) lo que significa que un dispositivo Poka Yoke es cualquier tipo de mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes que sucedan, o los hace muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y lo corrija a tiempo (Orozco, 2012) pág.: 93.

Técnica japonesa de calidad que significa a prueba de errores, el objetivo principal del Poka Yoke es eliminar los defectos de un producto al eliminar o corregir los errores que se presente lo más pronto posible.

La premisa es: si no se permite que se presenten errores en la línea de producción, entonces la calidad será alta y el retrabajo poco. Los sistemas Poka-yoke implican llevar a cabo el 100% de la inspección, y por lo tanto ayudan a maximizar la eficiencia para alcanzar cero defectos, la desventaja es que la mayoría son costosos (Miranda, 2006) pág.: 80.

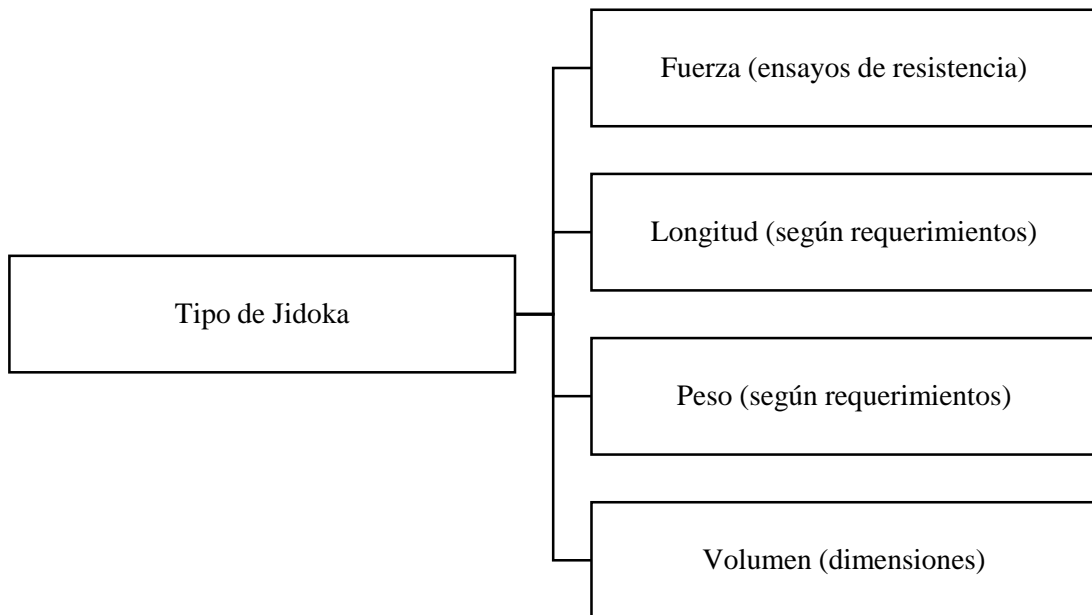
II.6.2.8. Jidoka

“La palabra Jidoka significa verificación en el proceso, por tanto, cuando en el proceso de producción se instalan sistemas Jidoka se hace referencia a la verificación de calidad integrada al proceso de producción” (Orozco, 2012) pág.: 96-97.

El objetivo principal de esta filosofía japonesa Jidoka es verificar la calidad del producto en forma integrada al proceso de producción

Establece parámetros óptimos de calidad en los procesos, compara las medidas del proceso de producción contra los estándares establecidos y los compara, si los parámetros no corresponden a los preestablecidos el proceso es detenido, se da una alerta que existe una situación inestable en el proceso la cual debe ser corregida, con el fin de evitar productos defectuosos, los procesos Jidoka son sistemas comparativos de lo ideal o estándar contra los resultados actuales (Orozco, 2012) pág.: 96.

Diagrama 12. Tipos de sistemas Jidoka



Fuente: elaborado por el autor, 2021.

La filosofía Jidoka busca disminuir los costos de implementación de procesos automatizados que den como resultado la separación del trabajo humano y el de las máquinas.

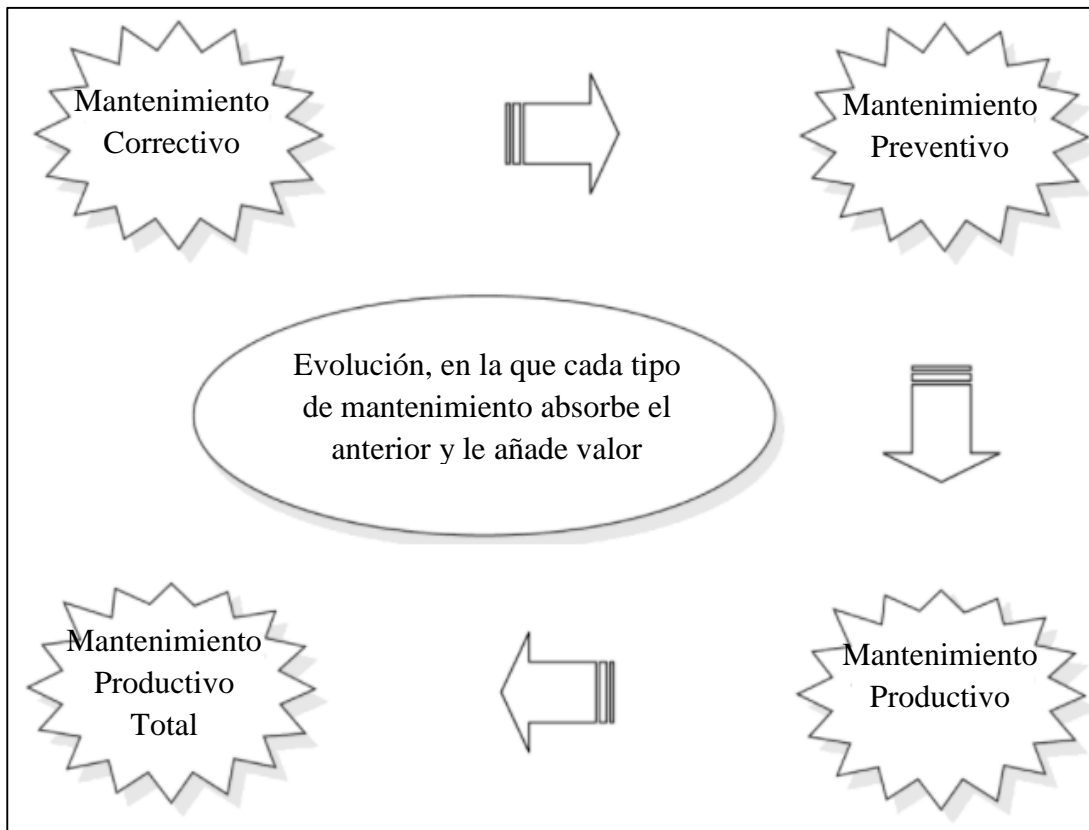
Expresado de otra manera la filosofía Jidoka busca que las máquinas sigan en operación de forma autónoma, el operador puede realizar otras actividades y operaciones mientras la máquina sigue en acción (Orozco, 2012) pág.: 96.

II.6.2.9. Mantenimiento Productivo Total TPM

Es un concepto de gestión desarrollado en Japón acuñado en 1971 con el objetivo de optimizar los flujos de trabajo en la organización mediante la participación creativa de los empleados, combina los conceptos de Total Quality Control, Total Quality Management y Total Employee Involvement con el mantenimiento preventivo.

El Mantenimiento Productivo Total es una nueva filosofía de trabajo en plantas productivas que se genera en torno al mantenimiento, pero que alcanza y enfatiza otros aspectos como: participación de todo el personal de la planta, eficiencia total, sistema total de gestión de mantenimiento de equipos desde su diseño hasta la corrección y la prevención (Cuatrecasas y Torrel, 2010) pág.: 33.

Diagrama 13. Evolución de la gestión del mantenimiento

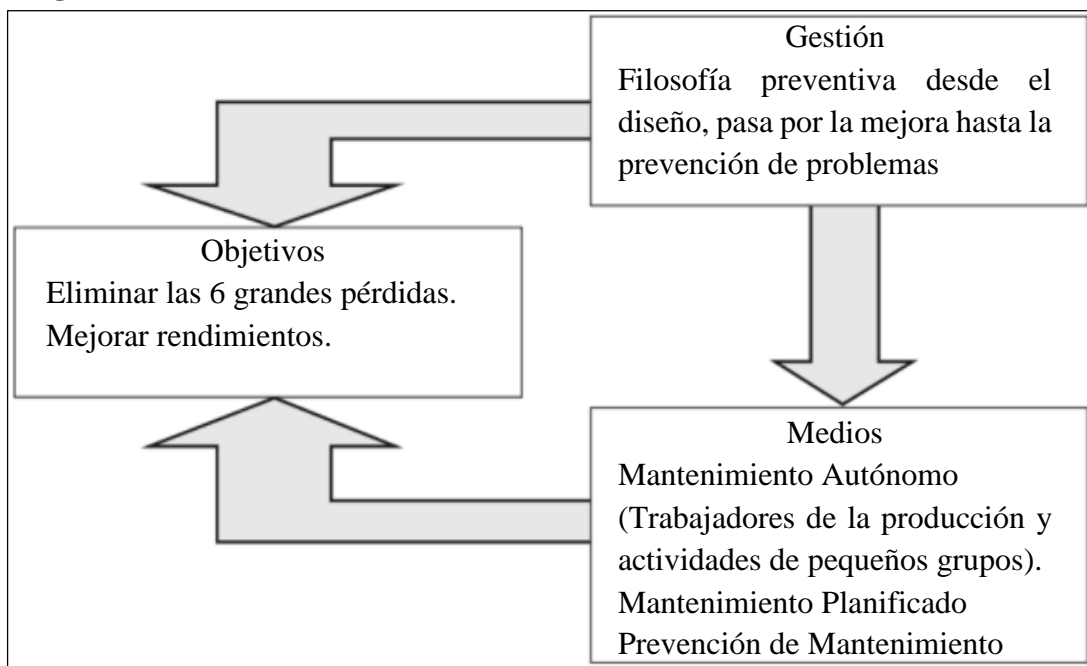


Fuente: Cuatrecasas y Torrel, 2010.

“TPM o Mantenimiento Productivo Total supone un nuevo concepto de gestión de mantenimiento, que trata de que éste sea llevado a cabo por los empleados y a todos los niveles a través de actividades en pequeños grupos” (Cuatrecasas y Torrel, 2010) pág.: 32.

En el siguiente diagrama se describen los objetivos del Mantenimiento Productivo Total, la gestión y los medios.

Diagrama 14. Características básicas del TPM



Fuente: Cuatrecasas y Torrel, 2010.

“El TPM surgió y se desarrolló inicialmente en la industria del automóvil y pronto pasó a formar parte de la cultura corporativa de las empresas que lo implantaban” (Cuatrecasas y Torrel, 2010) pág.: 31.

Esta filosofía toma fuerza cada vez más en todas las organizaciones que ven la necesidad de ser eficientes en todas sus operaciones.

II.7. Metodología Justo a Tiempo

II.7.1. Historia del Justo a Tiempo

El método productivo Justo a Tiempo -JAT o JIT, por sus siglas en inglés (Just in Time), conocido también como Sistema de Producción Toyota-, cuyo pionero es Taiichi Ohno de la empresa automovilística Toyota, surge en los años cincuenta y sesenta en Japón, como una posible solución a uno de los mayores problemas que existen en ese país: el ahorro de espacio.

El justo a tiempo: es una filosofía industrial que consiste en la reducción de desperdicio (actividades que no agregan valor) es decir todo lo que implique sub utilización en un sistema desde compras hasta producción. Existen muchas formas de reducir el desperdicio, pero el justo a tiempo se apoya en el control físico del material para ubicar el desperdicio y, finalmente, forzar su eliminación (Orozco, 2012) pág.: 12.

La idea básica o principal de la metodología Justo a tiempo radica en tener el menor inventario posible y producir en el momento la cantidad de producto requerido para ser comercializado o para la siguiente estación de trabajo dentro del proceso de manufactura.

Es por esa razón que uno de los pilares de esta filosofía es el ahorro de espacio, la eliminación de desperdicios y la eliminación de la carga que conlleva la existencia de los inventarios, lo que se reduce a un incremento en los beneficios de la empresa (Velázquez, 2006) pág.: 1.

Justo a tiempo significa “no tener en ninguna parte de la planta materia prima, accesorios, trabajo en proceso innecesarios que no permitan una operación fluida del proceso. Además, busca producir los productos estrictamente necesarios, en el momento preciso y en las cantidades debidas” (Hernández, 2010) pág.: 41.

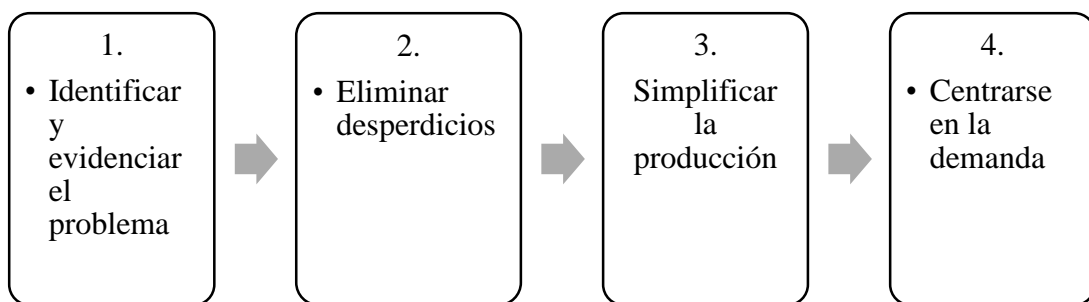
JIT se basa en un control de la producción con un sistema de jalar en el cual la demanda de partes proviene de la estación que se encuentra abajo en el flujo, en lugar de un sistema empujar, en el cual las partes se producen de manera independiente a las necesidades del sistema, lo que genera largas colas y cuellos de botella. Un componente necesario de JIT es el intercambio de matrices en un minuto (SMED, single minute exchange of die). (Niebel, B. y Freivalds, A, 2009) pág.:542.

El sistema Justo a tiempo “con el objeto de producir el número de unidades necesarias en el instante adecuado, para dar satisfacción a la demanda, tratan de conseguir una fabricación sincronizada, en la que las decisiones se tomen de forma inmediata al nivel idóneo” (Moya, 1997) pág.: 159.

También conocido como manufactura sincronizada, inventario cero, producción sin inventario, materiales según se necesitan, producción ligera o manufactura de flujo continuo. “La conversión de la manufactura tradicional a un sistema Justo a tiempo no sólo suscita cuestiones de control de inventarios, sino también de programación y de administración de procesos” (Krajewski y Ritzman, 2000) pág.: 734.

La filosofía Justo a tiempo, propone puntos de vista específicos, los cuales se describen en la figura siguiente:

Diagrama 15. Puntos de vista de la filosofía Justo a tiempo



Fuente: Buzón, 2019.

“Antes de encontrarse con el Just in time, las empresas norteamericanas se habían dedicado a planificar la fabricación, a incrementar la automatización y producir en masa, restándole importancia a la calidad de sus productos” (Buzón, 2019) pág.: 147.

II.7.2. Objetivos o metas de sistema Justo a tiempo

Consiste en eliminar el desperdicio mediante la reducción del inventario innecesario y la supresión de los retrasos en las operaciones. Las metas son producir bienes y servicios según se requiera y mejorar constantemente los beneficios de las operaciones, en términos de valor agregado (Krajewski y Ritzman, 2000) pág.: 734.

En el siguiente cuadro, se describen algunos de los grandes beneficios que conlleva la implementación del sistema Justo a tiempo:

Cuadro 11. Beneficios del sistema Justo a tiempo

1.	Toda la producción se estructura sobre pedidos reales, no sobre suposiciones.
2.	Al tener en cuenta solo los pedidos reales se reducen el tiempo de gestión y pérdidas en almacenes por acciones innecesarias.
3.	Los costos disminuyen.
4.	Aumentan la productividad.
5.	El inventario y el stock se reducen.
6.	El control de calidad y la fiabilidad del producto mejoran.
7.	El número de empleados se reduce a lo imprescindible.
8.	Los empleados son más productivos. Esto se consigue al ubicar varios procesos en la misma estación de trabajo y para el mismo trabajador, de esta forma el operario se mantiene activo y atento en sus diferentes tareas.
9.	Se minimizan los tiempos de entrega.
10.	Las empresas que aplican el sistema JIT tienen más ventas y clientes más satisfechos.

Fuente: elaborado por el autor, 2021.

La implementación de modelo Justo a tiempo tiene muchos beneficios, tal y como los descritos el cuadro anterior, así mismo, posee algunas diferencias notables respecto a la metodología de producción tradicional.

II.7.3. Características del sistema Justo a tiempo

El método o filosofía Justo a tiempo tiene ciertas particularidades únicas respecto a otros métodos de producción, su fin principal es la reducción de los inventarios, además posee muchas ventajas importantes respecto a otros sistemas de producción comunes, en los párrafos posteriores se describen otras de sus características principales y más comunes.

“Mediante los sistemas justo a tiempo se intenta reducir la ineficiencia y el tiempo improductivo de los procesos de producción, a fin de mejorar continuamente dichos procesos y la calidad del producto o el servicio correspondiente” (Krajewski y Ritzman, 2000) pág.: 735.

La metodología o sistema Justo a tiempo como procedimiento y manejo del área productiva puede ser utilizado en cualquier tipo de empresa, tanto industrial como de servicios. Cualquier proceso se puede examinar con el fin de determinar las operaciones que no le añaden valor, y las causas para que el trabajo se interrumpa, facilita la detección de las anomalías, elimina las tareas ineficaces que impiden un buen desarrollo de la organización (Martínez, Corredor y Herazo, 2006) pág.: 30.

Las diferencias del modelo Justo a tiempo son bien marcadas respecto a los modelos tradicionales, los beneficios son enormes tales como la reducción significativa de los inventarios o stock y la creación de un equipo poli funcional que adquiere experiencia en cada parte del proceso productivo. Tales diferencias notorias son descritas por Martínez, Corredor y Herazo, en el siguiente cuadro denominado diferencias entre el Justo a tiempo y los otros modelos:

Cuadro 12. Diferencias del modelo Justo a tiempo versus modelos tradicionales

1.	Disminución de inventarios	Busca reducir los inventarios a niveles muy bajos, mientras que el sistema tradicional los materiales se suministran y transfieren al siguiente proceso son tener en cuenta el nivel de la demanda existente.
2.	Células de producción	En la producción tradicional, los productos se mueven desde un grupo de máquinas a otro departamento con máquinas que realizan otro trabajo específico. El Justo a tiempo reemplaza este patrón por uno de células de producción en las cuales se agrupan las máquinas en familias y se disponen de tal forma que se puedan desarrollar una serie de operaciones secuenciales.
3.	Mano de obra interdisciplinaria	En el modelo tradicional los trabajadores se especializan en el manejo de una sola máquina en un solo departamento, el modelo Jit busca que todos los trabajadores aprendan a operar todo conjunto de máquinas, así crear un entorno multidisciplinario.
4.	Descentralización de servicios	Para la aplicación del JIT se requiere de un acceso fácil y rápido a los servicios de apoyo, lo cual significa que los departamentos de servicios deban estar descentralizados, y su personal asignado a trabajar directamente para apoyar la producción, lo que no ocurre en el sistema tradicional.

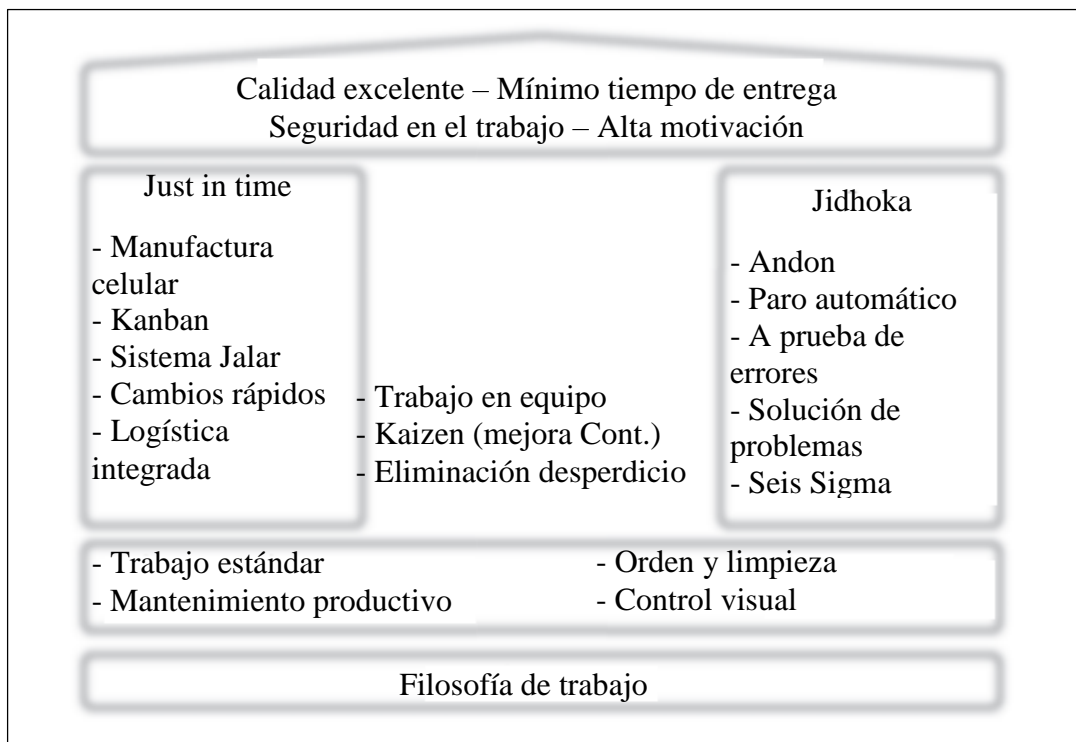
Fuente: Martínez, Corredor y Herazo, 2006.

Anteriormente las organizaciones se preocupaban más por mantener inventarios de seguridad para soportar las altas demandas, sin embargo, no era la solución más práctica, contrariamente con esta modalidad, se esconden problemas graves que se deben solucionar, tal es el caso del alto uso de transporte, documentos, controles, entre otros.

“La filosofía Justo a tiempo tiene una visión dinámica de cómo optimizar la producción, basa sus fundamentos en la minimización de las tareas que no añaden valor sin preocuparse mucho por la optimización y tamaño de los lotes de producción” (Martínez, Corredor y Herazo, 2006) pág.: 29.

En la siguiente figura se muestra el modelo de trabajo Lean Manufacturing simbolizado como una casa, la cual tiene como base o cimiento, la filosofía de trabajo, importante para conseguir la calidad del producto.

Diagrama 16. Modelo de trabajo de Lean Manufacturing



Fuente: Socconini, 2019.

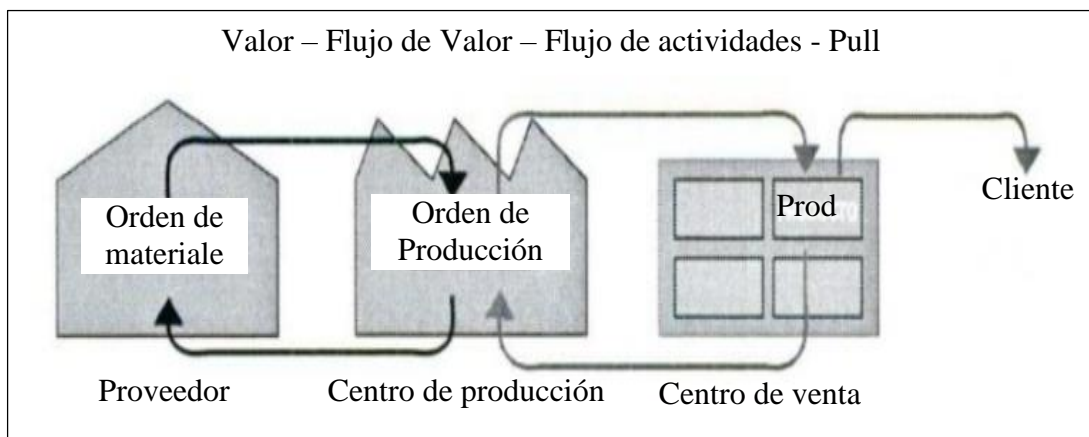
Cabe destacar la importancia de la implementación de este modelo (JIT) para las empresas que buscan reducir los inventarios y tener un sistema de flujo o proceso continuo.

Toda empresa enfocada en la gestión de la calidad total, deben implementar esta metodología, la cual ayudará a resolver las innumerables falencias y tareas que no generan un valor agregado o benefician en nada a los procesos, es importante concluir que no es necesario mantener niveles de inventarios altos, sino una logística de recepción y envíos, de manera que se agilicen los mismos y sea mucho más rentable la operación, por tal razón, esto es aplicable a todo nivel jerárquico y a todo tipo de organizaciones.

“En los sistemas Push es la fábrica o el almacén central quien fija la cantidad que ha de enviarse a cada punto, según un cálculo consolidado de las necesidades previas (forecast)” (Anaya, 2007) pág.: 185.

Para la metodología Justo a tiempo se emplea el sistema de producción Push (empujar), en el cual la producción se hace en base a pronósticos de demanda ventas denominado también como forecast, es decir, acá participan varias secciones de las empresas, tales como el área de comercialización, producción, almacenes, las cuales se coordinan de tal manera de planificar su producción. En el siguiente diagrama, se describe la producción Push.

Diagrama 17. Producción y distribución Pull



Fuente: Cuatrecasas, 2000.

II.7.4. Escenarios que reúnen características similares al Justo a tiempo

Existen algunos escenarios que se aproximan a la metodología Justo a tiempo ideal, sin embargo, tienen algún tipo de deficiencia mínima que no permiten llegar al modelo deseado.

a. Calidad casi perfecta

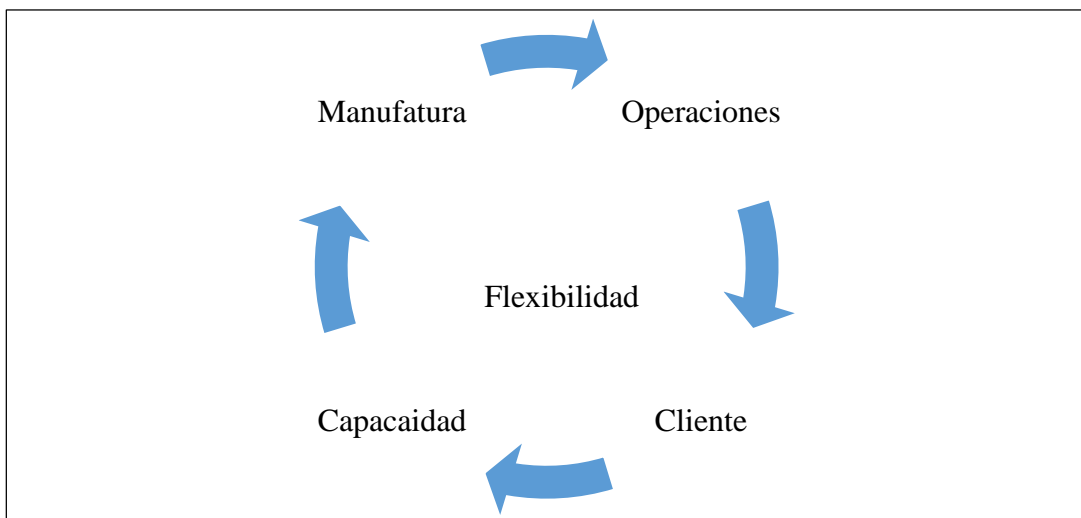
Sólo se puede ajustar la manufactura a la demanda si no hay devoluciones en los productos terminados o durante su respectivo proceso.

b. Producción flexible y estable

El sistema JIT sólo es posible si el flujo de producción es estable, se deben reducir las oscilaciones que impidan la sincronización del proceso. Si el mercado externo no permite la estabilidad, se requiere una gran flexibilidad para adaptarse, de forma sincronizada, a los cambios de la demanda (Moya, 1997) pág.: 159.

En la siguiente figura, se muestran las cuatro fases del ciclo de manufactura flexible:

Diagrama 18. Manufactura flexible



Fuente: elaborado por el autor, 2021.

c. Simplificación

“La flexibilidad requiere polivalencia en el personal y la maquinaria. La polivalencia requiere simplicidad en los trabajos y, por tanto, un alto grado de normalización de los componentes” (Moya, 1997) pág.: 159.

d. Distribución en planta en flujo uniforme

Tradicionalmente, se ha empleado la disposición en planta tipo taller para secciones homogéneas que deben satisfacer pedidos reducidos de carácter repetitivo; y la disposición de flujo uniforme, para la fabricación repetitiva de pedidos numerosos. El caso extremo de esta última línea de montaje (Moya, 1997) pág.: 159-160.

Para poder efectuar la filosofía Justo a tiempo, se deben implementar las siguientes tres herramientas: Pull Flow, One piece flow y Takt time.

Cuadro 13. Herramientas necesarias para implementar el Justo a tiempo

Pull Flow	El flujo físico en el que se tira del material a través de la línea productiva.
One piece Flow	El tamaño de los lotes de producción debe ser lo más pequeño posible, o incluso de una sola pieza.
Takt time	Trabajar a ritmo de consumo del cliente. Las plantas deben trabajar con empeño para que sus procesos sean lean, de modo que se reduzca el inventario interno, ya que esto representa un desperdicio latente que incluye costo económico y costo de almacenaje.

Fuente: Buzón, 2019.

El sistema Justo a tiempo no es exclusivamente un procedimiento de control de materiales, stocks y obra en curso, sino una filosofía de gestión, inicialmente concebida por Toyota, cuyo objetivo es la eliminación del despilfarro y la utilización a máximo de las capacidades del personal (Pascual y Fonollosa, 1989) pág.: 111.

Dentro de los despilfarros detectados por la compañía Toyota y que afectan en gran manera la producción, se encuentran los siguientes:

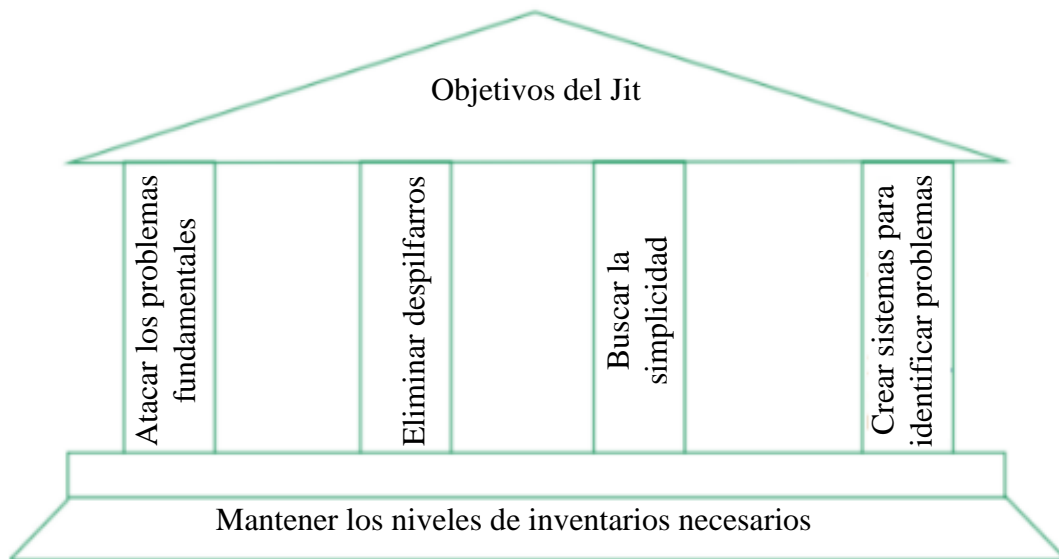
Cuadro 14. Despilfarros según Toyota

1.	Debidos a sobreproducción
2.	Debidos a tiempos muertos
3.	Debidos a transportes
4.	Debidos a procesos inadecuados
5.	Debidos a stocks
6.	Debidos a movimientos improductivos
7.	Debidos a productos defectuosas

Fuente: Pascual y Fonollosa, 1989, 111.

En la siguiente figura se muestran los objetivos principales del sistema Justo a tiempo, simbolizados como el cimero y los pilares de una construcción.

Diagrama 19. Objetivos del Justo a tiempo



Fuente: elaborado por el autor, 2021.

II.7.5. Desventajas del sistema Justo a tiempo

Como todo sistema o filosofía de producción, el sistema Justo a tiempo no solo tiene ventajas competitivas muy importantes respecto a otros sistemas, sino también tiene algunas desventajas enormes; las cuales se mencionan de manera resumida en el siguiente acápite.

Estas desventajas, pueden provocar muchos inconvenientes si se implementa de una manera descoordinada, entre tales inconvenientes, se pueden mencionar las siguientes: posibles problemas de retrasos en los niveles de inventarios, si hay algún error en la planificación de producción, al adquirir menos cantidad de materiales y suministros por pedido, es probable que los precios de esos aumenten constantemente, el coste de cambiar proveedores también encarece las materias primas y demás suministros.

Existe también un alto riesgo de retrasos o suspensiones de procesos por falta de suministros necesarios para la operación, lo que puede ocasionar paradas constantes e innecesarias en las líneas de producción y, por ende, será deficiente su cadena productiva, en conclusión, es importante capacitar de ante mano al personal que se hará responsable del sistema justo a tiempo, para que pueda ser implementado de mejor manera posible y se logren alcanzar los objetivos planteados por la organización.

II.8. Logística

II.8.1. Concepto de logística

Chavarro y García (2013), definen logística como la parte de la gestión de la cadena de suministro que planifica, implementa y controla el flujo (Hacia atrás y adelante) y el almacenamiento eficaz y eficiente de los bienes, servicios e información relacionada desde el punto de origen al punto de consumo con el objeto de satisfacer los requerimientos de los consumidores. pág.: 36.

La misión primordial de la logística, es proporcionar al cliente los bienes y servicios acorde a sus necesidades y hacerlo de la forma mejor posible. La evolución de los mercados, ha llevado a convertir al cliente en la pieza clave de cualquier canal de distribución o cadena de suministro, esto cambia las estrategias al sistema de empuje, donde los productos fluyen sin tomar en cuenta al cliente y los sistemas de arrastre, donde el cliente es el que tira la cadena operativa de la organización.

II.8.2. Historia de la logística

Mira (2006), describe los inicios de la logística, desde la aparición de los primeros humanos sobre la faz de la tierra, los cuales la empleaban para resguardar sus alimentos esenciales y posiciones, hasta la actualidad: Los orígenes de la logística se pueden encontrar entre los hábitos de los primeros grupos humanos, donde las familias o los individuos guardaban sus alimentos durante un determinado período del año en cuevas, con la finalidad de poder disponer de ellos durante el invierno, en un claro intento de gestión de las existencias.

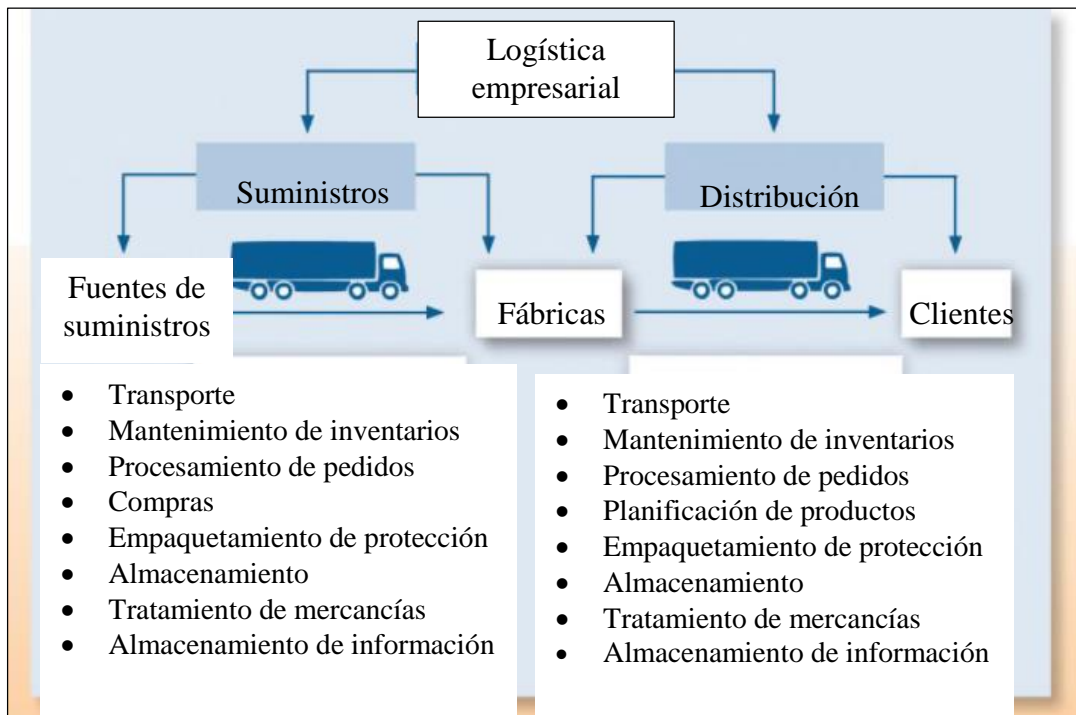
Dichas cuevas de almacenamiento, debían tener espacios apropiados para el depósito de los alimentos y ser accesibles a su usuario. Desde entonces, el desarrollo de la logística ha avanzado en paralelo con el de la humanidad, y desempeñó un papel decisivo al aplicarse en muchos avatares y situaciones críticas de la historia.

Etimológicamente, la palabra logística proviene del griego *logísticos* significa que sabe calcular. Otros opinan que procede del latín *logística*, que significa intendente o administrador en los ejércitos romanos. Se dice que *logístico* era un miembro de una secta de médicos que fundaba sus teorías en la observación. pág.: 28.

La logística empresarial se basaba en disponer de un producto determinado en un lugar preciso, en el momento oportuno y al mejor precio posible, estas actividades han sido totalmente redefinidas hasta convertirse en un proceso.

Dombriz, Sanz, Peñaranda, Enguix y Mas (2020), describen que la logística inició en 1950, una década considerada como la de conceptualización de la logística, se desarrolló el análisis del coste total de las operaciones logísticas, se inició el enfoque de sistemas en el análisis de las interrelaciones del sistema logístico, se empezó a tener en cuenta la atención a los canales de distribución y, sobre todo, al servicio al consumidor final con el mínimo coste.

Diagrama 20. Logística empresarial

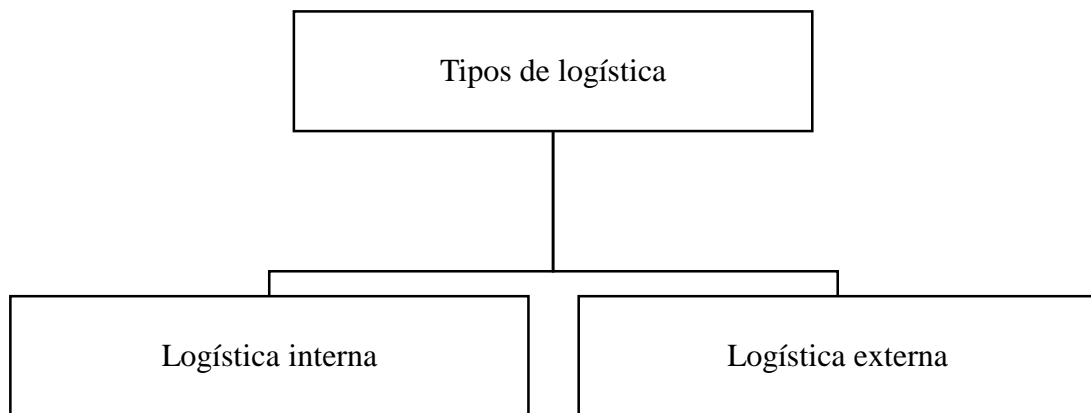


Fuente: Iglesias, 2016.

En 1990 las prioridades cambiaron, la crisis energética estimuló las mejoras en los procesos de transporte y almacenaje, además, aumenta la preocupación por la protección del medio ambiente. El mayor impacto tecnológico se dio en 1980, la logística se orientó hacia la productividad gracias a una mejor coordinación de la distribución, manufactura y abastecimiento. La tecnología a disposición como el código de barras impulsó la integración de varios elementos del sistema logístico.

En la década de 1990, los ciclos de producción se acortaron debido a la influencia del modelo Justo a tiempo, implantado en la automoción durante años anteriores, se incrementó la competitividad lo que presionó los márgenes de utilidad en todas sus dimensiones. En el siguiente diagrama se muestran los tipos de logística interna y logística externa:

Diagrama 21. Tipos de logística



Fuente: elaborado por el autor, 2021.

II.8.3. Logística interna

La logística interna se encarga de gestionar los materiales y materias primas dentro de la organización. “Se deberá tratar de que todas las funciones y procesos internos de la empresa actúen de una forma coordinada e integrada, para lo cual será imprescindible la existencia de un intercambio de información y continuo entre ellos” (Urzelai, 2013) pág.: 4.

II.8.4. Logística externa

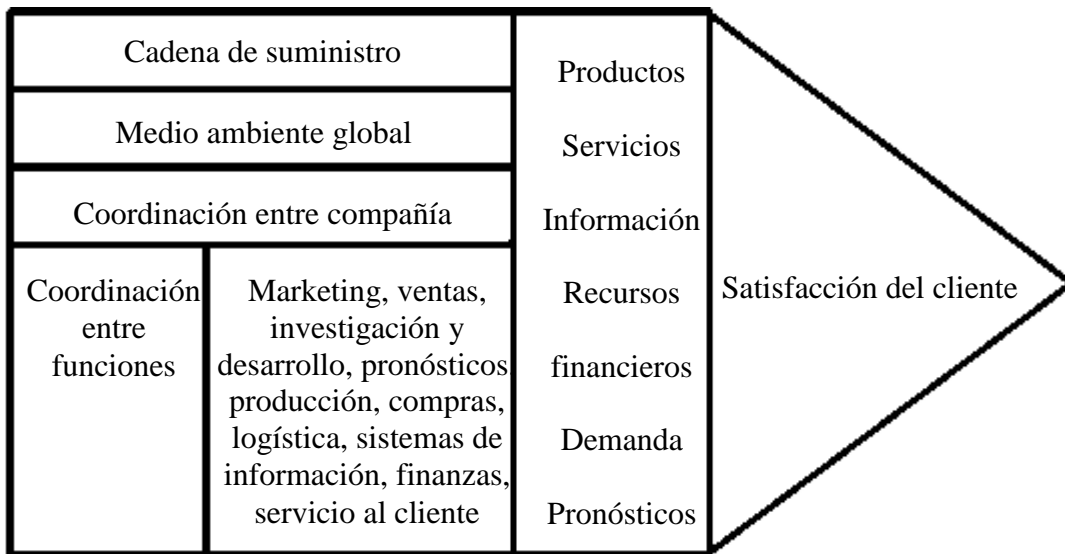
Contrario a la logística interna, esta se basa en la gestión interna y externa de la organización. La logística externa “se centra en la planificación y gestión de los flujos materiales y productos entre la empresa y los demás agentes intervinientes en la cadena de suministro” (Urzelai, 2013) pág.: 4.

II.8.5. Cadena de suministro

La logística no tiene como función únicamente el almacenaje, manejo de materias primas y traslados, sino además es un método de dirección y gestión que se limita a ser una esclava de sus requerimientos, es precisamente acá donde surge la gestión de la cadena de suministros, donde integra una cobertura de cadena de abastecimiento de manera general.

El siguiente diagrama se refiere el modelo de dirección de la cadena de suministro, el cual finaliza con la satisfacción del cliente, que es el objetivo principal de toda organización.

Diagrama 22. Modelo de dirección de la cadena de suministro



Fuente: Chavarro y García, 2013.

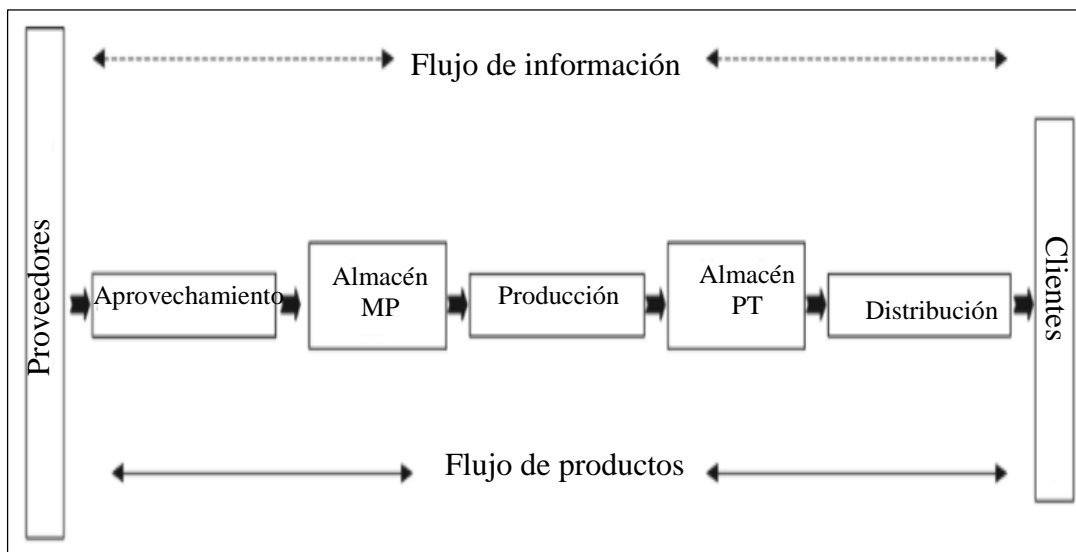
El transporte es muy trascendental dentro de la cadena de suministro, debe asegurarse de que la mercadería llegue al destino final en excelentes condiciones, ofrecer servicios a un costo mínimo, deber ser flexible, fiable y rápido, para ello se tiene en cuenta los sistemas de suministro o rutas destinadas para que estas condiciones se cumplan en los tiempos deseados y estar a la vanguardia con la tecnología suministrada para cumplir con dichos requisitos.

II.8.6. Gestión de la cadena de suministro

“Se puede definir la gestión de la cadena de suministro o Supply Chain Management (SCM) como la estrategia global encargada de gestionar conjuntamente las funciones, procesos, actividades y agentes que componen la cadena de suministro” (Urzelai, 2013) pág.: 1.

Antes de puntualizar cómo hacer más eficiente la cadena de suministro, es necesario entender la funcionalidad de cada sección del flujo de procesos y los servicios respectivos, entender objetivamente en qué consiste y finalmente tomar la decisión más acertada. En la figura siguiente se muestra el flujo de información y productos en la cadena de suministro.

Diagrama 23. La cadena de suministro

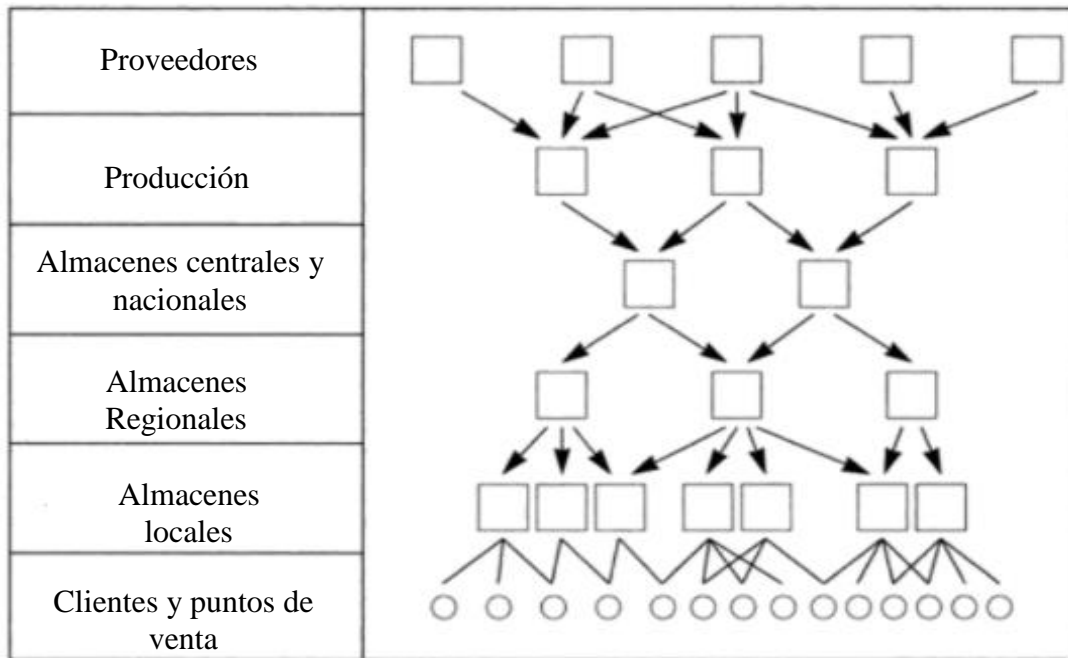


Fuente: Urzelai, 2013.

Cabe recordar que la cadena de suministro es la unión de todas las empresas u organizaciones que participan activamente en la producción, distribución, manipulación, almacenamiento y comercialización. La logística empresarial admite la ejecución planificada y el control de todas las actividades relacionadas con la elaboración o fabricación, almacenaje y traslado de materiales.

Los dos principales objetivos de la logística empresarial son: brindar un excelente servicio al cliente y realizar el trabajo al menor costo posible. Conseguir una logística óptima es complejo; sin embargo, no es imposible. Se describe la representación esquematizada de los elementos de la logística empresarial, en la siguiente figura:

Diagrama 24. Logística empresarial



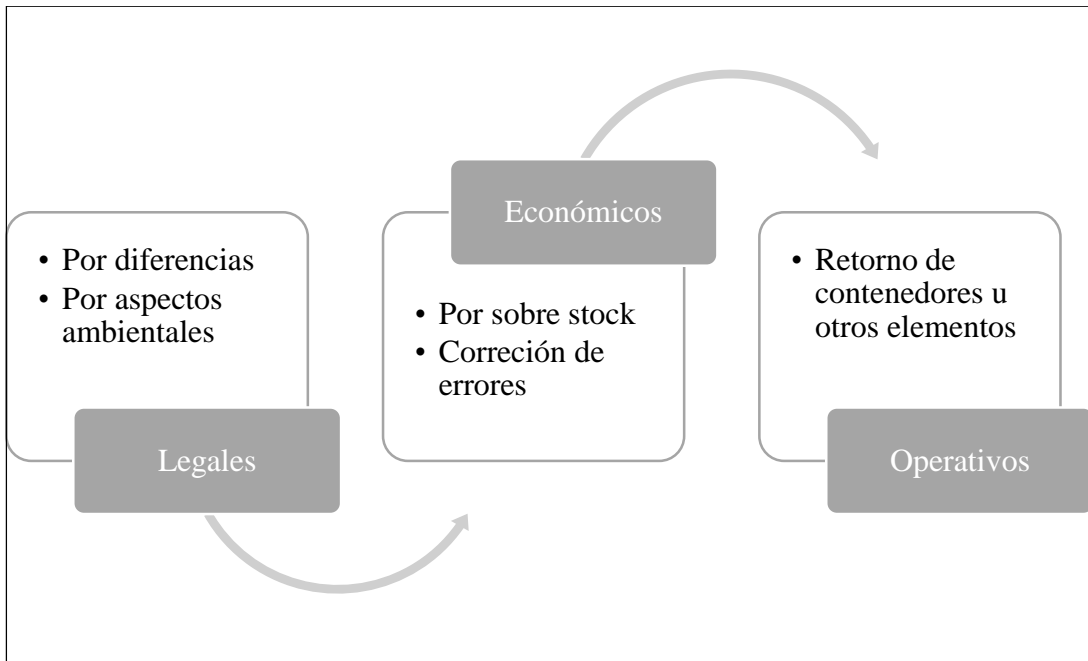
Fuente: Soret, 2004.

La logística combina en un mismo sistema de control diferentes flujos, tal como se describen en los siguientes dos párrafos: flujo directo, flujo inverso y flujo de retorno de información. Flujo directo de mercancía: los productos pasan desde la fuente inicial, es decir, desde el ingreso mismo de las materias primas a procesar, al pasar por la cadena productiva y llegar hasta el consumidor final.

Flujo inverso de mercancía: “el proceso de flujo de la mercancía desde el punto de consumo al punto de origen, con el propósito de recuperar el valor primario o disponer adecuadamente de él” (Iglesias, 2013) pág.: 9.

Existen tres motivos o razones por las cuales puede producirse el retorno de las mercancías, entre los cuales están; los motivos legales, económicos y operativos, tal y como se muestra en el diagrama siguiente.

Diagrama 25. Motivos de retorno de mercadería



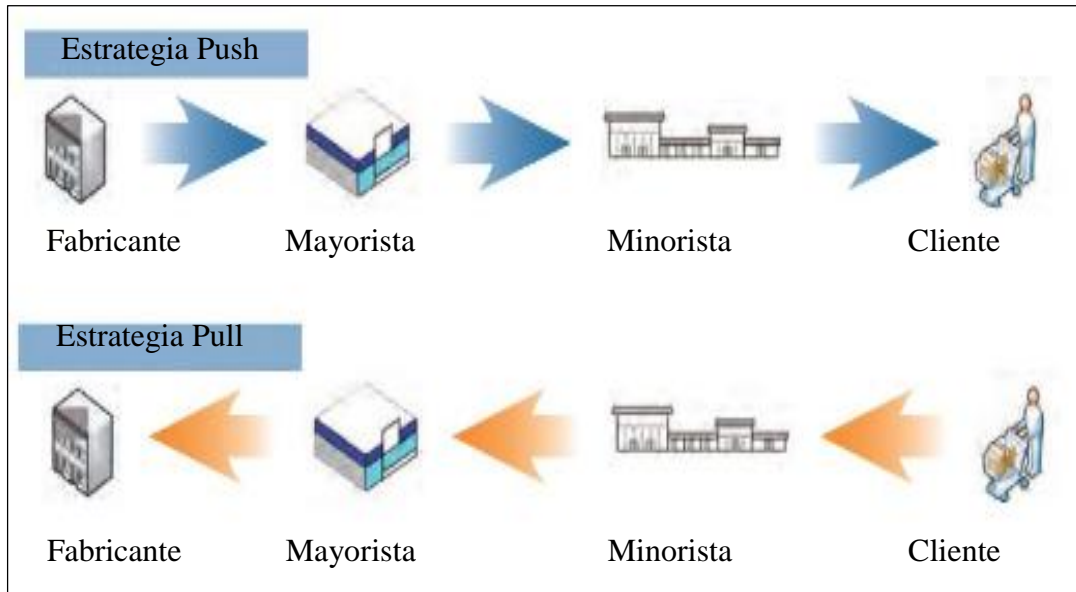
Fuente: elaborado por el autor, 2020.

Los tres motivos arriba mencionados son dañinos para la empresa, muchos traen grandes consecuencias intrínsecamente, es por eso que la logística juega un papel sumamente trascendental dentro de las organizaciones, la clave o importancia radica en evitar este tipo retornos que no solo cuestan dinero, sino tiempo, espacio, reprocesos, entre otros.

Flujo de retorno de información: está gestión y control de la información se origina en cada proceso operativo logístico, retorna la información hacia procesos anteriores para acometer una adecuada toma de decisiones. Es fundamental esta retroalimentación recíproca

En la siguiente figura, se muestra el flujo de la mercancía, que va de la empresa o fabricante hacia el cliente final y viceversa, es decir, bajo el sistema o estrategia Push y Pull.

Figura 11. Sistema de empuje y arrastre de las mercancías



Fuente: Iglesias, 2016.

Pese a la evolución que sufren o resisten los mercados en todos los diferentes sectores empresariales, la logística integral, circunscribe las actividades que forman parte del movimiento físico de materiales, sean herramientas, materias primas, suministros o productos terminados, el inventario de productos de fabricación y el inventario de productos acabados, entre los puntos de origen y los puntos de empleo o consumo final.

“Todas las actividades empresariales que conforman parte de la logística, varían de empresa en empresa, sujetas a sus características propias, tales como; su estructura, las opiniones de los directores acerca del alcance logístico, las operaciones de la empresa” (Iglesias, 2016).

II.8.7. Logística propia o externalizada el outsourcing logístico

El sistema logístico de toda organización está compuesto por una serie de operaciones heterogéneas o dispares, aunque plenamente especializadas y perfectamente interrelacionadas entre sí. Este proceso logístico puede incluir solamente personal interno, es decir que pertenezcan a la nómina de la empresa o el denominado outsourcing.

“La gestión de este sistema, tanto el personal y los medios necesarios como la dirección y supervisión, puede abordarse de forma interna o propia, o de forma externa o subcontratada, al acceder a los denominadores de servicios logísticos suministrados por empresas especializadas” (Iglesias, 2016) pág.: 15.

Dentro de todos los posibles servicios logísticos a subcontratar por las empresas, abarcan una variedad de actividades y funciones, tales como: transportes, es decir, empresas dedicadas al traslado de mercancías o distribución, gestión de almacenes, producción, manufactura o manipulación, gestión de inventarios y sistemas de información, entre otros.

Antes de realizar la subcontratación u outsourcing empresarial, se debe realizarse un análisis previo, en el cual debe establecerse con mucha claridad y precisión, los objetivos que se pretenden alcanzar con la subcontratación, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes; los costos a erogar, los niveles de servicio a necesitar, el seguimiento y control de las operaciones, la gestión de la operación y organización, entre otros.

“El análisis debe permitir desarrollar un proyecto de subcontratación ajustado a la estrategia y al entorno de la empresa; se determinarán qué actividades concretas son susceptibles de subcontratación, qué requerimiento técnicos y organizativos conllevará, cuáles serán las fases de desarrollo” (Iglesias, 2016) pág.: 16.

III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Este capítulo contiene los datos obtenidos del trabajo de campo realizado en Ingenio La Unión, S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, con el fin de comprobar la hipótesis: “El incumplimiento de producción meta de azúcar blanco en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, en los últimos cinco años, por el deficiente flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar; es debido a la ausencia de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento”, para la cual se emplearon dos cuestionarios con tres preguntas cerradas dicotómicas cada uno.

La primera boleta para comprobar la Variable Dependiente “Y” (Efecto): Incumplimiento de producción meta de azúcar blanco en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, en los últimos cinco años, realizado a tres superintendentes del departamento de Corte Alce y Transporte (CAT), Departamento de Producción y Departamento de Fabricación de Ingenio La Unión S.A., mediante censo, ya que la población es menor a 35 personas.

La segunda boleta para comprobar la Variable Independiente “X” (Causa): Ausencia de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, realizada a cuatro jefes de las jefaturas de Planificación de cosecha, Transporte, Cosecha y Fabricación de Ingenio La Unión S.A. Santa Lucía Cotzumalguapa, mediante censo, ya que la población es menor a 35 personas.

Se presenta a continuación los cuadros y las gráficas obtenidas en el trabajo de campo realizado por el autor, las que se clasifican de la manera siguiente:

Del cuadro 15 al 17 se refiere a la comprobación de la variable dependiente Y o efecto; y del cuadro 18 al 20, para comprobar la variable independiente X o causa principal.

III.1. Cuadros y gráficas utilizados para la comprobación de la variable dependiente (Y) o el efecto.

Cuadro 15.

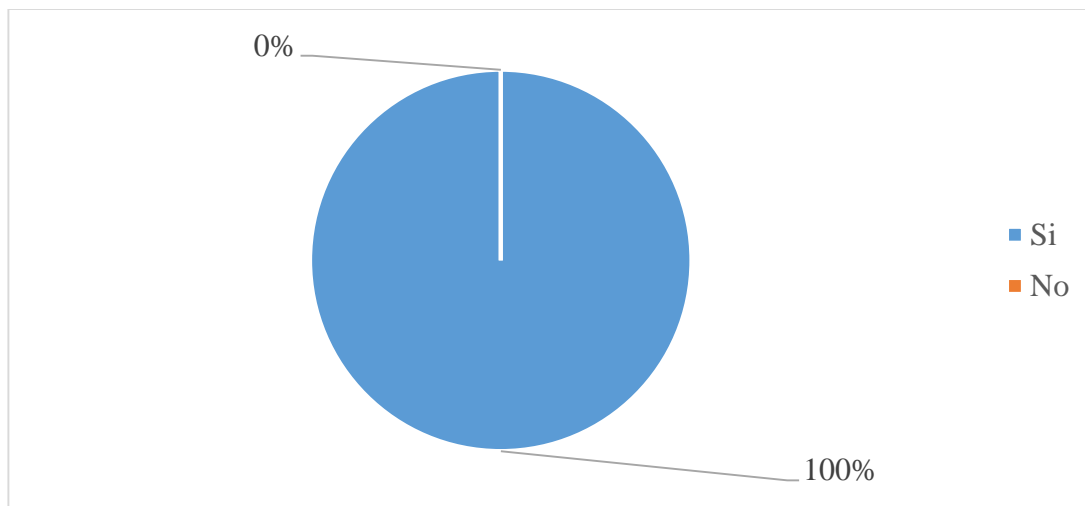
Incumplimiento de producción meta de azúcar blanco en Ingenio La Unión S.A.

Respuestas	Cantidad de Superintendentes	Valor relativo (%)
Si	3	100
No	0	0
Totales	3	100

Fuente: Información obtenida de los superintendentes del CAT, Departamento de Producción y Fabricación de Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, octubre de 2020.

Gráfica 1.

Incumplimiento de producción meta de azúcar blanco en Ingenio La Unión S.A.



Fuente: Información obtenida de los superintendentes del CAT, Departamento de Producción y Fabricación de Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, octubre de 2020.

Análisis: El cuadro y gráfica anteriores reflejan el incumplimiento de producción meta de azúcar blanco en Ingenio La Unión S.A., según la opinión de los superintendentes, es debido al deficiente flujo continuo, por ende, se comprueba la variable dependiente o efecto.

Cuadro 16.

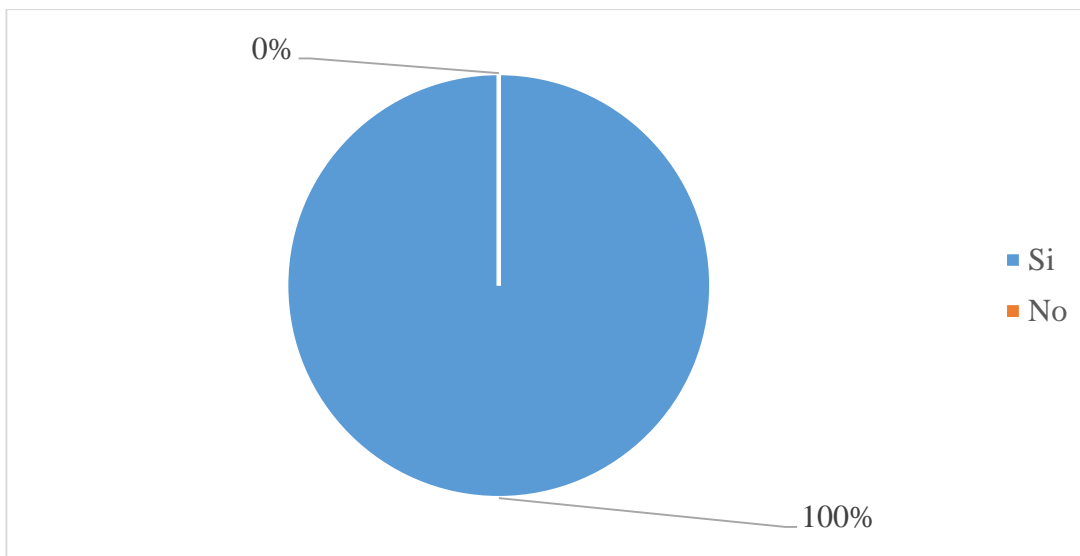
Superintendentes que conocen las causas del incumplimiento de producción meta de azúcar blanco

Respuestas	Cantidad de Superintendentes	Valor relativo (%)
Si	3	100
No	0	0
Totales	3	100

Fuente: Información obtenida de los superintendentes del CAT, Departamento de Producción y Fabricación de Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, octubre de 2020.

Gráfica 2.

Superintendentes que conocen las causas del incumplimiento de producción meta de azúcar blanco



Fuente: Información obtenida de los superintendentes del CAT, Departamento de Producción y Fabricación de Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, octubre de 2020.

Análisis: Según el cuadro y gráfica anteriores, todos los superintendentes conocen que la causa principal del incumplimiento de la producción meta de azúcar blanco, es la falta del sistema “Justo a tiempo”, por consiguiente, se contribuye a comprobar la variable dependiente.

Cuadro 17.

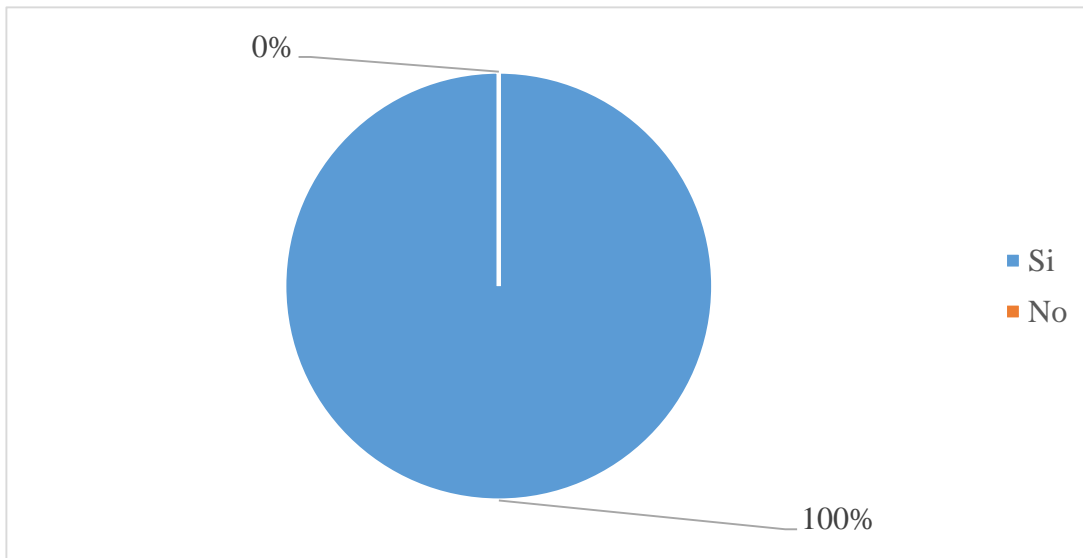
Superintendentes que han buscado alternativas para cumplir con la producción meta de azúcar blanco

Respuestas	Cantidad de Superintendentes	Valor relativo (%)
Si	3	100
No	0	0
Totales	3	100

Fuente: Información obtenida de los superintendentes del CAT, Departamento de Producción y Fabricación de Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, octubre de 2020.

Gráfica 3.

Superintendentes que han buscado alternativas para cumplir con la producción meta de azúcar blanco



Fuente: Información obtenida de los superintendentes del CAT, Departamento de Producción y Fabricación de Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, octubre de 2020.

Análisis: Todos los superintendentes conocen alternativas para cumplir la producción meta de azúcar blanco en Ingenio La Unión S.A. tal como la metodología “Justo a tiempo”, se apoya a la comprobación de la variable dependiente.

III.2. Cuadros y gráficas utilizados para la comprobación de la variable independiente (X) o la causa.

Cuadro 18.

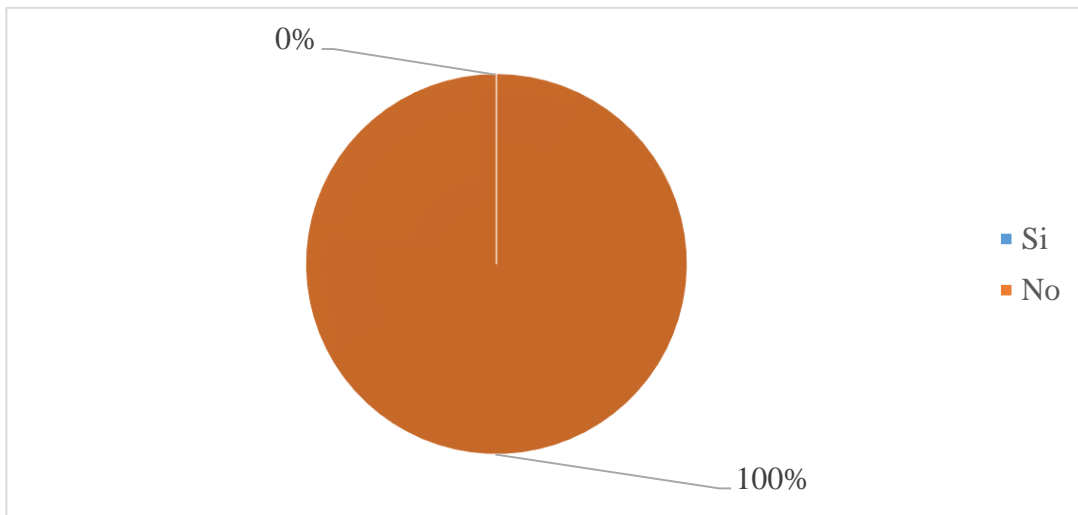
Jefes que han implementado la metodología Justo a tiempo en el procesamiento de caña de azúcar.

Respuestas	Cantidad de jefes	Valor relativo (%)
Si	0	0
No	4	100
Totales	4	100

Fuente: Información obtenida de jefaturas de Planificación de Cosecha, Transporte, Cosecha y Fabricación de Ingenio La Unión S.A. Santa lucía Cotzumalguapa, Escuintla, octubre 2020.

Gráfica 4.

Jefes que han implementado la metodología Justo a tiempo en el procesamiento de caña de azúcar.



Fuente: Información obtenida de jefaturas de Planificación de Cosecha, Transporte, Cosecha y Fabricación de Ingenio La Unión S.A. Santa lucía Cotzumalguapa, Escuintla, octubre 2020.

Análisis: Según el cuadro y gráfica anteriores, las cuatro jefaturas saben que no ha sido implementada la metodología Justo a tiempo en el proceso de azúcar blanco. Por consiguiente, se contribuye a la comprobación de la causa principal.

Cuadro 19.

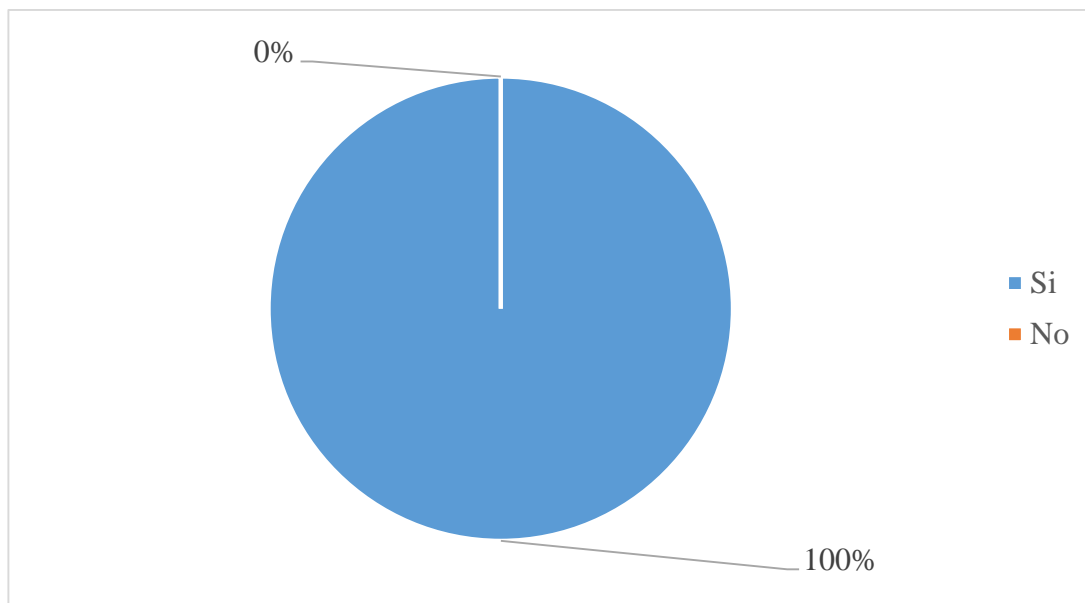
Jefes que consideran necesaria la metodología Justo a tiempo.

Respuestas	Cantidad de jefes	Valor relativo (%)
Si	4	100
No	0	0
Totales	4	100

Fuente: Información obtenida de jefaturas de Planificación de Cosecha, Transporte, Cosecha y Fabricación de Ingenio La Unión S.A. Santa lucía Cotzumalguapa, Escuintla, octubre 2020.

Gráfica 5.

Jefes que consideran necesaria la metodología Justo a tiempo.



Fuente: Información obtenida de jefaturas de Planificación de Cosecha, Transporte, Cosecha y Fabricación de Ingenio La Unión S.A. Santa lucía Cotzumalguapa, Escuintla, octubre 2020.

Análisis: Como se aprecia en los datos arriba descritos todos los jefes de área creen necesario la implementación de la metodología Justo a tiempo en el procesamiento de azúcar de blanco, esto ayudará a alcanzar la producción meta, esto contribuye a comprobar la variable independiente.

Cuadro 20.

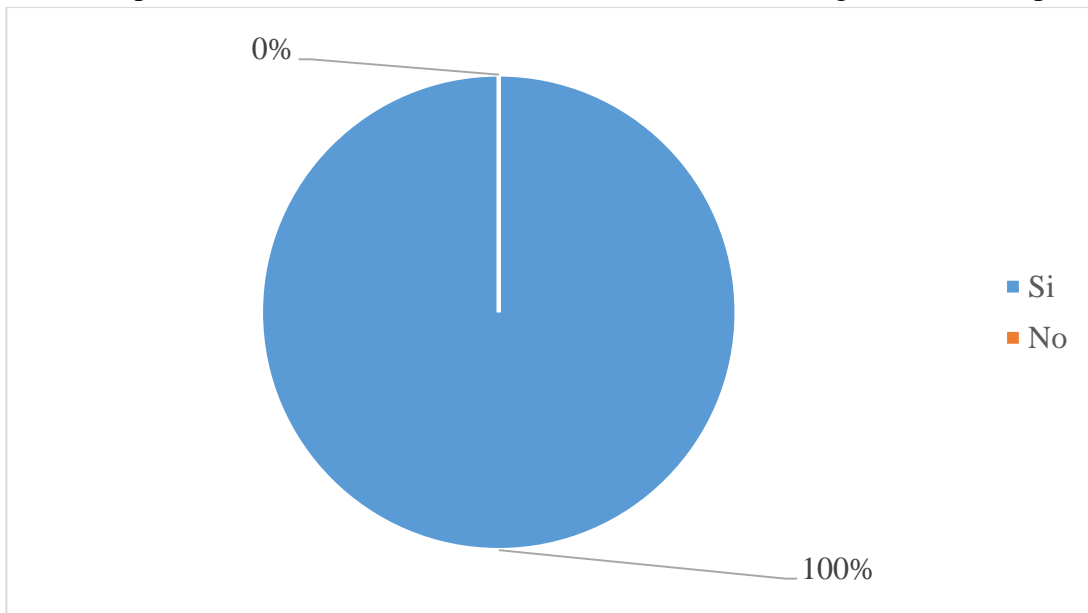
Jefes dispuestos a contribuir con las actividades de la metodología Justo a tiempo.

Respuestas	Cantidad de jefes	Valor relativo (%)
Si	4	100
No	0	0
Totales	4	100

Fuente: Información obtenida de jefaturas de Planificación de Cosecha, Transporte, Cosecha y Fabricación de Ingenio La Unión S.A. Santa lucía Cotzumalguapa, Escuintla, octubre 2020.

Gráfica 6.

Jefes dispuestos a contribuir con las actividades de la metodología Justo a tiempo.



Fuente: Información obtenida de jefaturas de Planificación de Cosecha, Transporte, Cosecha y Fabricación de Ingenio La Unión S.A. Santa lucía Cotzumalguapa, Escuintla, octubre 2020.

Análisis: Según los datos obtenidos, los jefes están en disposición de colaborar en las actividades de la metodología Justo a tiempo, por lo que hay que aprovechar esa disposición. Se contribuye a la comprobación de la variable independiente

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante la elaboración de la presente propuesta, se llegó a las siguientes conclusiones:

IV.1. Conclusiones

1. Se comprueba la hipótesis: “El incumplimiento de producción meta de azúcar blanco en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, en los últimos cinco años, por el deficiente flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar; es debido a la ausencia de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento”. Con 100% de nivel de confianza y 0% de error de muestreo.
2. No se ha logrado cumplir con la meta de la producción de azúcar blanco en Ingenio La Unión S.A., debido a tiempos muertos en la recepción de la caña de azúcar.
3. Existe deficiente flujo continuo en el abastecimiento de materia prima hacia producción, por lo que se incumple la producción meta en Ingenio La Unión.
4. El incumplimiento de producción meta de azúcar blanco, repercute en el pago de tiempo extraordinario, debido a la necesidad de trabajar mayor tiempo.
5. Las jefaturas de Planificación de Cosecha, Transporte, Cosecha y Fabricación de Ingenio La Unión S.A, están dispuestos a contribuir en las actividades para la implementación de la metodología Justo a tiempo.
6. El costo de producción por saco, se ve afectado por el incumplimiento de la producción meta en el ingenio.
7. Es viable cumplir con la producción meta de azúcar blanco al implementar la metodología Justo a Tiempo.

IV.2. Recomendaciones

Luego del análisis, presentación de datos y conclusiones definidas, se recomienda lo siguiente:

1. Ejecutar la propuesta de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.
2. Cumplir con la meta de producción de azúcar blanco en Ingenio La Unión S.A., al mejorar la logística de recepción de la caña de azúcar.
3. Mejorar flujo continuo de abastecimiento de materia prima hacia producción, por medio de un monitoreo constante, para alcanzar la producción meta de azúcar blanco.
4. Elevar la eficiencia productiva para cumplir con la producción meta y reducir el pago extraordinario innecesario.
5. Aprovechar la disposición que tienen las jefaturas de Planificación de cosecha, Transporte, Cosecha y Fabricación de Ingenio del Ingenio La Unión S.A. en contribuir en las actividades de la metodología Justo a tiempo.
6. Buscar alternativas de trabajo para eliminar la falta de flujo continuo en el proceso, así poder cumplir con la meta productiva y reducir el costo por saco.
7. Elevar el índice de producción para cumplir con la meta de azúcar blanco, con la metodología propuesta Justo a tiempo.

Bibliografía

Libros

1. Aldavert, J., Vidal, E., Lorente, A. y Aldavert, X. (2018). Guía práctica 5S para la mejora continua: La base del Lean. Segunda Edición. España: Alda Talent Editorial.
2. Alonso, A. (1998). Conceptos de organización industrial. España: Marcombo Boixareu Editores.
3. Anaya, J. (2007). Logística integral: la gestión operativa de la empresa. Tercera edición. España: ESIC Editorial.
4. Anaya, J. (2016). Organización de la producción industrial. Un enfoque de gestión operativa en fábrica. España: ESIC Editorial.
5. Buzón, A. (2019). Lean Manufacturing. España: Editorial Elearning S.L.
6. Cabrera, R. (2014). Lean Six Sigma TOC. Simplificado.PYMES. Rafael Carlos Cabrera Calva.
7. Cuatrecasas, L. (2006). Claves de Lean Management. Un enfoque para la alta competitividad en un mundo globalizado. España: Gestión 2000.
8. Cuatrecasas, L. (2012). La producción. Procesos. Relación entre productos y procesos: Organización de la producción y dirección de operaciones. España: Ediciones Díaz de Santos.
9. Cuatrecasas, L. (2010). TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva. España: Profit Editorial.

10. Dombriz, M., Sanz, I., Peñaranda, I., Enguix, J. y Mas, J. (2020). Transporte ferroviario de mercancías. España: Marge Books Ediciones.
11. Godínez, A. Hernández, G. (2014). El gran libro de los Procesos Esbeltos: Los Principios actuales de Manufactura Esbelta y Mejora Continua. México: Ignus Media Innovatinon.
12. Iglesias, A. (2016). Distribución y logística. España: ESIC Editorial.
13. Krajewski, L. y Ritzman, L. (2000). Administración de operaciones: estrategia y análisis. México: Pearson Educación.
14. Martínez, C., Corredor, A. y Herazo, G. (2006). Negocios internacionales. Estrategias globales. Colombia: Editorial y publicaciones Universidad Santo Tomás.
15. Mira, A. (2006). Operadores logísticos. Claves y perspectivas de los servicios de los operadores logísticos. España: Marge Books Ediciones.
16. Miranda, L. (2006). Seis Sigma / Six Sigma: Guía Para Principiantes. México: Panorama Editorial.
17. Monsalve, G. (2019). Programación y control para sistemas productivos y de servicios. Colombia: Fondo Editorial ITM.
18. Moya, J. (1997). Estrategia, gestión y habilidades directivas: un manual para el nuevo directivo. España: Ediciones Díaz de Santos.

19. Niebel, B. y Freivalds, A. (2009). Ingeniería industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo. Duodécima edición. México: Mcgraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.

20. Pascual, R. y Fonollosa, J. (1999). Nuevas técnicas de gestión de stocks: MRP y JIT. España: Marcombo, S.A.

21. Socconini, L. (2019). Lean Manufacturing. Paso a paso. El sistema de gestión empresarial japonés que revolucionó la manufactura y los servicios. España: Marge Books.

22. Soret, I. (2004). Logística comercial y empresarial. Cuarta edición, España: Editorial ESIC.

23. Subirós, F. (1995). Cultivo de la Caña de Azúcar. Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia EUNED.

24. Urzelai, A. (2013). Manual básico de logística integral. España: Ediciones Díaz de Santos.

Tesis

25. Arceo, L. (2007). Promoción e implementación de la mejora continua “kaizen” en pequeñas y medianas empresas (Tesis inédita de Licenciatura). Instituto Politécnico Nacional. México.

26. Chavarro, I. y García, E. (2013). Modelo logístico de transporte de carga con asignaciones mono-fuente a multi-destino empleando dinámica de sistemas sector transportador de carga: caso (Bogotá-Buenaventura) (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad Libre. Colombia.

27. Hernández, A. (2010). Implementación de técnicas manufactura esbelta (Lean Manufacturing), en una planta de empaque de producto terminado. (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

28. Mendoza, D. (2021). Plan de mejora para la gestión de la calidad en el área de producción de la empresa Comolsa S.A.C, 2020. (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Perú

29. Orozco, D. (2012). Optimización de recursos en una empresa de manufactura de empaques flexibles extruidos utilizando algunas de las herramientas de la Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing). (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

30. Peñalver, Y. (2013). Estudio del impacto del tiro directo de la caña en el rendimiento y la eficiencia energética. (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Narro. Cuba.

31. Rivera, F. (2008). El cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) en la región de Cardel, centro de Veracruz (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.

32. Salazar, E. (2017). Análisis beneficio-costo para la adquisición y montaje de un nuevo molino en el tándem a del ingenio Santa Ana (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

33. Velázquez, J. (2006). Manejo de repuestos para un departamento de servicio automotriz, en base a la filosofía Justo a Tiempo (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

ANEXOS

Anexo 1. Modelo de investigación y proyectos: Dominó

f-30-07-2019-01

Modelo De Investigación: Dominó

No. de Grupo: 02-994-018-20

(Derechos reservados por Doctor Fidel Reyes Lee y Universidad Rural de Guatemala)

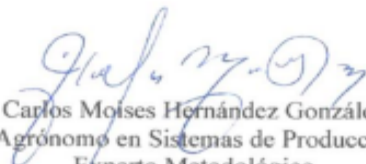
Elaborado por: Evis Manolo Turuy Coronado
Carné: 11-018-0272

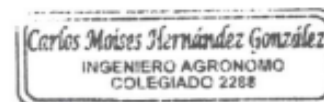
Para: Programa de Graduación de la Universidad Rural de Guatemala
Fecha: 02 de marzo de 2022

Problema	Propuesta	Evaluación
<p>1) Efecto o variable dependiente Incumplimiento de producción meta de azúcar blanco en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, en los últimos cinco años.</p>	<p>4) Objetivo general Cumplir con la producción meta de azúcar blanco en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.</p>	<p>15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general Indicadores: Al quinto año después de la implementación de la metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar, se cumple con la producción meta de azúcar blanco en un 95%. Verificadores: Reportes diarios de producción, Encuestas, Entrevistas. Cooperantes o Supuestos: La Jefatura del Departamento de Cosecha contribuye con la entrega de materia prima a tiempo en campo.</p>
<p>2) Problema central Deficiente flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.</p>	<p>5) Objetivo específico Mejorar el flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.</p>	<p>16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico Indicadores: Al quinto año después de la implementación de la metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar, se mejora el flujo continuo en un 95%. Verificadores: Reportes diarios de producción, Encuestas, Entrevistas. Cooperantes o Supuestos: La Jefatura del Departamento de Transporte contribuye con la entrega puntual de la materia prima en la planta de producción.</p>
<p>3) Causa principal o variable independiente Ausencia de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.</p>	<p>6) Nombre Propuesta de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.</p>	<p>12) Resultados o productos *Se cuenta con la Unidad Ejecutora “Ingenio La Unión S.A.” * Se dispone de la propuesta de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar. * Se formula el programa de capacitación al personal.</p>
<p>7) Hipótesis “El incumplimiento de producción meta de azúcar blanco en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, en los últimos cinco años, por el deficiente flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar; es debido a la ausencia de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento”.</p>		

<p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto</p> <p>1) ¿Hay incumplimiento de producción meta de azúcar blanco en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa? Si ___ No ___</p> <p>2) ¿Conoce la causa del incumplimiento de producción meta de azúcar blanco? Si ___ No ___ si es si ¿Cuál? _</p> <p>3) ¿Ha buscado alternativas para cumplir con la producción meta de azúcar blanco? Si ___ No ___ si es si ¿Cuál?</p> <p>_____ Será dirigida a los 3 superintendentes del Departamento del Corte Alce y Transporte (CAT), Departamento de producción y Departamento de fabricación del Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla; mediante un censo.</p>	<p>13) Ajuste de costos y tiempo (No aplica)</p>
<p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal</p> <p>1. ¿Ha implementado la metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar? Si ___ No ___</p> <p>2. ¿Considera necesaria la metodología “Justo a tiempo”? Sí ___ No ___</p> <p>3. ¿Estaría dispuesto a contribuir con las actividades de la metodología “Justo a tiempo”? Sí ___ No ___</p>	<p>14) Anotaciones, Aclaraciones y advertencias</p> <p>Forma de presentar resultados: El investigador para cada resultado debe identificar por lo menos cuatro actividades: R1: Se cuenta con la Unidad Ejecutora “Ingenio La Unión S.A.”. A1 An R2: Se dispone de la propuesta de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar. A1 An R3: Se formula el programa de capacitación al personal. A1 An</p>

<p>Será dirigida a los 4 jefes de las siguientes jefaturas: Planificación de cosecha, Transporte, Cosecha y Fabricación del Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla; mediante un censo.</p>	
<p>10) Temas del Marco Teórico</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Azúcar. 2. Producción de azúcar blanco. 3. Producción meta. 4. Flujo continuo. 5. Tiempos muertos. 6. Sistemas de calidad de producción. 7. Metodología “Justo a tiempo”. 8. Logística. 	
<p>11) Justificación:</p> <p>El investigador debe de establecer la importancia de su tema de tesis proyectando la baja producción de azúcar blanco con y sin la propuesta de implementación de metodología “Justo a tiempo”.</p>	


 Carlos Moises Hernández González
 Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola
 Experto Metodológico

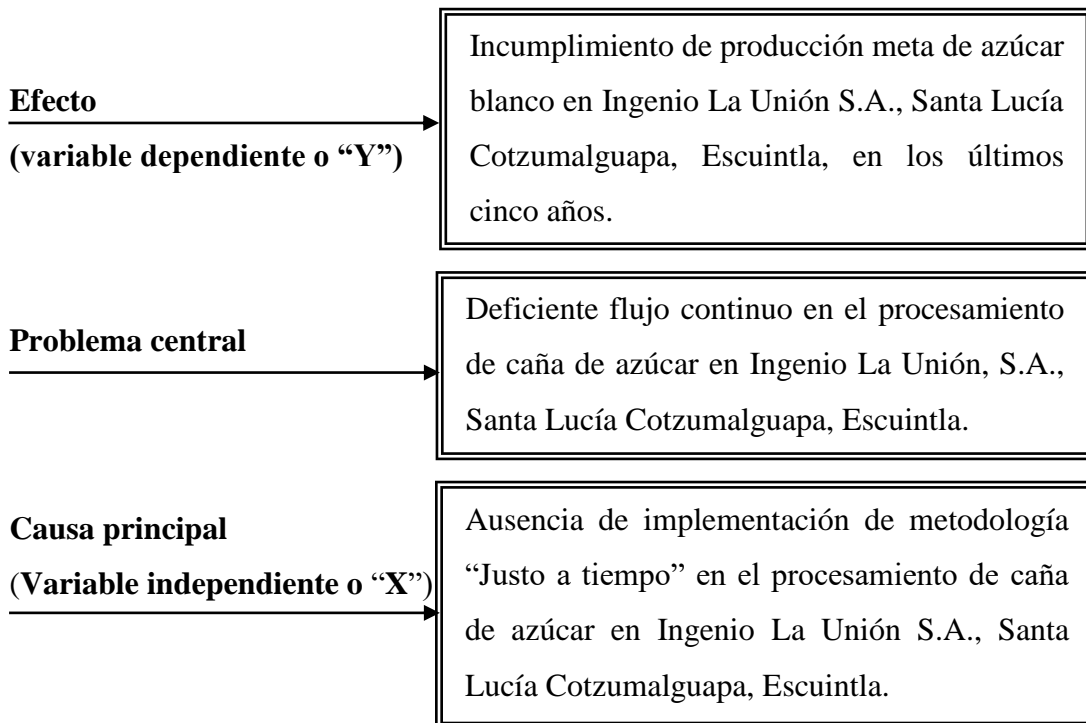


Anexo 2. Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos

Anexo 2.1. Árbol de problemas e hipótesis

Tópico: Deficiente flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar.

De acuerdo a la investigación realizada en Ingenio La Unión, S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla y con la ayuda del método científico y del marco lógico fue posible identificar el siguiente problema, así como causa y efecto.



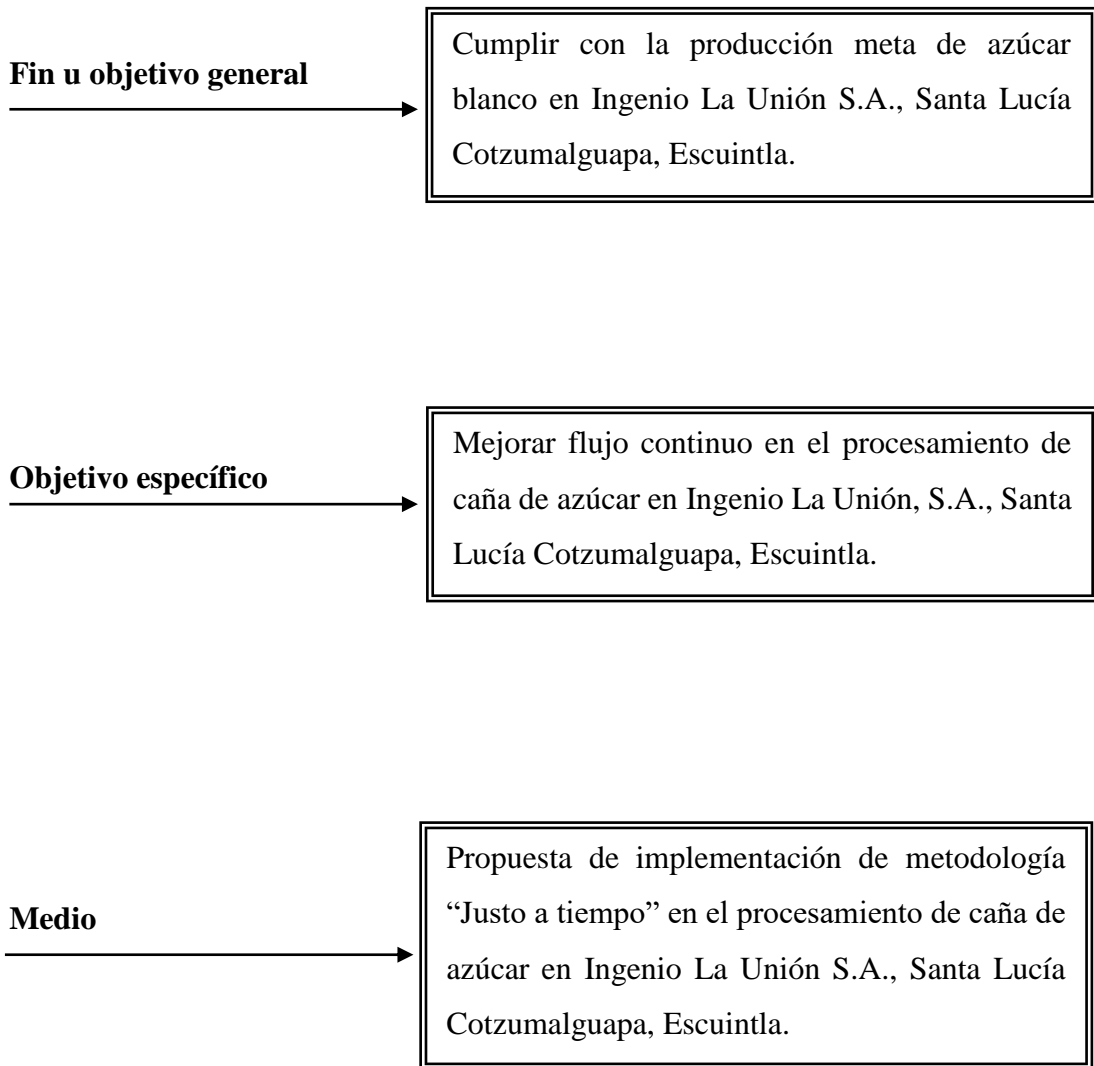
Hipótesis de trabajo:

“El incumplimiento de producción meta de azúcar blanco en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, en los últimos cinco años, por el deficiente flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar; es debido a la ausencia de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento”.

¿Es la ausencia de implementación de la metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, por deficiente flujo continuo, la causante del incumplimiento de producción meta en los últimos cinco años?

Anexo 2.2. Árbol de objetivos

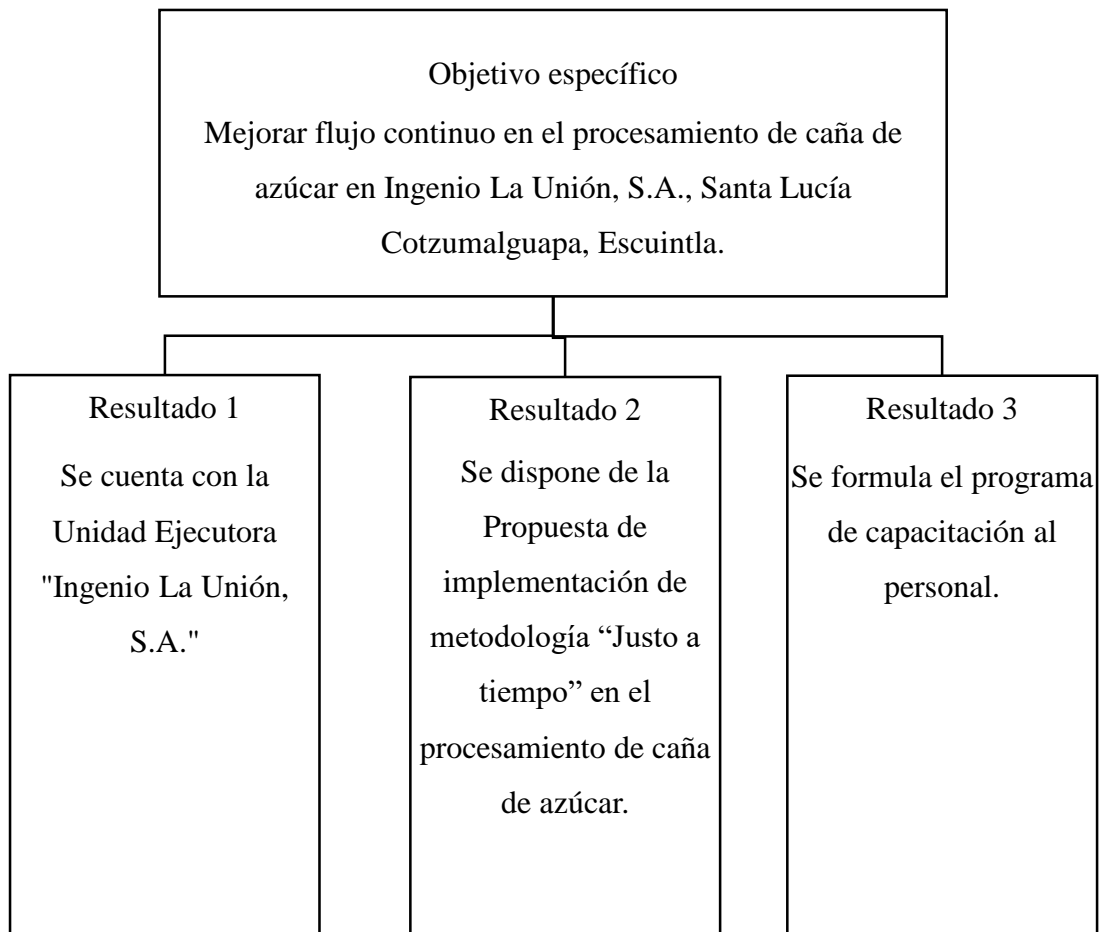
De acuerdo con la problemática, causa y efecto planteados en el árbol de problemas, fue posible la determinación y diagramación de los objetivos del trabajo de graduación.



Anexo 3. Diagrama del medio de solución de la problemática

La propuesta fue diseñada de tal forma que permita cumplir con los objetivos planteados al inicio de la misma.

Dicha propuesta la integran tres resultados, los cuales son detallados a continuación:



Anexo 4. Boleta de investigación para la comprobación del efecto general

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Licenciatura

Boleta de investigación

Variable Dependiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene como finalidad comprobar la Variable Dependiente **“Incumplimiento de producción meta de azúcar blanco en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, en los últimos cinco años”**.

Esta boleta se aplicará a tres a superintendentes del departamento de Corte Alce y Transporte (CAT), Departamento de Producción y Departamento de Fabricación de Ingenio La Unión S.A., mediante censo.

Indicaciones: A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder y marcar con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela en el momento que se le indique.

1. ¿Hay incumplimiento de producción meta de azúcar blanco en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa?

Sí _____

No _____

2. ¿Conoce la causa del incumplimiento de producción meta de azúcar blanco?

Sí _____

No _____

3. ¿Ha buscado alternativas para cumplir con la producción meta de azúcar blanco?

Sí _____

No _____

Observaciones: _____

Lugar y fecha: _____

Anexo 5. Boleta de investigación para la comprobación de la causa principal

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Licenciatura

Boleta de investigación

Variable Independiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene como finalidad comprobar la variable independiente **“Ausencia de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla”**.

Esta boleta se aplicará a cuatro jefes de las jefaturas de Planificación de cosecha, Transporte, Cosecha y Fabricación de Ingenio La Unión S.A. Santa Lucía Cotzumalguapa, mediante censo.

Indicaciones: A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder y marcar con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela en el momento que se le indique.

1. ¿Ha implementado la metodología Justo a tiempo en el procesamiento de caña de azúcar?

Sí _____

No _____

2. ¿Considera necesaria la metodología Justo a tiempo?

Sí _____

No _____

3. ¿Estaría dispuesto a contribuir con las actividades de la metodología Justo a tiempo?

Sí _____

No _____

Observaciones: _____

Lugar y fecha: _____

Anexo 6. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo de muestra

No se realizó cálculo de la muestra, debido a que las poblaciones objeto de estudio, es limitada.

Para comprobar la variable dependiente Y, se tomaron a tres superintendentes del departamento de Corte Alce y Transporte (CAT), Departamento de Producción y Departamento de Fabricación de Ingenio La Unión S.A. se realizó censo debido que la población es menor a 35 elementos.

Para comprobar la variable independiente X, se tomaron cuatro jefes de las jefaturas de Planificación de Cosecha, Transporte, Cosecha y Fabricación de Ingenio La Unión S.A. no se realizó cálculo de muestra, debido a que la población también es menor a 35 elementos, por lo que se realizó censo para obtener el 100% de confiabilidad y 0% margen de error.

Anexo 7. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación

Este coeficiente es un indicador estadístico que nos indica el grado de correlación de dos variables; es decir el comportamiento gráfico de las mismas, para trazar la ruta para proyectar dichas variables. En este caso el coeficiente de correlación es igual a 0.92, lo que indica que el comportamiento de estas variables obedece a la ecuación de la línea recta; cuya fórmula simplificada es la siguiente: $y = a+bx$.

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables, el coeficiente de correlación debe oscilar de $\geq \pm 0.8, \leq \pm 1$

A continuación, se presentan los cálculos y fórmula utilizada para obtener dicho coeficiente.

Cálculo del coeficiente de correlación

Requisito: Coeficiente de correlación: $\geq \pm 0.8, \leq \pm 1$

Cuadro de frecuencia de producción de azúcar blanco durante los últimos cinco años (en sacos de 50 kg)

AÑOS	X (años)	Y Incumplimiento de producción meta (en sacos de 50 kg)	XY	X ²	Y ²
2016	1	3,818	3,818	1	14,577,124
2017	2	3,566	7,132	4	12,716,356
2018	3	4,092	12,276	9	16,744,464
2019	4	4,910	19,640	16	24,108,100
2020	5	5,891	29,455	25	34,703,881
Totales	15	22,277	72,321	55	102,849,925

Cálculo de correlación

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	72321
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	102849925.00
$\sum Y=$	22277
$n\sum XY=$	361605
$\sum X*\sum Y=$	334155
Numerador=	27450
$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum Y^2=$	514249625.00
$(\sum Y)^2=$	496264729.00
$n\sum X^2-(\sum X)^2=$	50
$n\sum Y^2-(\sum Y)^2=$	17984896
$(n\sum X^2-(\sum X)^2)*(n\sum Y^2-(\sum Y)^2)=$	899244800.00
Denominador=	29987.41069
r=	0.92

FÓRMULA:

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

Análisis:

Al desarrollar el cálculo matemático, se determinó un coeficiente de correlación (r) equivalente a 0.92, el cual genera una certeza estadística para el desarrollo del pronóstico en relación a los datos descritos del incumplimiento de producción meta de los últimos cinco años.

Anexo 8. Anexo metodológico de la proyección

Para proyectar el impacto que genera la problemática estudiada, se procedió a utilizar la proyección lineal del fenómeno estudiado.

Previo a ello se procedió a determinar el comportamiento de la variable tiempo, respecto a los casos sujetos de estudio en el tiempo, conforme a una serie histórica dada, la que se encuentra dentro de los parámetros aceptables para considerarse como un comportamiento lineal, que se resume con la ecuación siguiente: $y=a+bx$.

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables, el coeficiente de correlación debe oscilar de $\geq \pm 0.8, \leq \pm 1$; cuyo cálculo es parte integrante de este documento.

A continuación, se presentan los cálculos y la tabla de análisis de varianza para proyectar los datos correspondientes.

Proyección lineal:

AÑOS	X (años)	Y Incumplimiento de producción meta (en sacos de 50 kg)	XY	X ²	Y ²
2016	1	3,818	3,818	1	14,577,124
2017	2	3,566	7,132	4	12,716,356
2018	3	4,092	12,276	9	16,744,464
2019	4	4,910	19,640	16	24,108,100
2020	5	5,891	29,455	25	34,703,881
Totales	15	22,277	72,321	55	102,849,925

Cálculo de proyección sin proyecto

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	72321
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	102849925.00
$\sum Y=$	22277
$n\sum XY=$	361605
$\sum X*\sum Y=$	334155
Numerador de b:	27450
Denominador de b:	
$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
b=	549
Numerador de a:	
$\sum Y=$	22277
$b * \sum X =$	8235
Numerador de a:	14042
a=	2808.4

FÓRMULAS:

$$b = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

FÓRMULAS:

$$a = \frac{\sum y - b\sum x}{n}$$

Ecuación de la recta $Y = a + bx$

Ecuación de la recta $Y = a + (b * x)$				
Y=	a	+	(b * X)	
Y=	2808.4	+	549	X
Y=	2808.4	+	549	6
Y (2021) =	6,102 sacos de azúcar blanco de 50 kg.			

Ecuación de la recta $Y = a + (b * x)$				
Y =	a	+	(b * X)	
Y =	2808.4	+	549	X
Y =	2808.4	+	549	7
Y (2022) =	6,651 sacos de azúcar blanco de 50 kg.			

Ecuación de la recta $Y = a + (b * x)$				
Y =	a	+	(b * X)	
Y =	2808.4	+	549	X
Y =	2808.4	+	549	8
Y (2023) =	7,200 sacos de azúcar blanco de 50 kg.			

Ecuación de la recta $Y = a + (b * x)$				
Y =	a	+	(b * X)	
Y =	2808.4	+	549	X
Y =	2808.4	+	549	9
Y (2024) =	7,749 sacos de azúcar blanco de 50 kg.			

Ecuación de la recta $Y = a + (b * x)$				
Y =	a	+	(b * X)	
Y =	2808.4	+	549	X
Y =	2808.4	+	549	10
Y (2025) =	8,298 sacos de azúcar blanco de 50 kg.			

Cálculo de la proyección con proyecto

Calculo porcentual de la solución de la problemática por año y resultado

Resultados / Años	6 (2021)	7 (2022)	8 (2023)	9 (2024)	10 (2025)	
Resultado 1. (Se cuenta con la Unidad Ejecutora "Ingenio La Unión, S.A.")						
Selección de personal	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	2.0%	
Creación del diseño	1.0%	1.0%	1.0%	2.0%	2.0%	
Aprobación y socialización de propuesta	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	
Resultado 2. (Se dispone de Propuesta de implementación de metodología Justo a tiempo en procesamiento de caña de azúcar)						
Educación y creación de equipo JIT	2.0%	2.0%	1.0%	2.0%	1.0%	Solución
Formación del equipo	1.0%	2.0%	3.0%	2.0%	2.0%	
Mejora en procesos	2.0%	2.0%	2.0%	3.0%	1.0%	
Mejora en el control	1.0%	2.0%	1.0%	1.0%	2.0%	
Evaluación desempeño	2.0%	2.0%	1.0%	2.0%	1.0%	
Resultado 3. (Se formula programa de capacitación al personal)						
Planeación de programa	2.0%	2.0%	3.0%	3.0%	2.0%	
Aprobación de programa	2.0%	2.0%	3.0%	3.0%	3.0%	
Socialización de programa	3.0%	2.0%	3.0%	3.0%	3.0%	
Total	18.0%	19.0%	20.0%	23.0%	20.0%	100.00%

Proyección incumplimiento producción meta a cinco años con proyecto (sacos 50 kg)

Año proyectado	=	Año anterior	-	%	Con propuesta
Y (2021)	=	Y (2020)	-	15%	=
Y (2021)	=	5,891	-	884	5,007
Y (2021)	=	5,007	Incumplimiento de producción meta (en sacos de 50 kg)		

Y (2022)	=	Y (2021)	-	17%	=
Y (2022)	=	5,007	-	851	4,156
Y (2022)	=	4,156	Incumplimiento de producción meta (en sacos de 50 kg)		

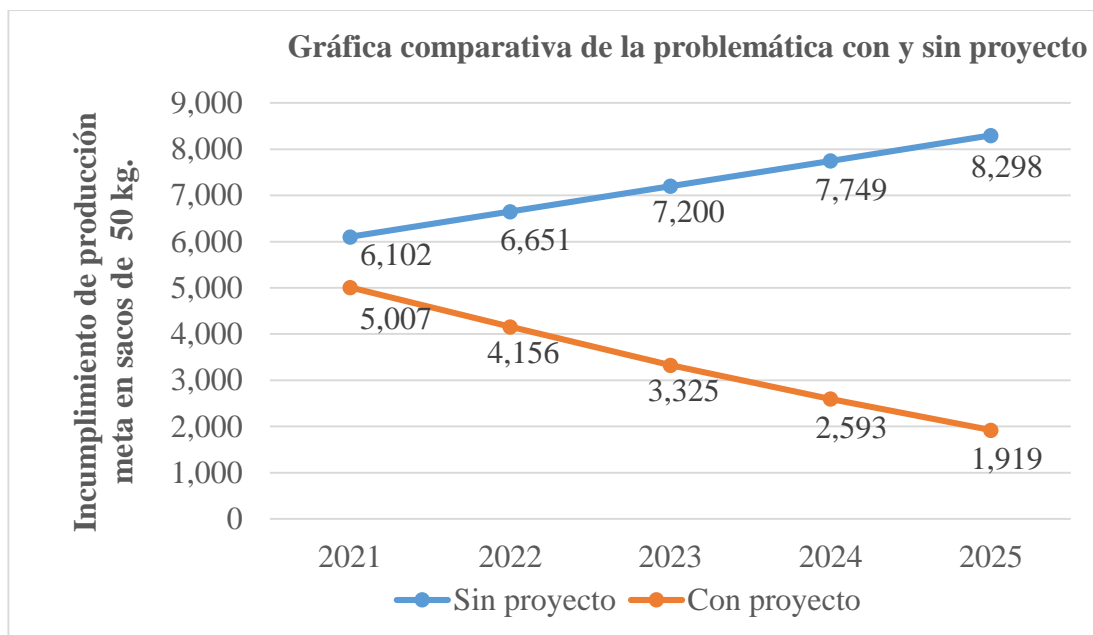
Y (2023)	=	Y (2022)	-	20%	=
Y (2023)	=	4,156	-	831	3,325
Y (2023)	=	3,325	Incumplimiento de producción meta (en sacos de 50 kg)		

Y (2024)	=	Y (2023)	-	22%	=
Y (2024)	=	3,325	-	732	2,593
Y (2024)	=	2,593	Incumplimiento de producción meta (en sacos de 50 kg)		

Y (2025)	=	Y (2024)	-	26%	=
Y (2025)	=	2,593	-	674	1,919
Y (2025)	=	1,919	Incumplimiento de producción meta (en sacos de 50 kg)		

Cuadro comparativo de la problemática con y sin proyecto

Año	Incumplimiento de la producción meta (sacos de 50 kg) Sin proyecto	Incumplimiento de la producción meta (sacos de 50 kg) Con proyecto
2021	6,102	5,007
2022	6,651	4,156
2023	7,200	3,325
2024	7,749	2,593
2025	8,298	1,919



Análisis: Como se observa en la gráfica comparativa, de no realizarse el proyecto para el 2025, en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, el incumplimiento de producción meta podría alcanzar los 8,298 sacos de azúcar blanco de 50 kg. Por contrario, al aplicarse el proyecto se estima una disminución a solo 1,919 sacos de azúcar de 50 kg. para el mismo año, lo que daría una recuperación de 6,379 sacos de azúcar, esto ayudaría al cumplimiento de la producción meta.

Evis Manolo Turuy Coronado

TOMO II

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA “JUSTO A
TIEMPO” EN EL PROCESAMIENTO DE CAÑA DE AZÚCAR EN INGENIO
LA UNIÓN S.A., SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA



Asesor General Metodológico:

Ingeniero Agrónomo Carlos Moisés Hernández González

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, mayo de 2022

Esta tesis fue presentada por el autor, previo a obtener el título universitario de Licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables.

Prólogo

El presente trabajo de investigación es un requisito previo a optar al título universitario de Licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables, de conformidad con las disposiciones establecidos por la Universidad Rural de Guatemala.

El trabajo denominado propuesta de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, se llevó a cabo para proponer posibles soluciones a la problemática hallada, sobre el deficiente flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar, cuyo efecto ha generado incumplimiento de producción meta de azúcar, en los últimos cinco años.

Durante la elaboración del presente trabajo de graduación, se emplearon varios conocimientos adquiridos durante las diferentes etapas de estudio, este documento sirve como fuente de consulta para personas en general que estén interesadas en la temática de estudio, los resultados obtenidos pueden ser aplicados en otras empresas que tengan una problemática similar.

Con el fin de dar solución a la problemática antes descrita, se presentan los siguientes tres resultados que ayudarán a resolverla: Se cuenta con la Unidad Ejecutora "Ingenio La Unión, S.A.", se dispone de la propuesta de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar y se formula el programa de capacitación al personal.

Los tres resultados antes descritos, permitirán mejorar el flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar y, por consiguiente, se logrará cumplir con la producción meta de azúcar blanco en el ingenio arriba descrito, localizado en la costa sur.

Presentación

Como requisito establecido por Universidad Rural de Guatemala, previo a optar al título universitario de Licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables, se presenta el estudio sobre la propuesta de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, realizada durante los meses de enero a mayo del año dos mil veintiuno.

Durante la elaboración del presente, se emplearon métodos entre los cuales se mencionan el Marco Lógico, que sirvió durante la elaboración del árbol de problemas y de objetivos, y el método científico para determinar la problemática.

El azúcar blanco en Guatemala constituye uno de los principales productos de exportación, es uno de los que crea mayores ingresos por concepto de divisas y genera miles de empleos, por tal razón existen muchos ingenios que procesan dicho producto muypreciado. Para la industria azucarera es importante ser eficiente en toda la cadena productiva, por tal razón se deben contar con directrices o lineamientos que ayuden a la mejora continua.

La investigación fue realizada en Ingenio La Unión que inició su operación 1969 – 1970, la cual inició como una empresa familiar que adquirió en 1,950 la finca Los Tarros, la cual contaba con un pequeño Trapiche.

El problema central encontrado es el deficiente flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión, S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, lo que ha ocasionado incumplimiento de producción meta de azúcar blanco, en los últimos cinco años; como resultado del estudio surge la presente propuesta, la cual está integrada por tres resultados, cuyo fin es dar solución a la problemática antes mencionada.

Índice

No.	Contenido	Página
	Prólogo	
	Presentación	
I.	RESUMEN.....	01
II.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	10
	ANEXOS	

I. RESUMEN

El presente, es un resumen del estudio denominado “Propuesta de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla”, elaborado durante los meses de enero a noviembre del año dos mil veintiuno, como requisito establecido por Universidad Rural de Guatemala, previo a obtener el título universitario de Licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables.

El estudio identifica una problemática central hallada en el ingenio arriba descrito y su efecto generado en los últimos años, así mismo, describe la causa principal del problema y se propone una solución integral que ayudará a resolver dicho inconveniente.

Planteamiento del problema

En los últimos años, Ingenio La Unión, ubicado en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, ha experimentado la problemática deficiente flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar, por lo que ha habido paros de producción innecesarios que han afectado la eficiencia productiva.

El problema anteriormente descrito ha generado incumplimiento en la producción meta de azúcar blanco y, por ende, falta de cumplimiento de contratos de entregas a clientes locales, por tal razón es necesario hacer un plan efectivo de producción, para tener un rendimiento aceptable y así poder cumplir con la demanda local e internacional.

La causa principal de la problemática hallada, es la ausencia de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar, ya que la materia prima no llega a su debido tiempo para ser procesada y esto genera paros innecesarios en la cadena productiva.

Para el año 2021 continuará el incumplimiento de producción meta de azúcar blanco en Ingenio La Unión, S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, sino se implementa la presente propuesta, la cual busca solucionar el deficiente de flujo continuo.

Al dar solución al problema mencionado, se logrará cumplir con la producción meta de azúcar en el ingenio.

Hipótesis

A través del Método del Marco Lógico, se elaboró el árbol de problemas, y se determinó la Variable Dependiente: Incumplimiento de producción meta de azúcar blanco en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, en los últimos cinco años. Así mismo la variable independiente: Ausencia de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

Con estas variables se elaboraron las siguientes hipótesis: “El Incumplimiento de producción meta de azúcar blanco en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, en los últimos cinco años, por el deficiente flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar; es debido a la ausencia de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento”

¿Es la ausencia de implementación de la metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, por deficiente flujo continuo, la causante del incumplimiento de producción meta en los últimos cinco años?

Objetivos

Con el fin de solucionar la problemática, se trazaron los siguientes objetivos:

Objetivo general

Cumplir con la producción meta de azúcar blanco en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

Objetivo específico

Mejorar el flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión, S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

Justificación

La cartera de clientes espera recibir sus mercancías o productos en el tiempo, cantidad, calidad, precio y lugar preestablecido, una demora en la recepción puede causar pérdidas cuantiosas de toda índole, por tal razón, es necesario el cumplimiento de cada contrato de cualquier tipo para toda empresa, ya sea de bienes o servicios, o ambos.

Durante la presente investigación se detecta la problemática del deficiente flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión, S.A., localizado en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla., que ha generado incumplimiento de producción meta los últimos cinco años, la causa principal es la ausencia de la metodología Justo a tiempo.

Con el fin de solucionar la problemática que aqueja al ingenio, se elabora la siguiente “Propuesta de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla”, la cual está integrado por tres resultados, que posteriormente se describen.

De no aplicarse la presente propuesta según la proyección, continuará en aumento el incumplimiento de producción meta de azúcar blanco en el ingenio La Unión S.A., el cual alcanzaría los 8,298 sacos de 50 kgs de azúcar para el año 2025, lo que aumentaría el costo de producción actual y perjudica los intereses empresariales.

Por contrario, al implementarse la propuesta se obtendría un incumplimiento productivo de solo 1,919 sacos de 50 kgs de azúcar blanco para el mismo año, lo que traería un aumento de 6,379 sacos de 50 kgs en relación a la proyección sin proyecto, lo que ayudará a alcanzar los objetivos trazados.

Metodología

La metodología empleada la conforman procedimientos y técnicas que se aplican de manera sistemática para comprobar la hipótesis “La baja producción de azúcar en Ingenio La Unión, S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, en los últimos cinco años, por deficiente flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar; es debido a la ausencia de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento”, se empleó la siguiente metodología.

Métodos

Durante la elaboración del presente fue necesario emplear los siguientes métodos:

Métodos utilizados para la formulación de la hipótesis

a. Método Deductivo

Este método se empleó para llegar a conclusiones particulares, a partir de generalidades vistas durante la verificación de los procesos actuales del Ingenio La Unión, S.A., localizado en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla y que generan la problemática encontrada.

b. Método del Marco Lógico

Con la ayuda de este método fue posible notar la relación lógica existente entre el problema encontrado, su causa y el efecto generado, lo cual permitió la diagramación del árbol de problemas y el árbol de objetivos, el medio de solución de la problemática, así como la formulación de la hipótesis de estudio, para posteriormente comprobarla.

Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis

a. Método Inductivo

Contrario al deductivo, este se empleó para llegar a conclusiones generales, se parte de antecedentes particulares para buscar la solución. Al separar el problema por partes y hacer un análisis particular, se llegó a las conclusiones para buscar posibles soluciones a la problemática encontrada.

b. Método estadístico y de análisis

Recabada la información de las boletas para comprobación de la hipótesis, se procedió a cuantificarla, tabularla, se graficaron y determinaron los parámetros que ayudaron a la comprobación de la hipótesis, así como la variable dependiente “Y” y la variable independiente “X”.

c. Método de síntesis

Posterior a la interpretación de los datos obtenidos en el trabajo de campo, se procedió a obtener las conclusiones y recomendaciones finales del presente trabajo de investigación. Se resume toda la extracción de datos de manera lógica y entendible para la presentación de los mismos.

Técnicas

Se emplearon técnicas que ayudaron a formular y comprobar la hipótesis de estudio.

Técnicas empleadas para la formulación de la hipótesis

a. Observación directa

Durante las visitas de campo realizadas al Ingenio azucarero, ubicado en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, se logró observar el problema central, deficiente flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar, debido a la falta de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento y se realizaron las conclusiones respectivas.

b. Lluvia de ideas

Técnica grupal de resolución de problemas, cuya finalidad es determinar las causas de la problemática principal hallada. Cabe hacer mención que, durante su empleo ninguna idea generada fue desechada de manera inicial, sino fue necesario anotar cada uno antes de llevarlas a debate.

Se convocó a los involucrados en el proceso investigado, para conocer el punto de vista referente al tema tratado, se escucharon alternativas para solución de la problemática y se llegó a conclusiones generales para juntamente buscar la mejor solución.

c. Investigación documental

Técnica empleada en la recopilación o selección de la información confiable concerniente al tema de investigación, los documentos fidedignos consultados forman parte del marco teórico y son citados dentro del presente estudio con su respectiva fuente.

Se recurrió tanto a libros, como revistas, proyectos, tesis, donde se realizaron estudios similares a la temática, se tomaron los aspectos más relevantes referentes al presente estudio, los cuales sustentaron la investigación y ayudaron a dar solución a la problemática.

d. Entrevista

Se realizaron entrevistas al personal del ingenio La Unión S.A., con el objeto de tocar temas relevantes a la temática de estudio, para lograr formular y plantear la hipótesis de estudio, tanto la causal como la interrogativa, fue necesario hacer varias visitas al ingenio, para poder ejecutar un trabajo de campo que consistió en recopilar la información, tabularla y presentarla de manera ordenada antes de emitir los juicios respectivos.

Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis

a. Censo

Para la comprobación de la variable dependiente Y o efecto, se empleó censo a tres superintendentes (departamento de Corte Alce y Transporte, departamento de Producción y Departamento de Fabricación de Ingenio La Unión S.A).

También para comprobar la variable independiente X o causa principal, se empleó censo a cuatro jefaturas (Planificación de cosecha, Transporte, Cosecha y Fabricación), para tener una certeza del 100% de información obtenida de la población objeto, dado que los elementos eran limitados (menores a 35 elementos).

b. Encuestas

Se emplearon dos encuestas para obtener información de la población objeto de estudio, para posteriormente tomar la mejor decisión; la primera encuesta fue para comprobar la varia dependiente Y o efecto, fue planteada a tres superintendentes del departamento de Corte Alce y Transporte (CAT), Departamento de Producción y Departamento de Fabricación de Ingenio La Unión S.A.

Y la segunda para la comprobación de la variable independiente X o causa principal, planteada a cuatro dirigentes de las jefaturas de Planificación de cosecha, Transporte, Cosecha y Fabricación de Ingenio La Unión S.A. Santa Lucia Cotzumalguapa, mediante censo, ya que la población es menor a 35 personas.

c. Técnica de análisis

Se empleó dicha técnica para examinar los datos obtenidos en el trabajo de campo, con la finalidad de alcanzar los objetivos del estudio (tanto general, como específico) y comprobar la hipótesis planteada al inicio de la presente, todos los datos recabados fueron sintetizados de manera de extraer la información sustancial para su respectivo análisis final.

d. Coeficiente de correlación

Sirvió como medida para conocer el grado de asociación lineal entre las variables cuantitativas X y Y (Causa y efecto respectivamente). Se tomó como base el incumplimiento en la producción meta entre los años 2016 a 2020, el resultado del cálculo del coeficiente de correlación fue de 0.92, el cual está dentro de los parámetros de aceptación establecidos $r = (\geq \pm 0.8, \leq \pm 1)$.

e. Ecuación lineal de la recta

Por medio de esta técnica, se demostró el comportamiento lineal del efecto generado durante los años 2016 a 2020, donde se evidencia el incumplimiento anual en la producción meta en sacos de 50 kg; posteriormente se consiguió proyectar el efecto para los siguientes cinco años (2021 a 2025).

Comprobación de la hipótesis

Este acápite contiene todos los datos obtenidos del trabajo de campo realizado a la población objeto de estudio por medio de dos cuestionarios, para comprobar las variables X y Y (Causa y efecto respectivamente), los registros obtenidos fueron tabulados en cuadros y representados gráficamente con su respectivo análisis. Posteriormente se realizaron las conclusiones del estudio y sus recomendaciones finales.

Anexos

El estudio contiene ocho anexos, los cuales son; modelo de investigación y proyectos dominó, árbol de problemas, hipótesis causal e interrogativa, árbol de objetivos, diagrama del medio de solución de la problemática, boleta de investigación para la comprobación del efecto general, boleta de investigación para la comprobación de la causa principal, anexo metodológico comentado sobre el cálculo de la muestra, anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación y anexo metodológico de la proyección.

Propuesta para solucionar la problemática

La propuesta está integrada por tres resultados que íntegramente ayudarán a la solución de la problemática de estudio, los cuales se resumen a continuación:

Resultado 1: Se cuenta con la Unidad Ejecutora "Ingenio La Unión, S.A."

Consta de las tres actividades siguientes:

Actividad 1: Selección de personal

Actividad 2: Creación del diseño de la propuesta de metodología Justo a tiempo

Actividad 3: Aprobación y socialización de la propuesta

Resultado 2: Se dispone de la Propuesta de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar

Contiene la propuesta principal y sus actividades respectivas:

Actividad 1. Educación directiva y creación de un equipo para la implantación

Actividad 2. Formación del equipo

Actividad 3. Mejorar los procesos

Actividad 4. Mejoras en el control

Actividad 5. La evaluación del desempeño del justo a tiempo

Resultado 3: Se formula el programa de capacitación al personal.

Integrado por tres actividades que ayudarán al desarrollo de la presente propuesta:

Actividad 1: Planeación de programa de capacitaciones

Actividad 2: Aprobación de programa de capacitaciones

Actividad 3: Socialización de programa de capacitaciones

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante la elaboración de la presente propuesta, se llegó a la siguiente conclusión y su respectiva recomendación:

II.1. Conclusión

Se comprueba la hipótesis: “El Incumplimiento de producción meta de azúcar blanco en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, en los últimos cinco años, por el deficiente flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar; es debido a la ausencia de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento”.

II.2. Recomendación

Implementar la presente propuesta de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

ANEXOS

Anexo 1. Propuesta para solucionar la problemática

Introducción

Se exhibe la propuesta Implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

El trabajo de investigación realizado durante los meses de enero a mayo del año dos mil veintiuno, surge como solución a la problemática deficiente flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar, la cual ha generado baja producción en los últimos cinco años.

Se comprueba la hipótesis causal de estudio “La baja producción de azúcar en Ingenio La Unión, S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, en los últimos cinco años, por deficiente flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar; es debido a la ausencia de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento”.

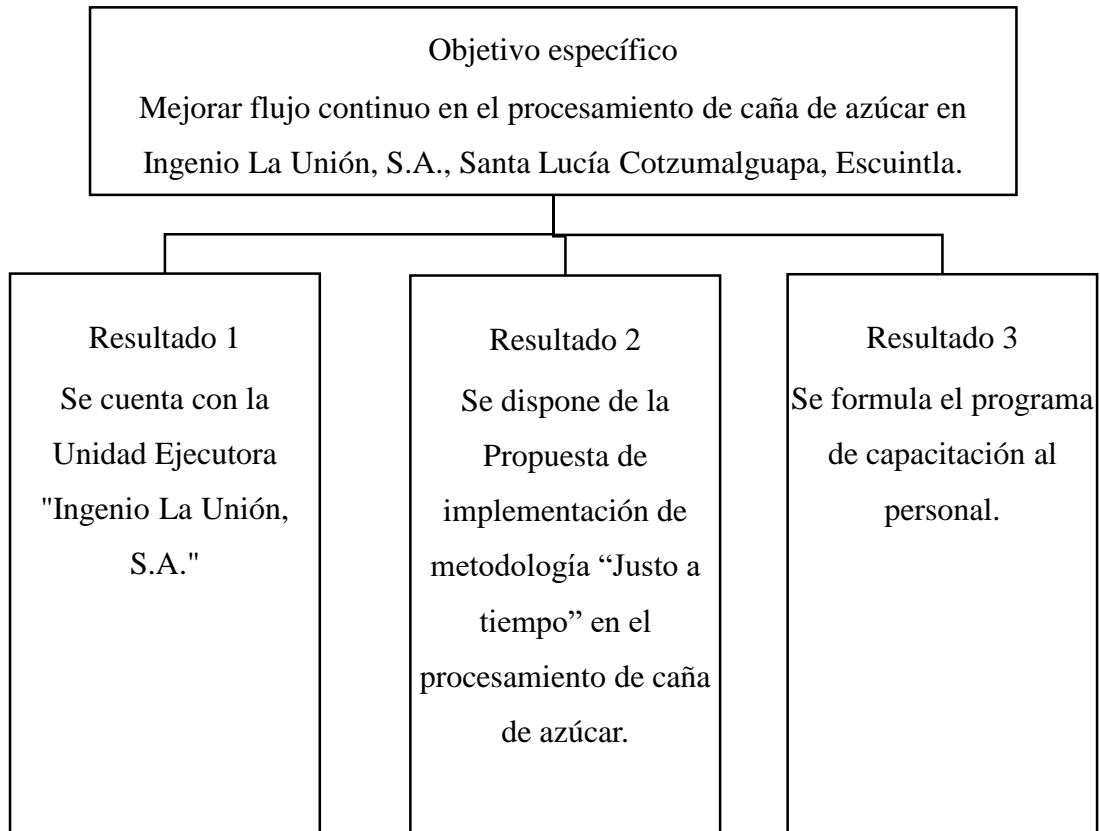
El objetivo general trazado al inicio del presente estudio es cumplir con la producción meta de azúcar blanco en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

El Objetivo específico: mejorar flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión, S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

El medio de solución a la problemática lo conforman tres resultados que en conjunto forman la propuesta final, los cuales son: a. Se cuenta con la Unidad Ejecutora "Ingenio La Unión, S.A.". b. Se dispone de la Propuesta de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar. c. Se formula el programa de capacitación al personal.

Diagrama del medio de solución de la problemática

La propuesta fue diseñada de tal forma que permita cumplir con los objetivos planteados al inicio de la misma.



Descripción de resultados

Resultado 1: Se cuenta con la Unidad Ejecutora "Ingenio La Unión, S.A."

Ingenio La Unión, S.A, dispondrá de todos los recursos necesarios, para la implementación de la presente propuesta y de esta manera poder alcanzar los objetivos general y específico trazados al inicio de la investigación. Dicha Unidad está formada por superintendentes del departamento de Corte Alce y Transporte (CAT), Departamento de Producción y Departamento de Fabricación, y encargados de las jefaturas de Planificación de Cosecha, Transporte, Cosecha y Fabricación.

Las tres actividades que se llevaran a cabo para el presente resultado son las siguientes:

Actividad 1: Selección de personal

Se seleccionará al personal que conformará el equipo “Justo a tiempo”, se realizará la convocatoria al personal interno que cumpla con los perfiles requeridos, posteriormente se recibe y revisará la documentación de los aspirantes, posteriormente se efectuarán las entrevistas respectivas y se seleccionarán a los candidatos potenciales.

Actividad 2: Creación del diseño de la propuesta de metodología Justo a tiempo


La estructura de la presente propuesta fue diseñada de manera que se logren alcanzar los objetivos tanto general como específico trazados al inicio del estudio con esto se mitigará la problemática hallada.

Actividad 3. Aprobación y socialización de la propuesta

La unidad ejecutora es la responsable de la revisión, presentación y aprobación de la propuesta, la fecha de implementación quedará a cargo de los representantes de la misma. Aprobada la propuesta, se imprimirán afiches y folletos, así mismo se llevará a cabo una breve presentación de la importancia de la filosofía Justo a tiempo y sus beneficios.

Resultado 2: Se dispone de la propuesta de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar

Para lograr elevar el índice de producción de azúcar blanco en Ingenio La Unión y cumplir con la producción meta, se necesita de una filosofía que ayude a reducir o eliminar despilfarros de todo tipo dentro de la cadena productiva, se propone la filosofía Justo a tiempo que ayudará a incrementar la producción meta de azúcar blanco.

	METODOLOGÍA “JUSTO A TIEMPO” EN EL PROCESAMIENTO DE CAÑA DE AZÚCAR	JT-001
		Versión 1 Actualización: 05-05-2021

Actividad 1. Educación directiva y creación de un equipo para la implantación

Se debe entender la necesidad de la implementación del sistema Justo a tiempo, para mejorar el flujo de materia prima, de esta forma incrementar la producción meta de azúcar blanco. Cada colaborador debe estar convencido de los beneficios que traerá esta metodología.

Esta primera fase consiste en educar al personal para que adquiera el conocimiento necesario para la implementación del JIT, en esta etapa se deben alcanzarse dos objetivos: que los trabajadores entiendan el significado del Just in time y su aplicación en la empresa.

Esta es una etapa sumamente importante debido que, si se empieza el proceso antes de capacitar al personal, no se van a tener clara la dimensión del cambio al que se van a enfrentar y posiblemente la implementación del JIT tendrá falencias y va a fallar. En un modo de operación JIT, la educación debe ser continua, más intensa y crucial al principio. Debe iniciarse en la alta gerencia y abarcar a todos los integrantes de la organización.

Actividad 2. Formación del equipo JIT

En la organización entran en juego varios protagonistas claves: Comité directivo, el coordinador de producción, quien será el monitor de la metodología JIT y demás personal. El monitor del proyecto es el encargado de verificar el cumplimiento de la metodología Justo a tiempo e informar al comité directivo las correcciones que deban ejecutarse para alcanzar su eficacia y eficiencia

Actividad 3. Mejorar los procesos

La tercera fase comprende los cambios físicos del proceso que mejorarán el flujo de trabajo y que, de no llevarse a cabo, harán difícil, conseguir los resultados esperados con el Justo a tiempo.

a. Materias primas

El transporte de caña de azúcar desde cualquier finca del ingenio o frente, se planificará de manera que no existan pérdidas de tiempo de cualquier índole.

Se tendrán recursos de control, tales como distancias de fincas productoras de caña hacia el ingenio, tiempos de llegada de unidades, consumo de combustible, tiempos de carga y capacidad de carga, se trabajará bajo un modelo de planificación de traslados o ingresos de materia por medio de un sistema de posicionamiento global GPS el cual será supervisado por el departamento de logística.

La materia prima se trasladará directamente hacia el área de producción respectiva al momento de su ingreso como dicta la metodología Justo a tiempo, aunque algún lote deberá almacenarse en patio de intercambio, sin perder de vista el enfoque de cero inventarios o inventarios mínimos.

b. Suministros

El material de empaque, embalaje y demás suministros, se gestionarán de tal forma que se tengan a disposición al momento de necesitarlos, cabe resaltar que no se contará con una gran variedad, ni cantidad de estos, sino solamente los necesarios como describe el sistema A, B, C.

c. Proceso de producción

Entre los cambios sustanciales está reducir la variabilidad en el proceso, es decir, evitar la producción intermitente, esto se logrará mediante una buena planificación de

producción con base al forecast de ventas, cabe recordar que se utilizará el sistema de producción Pull.

Es indispensable contar con un balance de líneas para mantener el flujo de materia prima, de esta manera minimizar los tiempos de preparación de pedidos y mantener una velocidad óptima y constante de producción, de esta manera se eliminarán los desperdicios y se reducirán los cuellos de botella o paros innecesarios en la cadena productiva.

d. Producto terminado

Uno de los objetivos del sistema Justo a tiempo es la reducción de los inventarios, ya que al final estos generan costos por almacenamiento o producen daños o deterioros al producto por la estancia dentro del almacén, es indispensable contar con un buen sistema de control de inventarios.

Se contará con un programa o calendario de despachos elaborado conjuntamente con comercialización y monitoreado por el departamento de logística, dentro del cual se tomarán los tiempos del ciclo de carga para garantizar la entrega puntual a los clientes respectivos.

d. Relaciones con proveedores

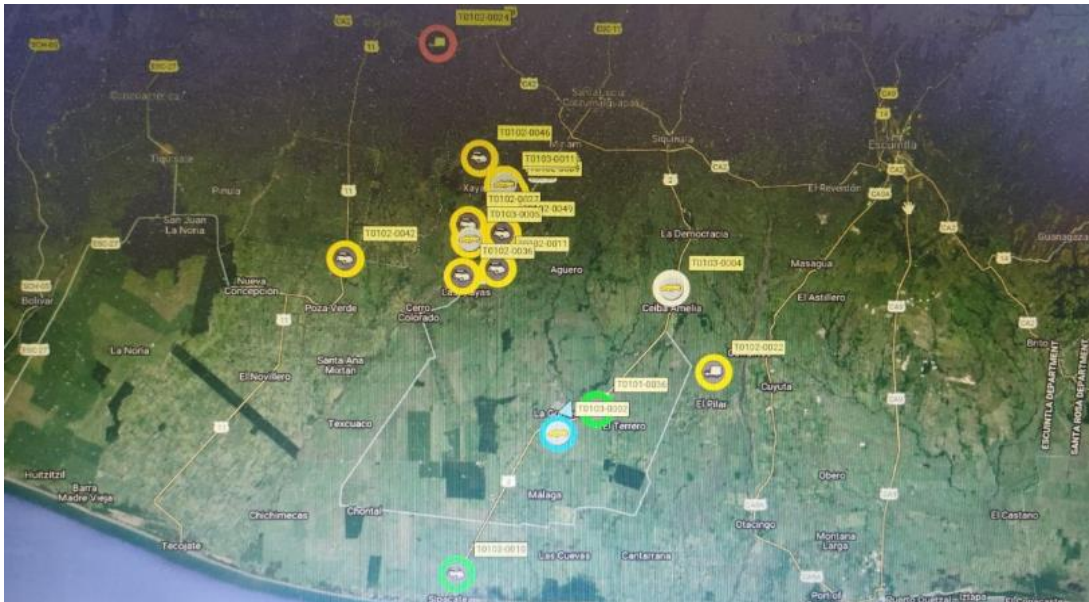
En relación con los proveedores, se tendrá un plan o gestión de compras para negociar las cantidades necesarias y no mantener su estancia por mucho tiempo en los almacenes.

Se debe garantizar que los proveedores entreguen los suministros en el tiempo estipulado, se contará con un plan de contingencia en caso de algún contratiempo, de esta forma disminuir los niveles de inventario y paros innecesarios por falta de suministros.

Actividad 4. Mejoras en el control

Debe existir una mejora continua en los procesos, se implementan formatos de control para el monitoreo de unidades y controles de carga, recorrido y descarga de la caña de azúcar.

El ingenio cuenta con 8 frentes con diferentes distancias, cada frente será monitoreado por el sistema de posicionamiento global GPS, como se muestra en la imagen siguiente:



Con base a la capacidad de corte y de carga, se trazará un plan de control se llenará hojas de control de tiempos y movimientos, ciclos de tiempo transporte inicio ida a frentes y al ingenio.

TIEMPOS DE CARGA POR MAQUINA											
FECHA	Día de zafra	SEMANA	FRENTE	FINCA	CODIGO DE MAQUINA	TIPO DE MAQUINA	CICLO 7:00	CICLO 07:30	CICLO 12:00	CICLO 19:30	CICLO 00:00
03/09/2021	1	1	F15	Refugio Viejo	T0502-0019	Cosechadora		9.5			
03/09/2021	1	1	F15	Refugio Viejo	T0502-0020	Cosechadora		9.5			
03/09/2021	1	1	F15	Refugio Viejo	T0502-0021	Cosechadora		9.5			
03/09/2021	1	1	F15	Refugio Viejo	T0502-0022	Cosechadora		10			
03/09/2021	1	1	F15	Refugio Viejo	T0302-0071	Tractor		18.5			
03/09/2021	1	1	F15	Refugio Viejo	T0302-0074	Tractor		19.5			

Cabe mencionar que la necesidad de materia prima es de 20,000 toneladas diarias.

ZAFRA 2020 - 2021					DESPACHO DE FRENTES							CONDICIONES DE FRENTE						
SEMANA	DÍA ZAFRA	FECHA	HORA	FRENTE	UBICACIÓN / FRENTE	Estimado de despacho por Hr.	Desp.	Ult.	Cargando	Cola	Saldo (t)	% TERRENO	% MAQUINARIA	OBSERV	HORA		TIEMPO TOTAL	
															DE	A		
1	1	12/11/2020	12:00:00 a. m.	F 1	Los Tarros		1	38	1	0	0							
	1	12/11/2020	12:00:00 a. m.	F 14	Cristobal		2	60	1	1	300							
	1	12/11/2020	12:00:00 a. m.	F 15	Refugio Viejo		1	84	0	1	0							
	1	12/11/2020	12:00:00 a. m.	F 16	Monte Alegre		2	60	0	1	0							
	1	12/11/2020	12:00:00 a. m.	F 17	Refugio Viejo		1	78	1	1	0							
	1	12/11/2020	12:00:00 a. m.	F 18														
	1	12/11/2020	12:00:00 a. m.	F 19	Monte Alegre		1	73	0	1	0							
	1	12/11/2020	12:00:00 a. m.	F 23	Refugio Nuevo		1	74	1	1	0							

Es importante tomar nota de los informes climáticos que pueden comprometer la operación de transporte, ya que estos hacen menos efectivos los tiempos de traslado.

INFORME DE LLUVIA EN FRENTES DE ALCE												
DÍA ZAFRA	FECHA	FRENTE	FINCA	INICIO LLUVIA	FIN DE LLUVIA	TIEMPO DE LLUVIA	HORA PARO DE ALCE	HORA INICIO ALCE	HORAS ALCE VARADO	OBSERVACIONES	MILIMETROS DE LLUVIA	
161	23/04/2021	23	SAN CARLOS 1	20:02	20:30	00:28			00:00	LLUVIA LEVE		
161	23/04/2021		A UNION CAJO	20:24	20:35	00:11			00:00	LLUVIA LEVE		
161	23/04/2021	14	LA ESPERANZA	21:55	23:45	01:50	21:57	01:10	03:13	LLUVIA		
161	23/04/2021	18	LA ESPERANZA	21:55	23:45	01:50	21:57	01:10	03:13	LLUVIA FUERTE (SE REALIZO TRASLADO)		

Hay dos formas de cosechar la caña de azúcar, se cuenta con cosechadoras mecánicas cuya capacidad de carga es de 7 toneladas por 8 minutos, la cosecha manual cuenta con alzadoras de caña se demoran entre 18 – 20 minutos para llenar una jaula de 40 toneladas. Cada dato generado queda plenamente identificado en su respectivo registro

Cada actividad que no genere ningún valor agregado, debe eliminarse, esto hará más fluido el proceso y reducirá tiempos muertos.

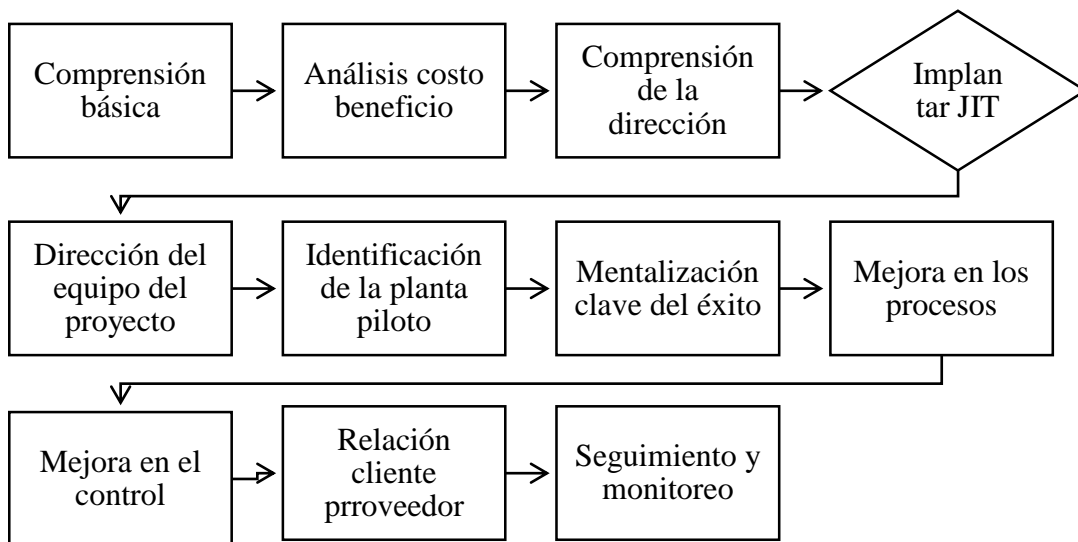
Actividad 5. La evaluación del desempeño del justo a tiempo

En esta fase es sumamente importante volver hacer un análisis y hacerse las preguntas que se hicieron al inicio de la implementación. Es necesario entender que siempre existirán algunos problemas, por lo que es necesario corregirlos. Si las metas descritas al inicio del plan fueron alcanzadas, entonces la implantación habrá tenido éxito.

Es importante que el ingenio establezca nuevas metas e inicie a trabajar para poder alcanzarlas, siempre se debe buscar la mejora continua en los procesos, el personal debe estar siempre monitoreado para saber si entendieron la herramienta Justo a tiempo, además se debe contar con un plan de capacitaciones constantes, para reforzar el conocimiento.

En el siguiente diagrama se describen los pasos para la correcta implementación y seguimiento del sistema Justo a tiempo.

Diagrama de implementación del sistema Justo a tiempo



Resultado 3: Se formula el programa de capacitación al personal.

El presente plan de capacitaciones tiene como fin dotar y reforzar el conocimiento del personal del ingenio respecto a la filosofía Justo a tiempo y su gran importancia en el proceso de elaboración de azúcar blanco. Cada tema a capacitar fue discutido en equipo y en este resultado se describe la fecha y lugar donde se llevarán a cabo estos adiestramientos.

Actividad 1: Planeación de programa de capacitaciones

Se elabora un cronograma de capacitaciones, cuyos temas están estrechamente relacionados a la filosofía Justo a tiempo y otros sistemas de producción que contribuya a reducir o eliminar tiempos muertos para elevar el índice de producción actual.

No.	Tema	Lugar	Fecha	Responsable
1.	La Organización de la Productividad en la Empresa	Ingenio	15 de agosto	INTECAP
2.	Reducción de tiempos muertos	Ingenio	30 de agosto	INTECAP
3.	Control de calidad	Ingenio	10 de septiembre	INTECAP
4.	Justo a tiempo	Ingenio	20 de septiembre	INTECAP
5.	Mantenimiento productivo total	Ingenio	30 de septiembre	INTECAP

Actividad 2: Aprobación de programa de capacitaciones

La aprobación del plan de capacitaciones corre a cargo de la Unidad Ejecutora, quien la revisará, analizará y aprobará para que posteriormente se gestione la publicidad necesaria y se motive a la participación del personal.

Actividad 3: Socialización de programa de capacitaciones

La Socialización se llevará a cabo por medio de plenarias realizadas en el Ingenio La Unión S.A., se colocarán afiches y anuncios en áreas visibles de las instalaciones de la empresa.

Anexo 2. Matriz de la Estructura Lógica

Es un instrumento que sirve para evaluar el cumplimiento de los objetivos de la propuesta, después de desarrollada, es una Evaluación Ex Post.

Componentes	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
<p>Objetivo general: Cumplir con la producción meta de azúcar blanco en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.</p>	<p>Al quinto año después de la implementación de la metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar, se alcanzará la producción meta en un 95%.</p>	<p>Reportes diarios de producción, Encuestas, Entrevistas.</p>	<p>La Jefatura del Departamento de Cosecha contribuye con la entrega de materia prima a tiempo en campo.</p>
<p>Objetivo específico: Mejorar el flujo continuo en el procesamiento de caña de azúcar en Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.</p>	<p>Al quinto año después de la implementación de la metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar, se mejora el flujo continuo en un 95%.</p>	<p>Reportes diarios de producción, Encuestas, Entrevistas.</p>	<p>La Jefatura del Departamento de Transporte contribuye con la entrega puntual de la materia prima en la planta de producción.</p>
<p>Resultado 1: Se cuenta con la Unidad Ejecutora</p>			

<p>“Ingenio La Unión S.A.”.</p>			
<p>Resultado 2: Se dispone de la propuesta de implementación de metodología “Justo a tiempo” en el procesamiento de caña de azúcar.</p>			
<p>Resultado 3: Se formula el programa de capacitación al personal.</p>			

Fuente: Turuy Coronado E. M., marzo de 2021.