

Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES



UNIVERSIDAD  
**CIENFUEGOS**  
Carlos Rafael Rodríguez

*Título: Propuestas de mejoras al sub proceso de  
transportación de materia prima en la UEB Central Azucarero  
5 de Septiembre.*

*Tesis en opción al título de: Ingeniero Industrial.*

*Autor: Dayana Ramos Miranda*

*Tutor: Ing. Edlanier Rico Ramírez*

*Ing. Alberto Quesada Sevilla*

2015

*“Año 57 de la Revolución”*

*“Para que las empresas puedan mejorar, antes tienen que aprender...”*

*Peter Senge*

## *Dedicatoria:*

*Dedico este trabajo a las dos personas más importantes de mi vida:*

*A mi hijo, que con su amor me ha dado las fuerzas que necesitaba para seguir adelante. Espero ser un ejemplo para él, y*

*A mi esposo ya que gracias a él he llegado hasta aquí, por ayudarme y apoyarme incondicionalmente en todo momento. Gracias por ayudarme a realizar mi sueño.*

## *Agradecimientos:*

*A mi familia por su apoyo incondicional y muy especialmente a mi abuela por alentarme y cuidar sin descanso de mi bebé para yo poder estudiar.*

*A mi mamá que me ha ayudado a superar los muchos obstáculos que se me han presentado durante la carrera, gracias por tu apoyo y tu amor.*

*A Leo por apoyarme tanto y darme fuerzas y aliento para llegar al final.*

*A mi tutor Odlanier por su apoyo, paciencia y comprensión.*

*A Zulueta porque me guió y me brindó su mano desinteresada cuando las condiciones se hicieron adversas.*

*A Maribel y Leonel por cuidarme a Dany los sábados mientras yo estudiaba.*

*A Marlén porque gracias a ella hoy estoy aquí.*

*A mis primas Leiny, Linny y Neily que son mis hermanas.*

*A mi amiga incondicional Gretel López, quien vivió junto a mi estos alegres, difíciles e importantes 6 años de carrera.*

*A mis compañeros de grupo, en especial a Gretel Llody y Richard.*

## **Resumen**

La presente investigación se desarrolló en la UEB Central Azucarero 5 de Septiembre y se titula "Propuestas de mejoras al sub proceso de transportación de materia prima en la UEB Central Azucarero 5 de Septiembre.". El trabajo consistió en la aplicación de un procedimiento para la mejora de los procesos basada en las internacionalmente reconocidas normas de la familia ISO 9000, con el objetivo de ejecutar y evaluar algunos proyectos de mejora y proponer a la dirección del centro otras acciones que deben emprenderse en el futuro para el mejoramiento continuo de la calidad. La investigación se apoyó en un extenso análisis documental, amplia revisión bibliográfica y además se emplearon diversos softwares para el procesamiento de datos, así como; herramientas estadísticas y de la calidad, para obtener, recopilar y analizar los resultados con vistas a tomar las acciones pertinentes.

Como resultados de esta investigación se logró realizar un ciclo de mejora continua completo al sub proceso y se propusieron otras acciones de mejora para el futuro, además se demostró que la metodología utilizada es correcta y se recomienda para el mejoramiento de cualquier proceso.

## Summary

The present investigation was developed in the Sugar Central UEB September 5 and he/she is titled "Proposals of improvements to the sub process of matter transportation prevail in the Sugar Central UEB September 5". The work consisted on the application of a procedure for the improvement of the processes based on the internationally grateful norms of the family ISO 9000, with the objective of to execute and to evaluate some projects of improvement and to propose to the address of the center other actions that they should be undertaken in the future for the continuous improvement of the quality. The investigation leaned on in an extensive analysis documental, wide bibliographical revision and diverse softwares were also used for the prosecution of data, as well as; statistical tools and of the quality, to obtain, to gather and to analyze the results with a view to taking the pertinent actions. As results of this investigation it was possible to carry out a complete cycle of continuous improvement to the sub process and they intended other actions of improvement for the future, it was also demonstrated that the used methodology is correct and it is recommended for the improvement of any process.

## ÍNDICE

Introducción.....	9
<b>CAPÍTULO I: Marco Teórico Referencial.....</b>	<b>12</b>
1.1 Introducción.....	12
1.2 Gestión por procesos.....	13
1.2.1 Clasificación de los procesos.....	15
1.2.2 La modelación de los procesos.....	17
1.2.3 Las fichas de procesos.....	18
1.2.4 Indicadores de calidad para el seguimiento y medición de los procesos...	18
1.3 Evolución de la Gestión de la calidad.....	20
1.4 Metodologías o procedimientos para el mejoramiento continuo de los procesos.....	21
1.5 Características del proceso de transportación de la caña y la medición de su eficiencia.....	31
1.6 Importancia de la medición de la eficiencia en la actividad de transporte....	33
1.7 Conclusiones parciales del capítulo.....	34
<b>Capítulo II: Caracterización UEB Central Azucarero 5 de Septiembre.....</b>	<b>35</b>
2.1 Introducción.....	35
2.2 Caracterización de la organización objeto de estudio.....	35
2.2.1 Misión.....	36
2.2.2 Visión.....	36
2.2.3 Organigrama o estructura organizativa dela UEB Central Azucarero “5 de Septiembre” .....	36
2.2.4 Plantilla de trabajadores dela UEB Central Azucarero “5 de Septiembre”	37
2.2.5 Política del sistema de Gestión Integrada.....	37
2.3 Presentación del procedimiento para la mejora del subproceso transportación de materia prima.....	37
2.3.1 Procedimiento para la mejora del subproceso transportación de materia prima.....	38
2.3.2 Explicación de la metodología.....	40
2.4 Herramientas de la calidad y técnicas estadísticas empleadas en el procedimiento propuesto.....	46
2.4.1 Revisión y análisis documental.....	46
2.4.2 Reuniones de trabajo.....	47

2.4.3 Hojas de recogida de datos.....	47
2.4.4 Tormentas de ideas.....	48
2.4.5 Diagrama de causa y efecto o Diagrama de Ishikawa.....	49
2.4.6 Trabajo en equipo.....	50
2.4.7 Diagrama SIPOC.....	51
2.4.8 Software STATGRAPHICS Versión 5.1.....	52
2.4.9 Talleres de capacitación.....	52
2.4.10 Técnica de las 5ws y las 2Hs y planes de acción.....	53
2.4.11 Diagrama de flujo.....	54
2.5 Conclusiones parciales del capítulo.....	55
<b>CAPÍTULO III. Aplicación de la metodología.....</b>	<b>56</b>
3.1 Introducción.....	56
3.2 Aplicación del procedimiento.....	56
3.3 Conclusiones parciales del capítulo.....	87
Conclusiones.....	88
Recomendaciones.....	89
Bibliografía.....	90
Anexos.....	95

## **Introducción**

Durante los últimos años y debido a las constantes crisis financieras ha crecido el interés de las empresas de todo el mundo por lograr una calidad superior de sus productos y servicios, empujándolas a ser altamente competitivas para lograr el éxito sostenido en los negocios y una alta satisfacción de sus clientes. Una forma de lograrlo es gestionar adecuadamente cada uno de los procesos.

La teoría y la práctica internacionales confirman la necesidad de mantener una alta calidad en los procesos, siendo esta condición en muchos casos poco lograda. Casi siempre, a falta de control sobre ellos, muchos se hacen obsoletos, dejan de agregar valor y de ser competitivos, no adaptándose a los cambios que experimentan las necesidades de los clientes.

Una de las acciones más importantes que se ejecutan a la hora de gestionar los procesos es la mejora continua de los mismos.

La industria azucarera en nuestro país necesita mejorar la calidad de sus procesos, con el objetivo de insertarse y consolidarse en el cada vez más competitivo mercado mundial. Un deficiente funcionamiento en los procesos de producción de azúcar puede condicionar seriamente la calidad del producto final y la eficacia del proceso productivo. Desde esta perspectiva la actividad de transporte juega un papel fundamental en dicho proceso, ya que la calidad de la materia prima que entra a la industria dependerá en gran medida de la rapidez con que la misma se traslade desde el campo al central y esto lo determina el funcionamiento del sistema de transportación.

A causa del impacto que ha tenido la decisión de AZCUBA de implementar el tiro directo de caña al basculador y siendo la actividad de transportación de materia prima uno de los sub procesos que influyen en la calidad del proceso de producción de caña y uno de los que mayor cantidad de problemáticas presentan se decide realizar un estudio para el mejoramiento de dichas deficiencias todo lo antes expuesto constituye la situación problémica de la investigación.

## **Problema Científico**

¿Cómo contribuir al mejoramiento continuo del sub proceso de transportación de materia prima de la UEB Central Azucarero 5 de Septiembre?

## **Hipótesis**

La aplicación del procedimiento basado en la norma NC ISO 9000 de 2005, para el mejoramiento del sub proceso de transportación de materia prima de la UEB Central Azucarero 5 de Septiembre permite la selección y realización de proyectos de mejora.

### **Objetivo general:**

Aplicar el procedimiento basado en la norma NC ISO 9000 de 2005, para el mejoramiento continuo del sub proceso de transportación de materia prima de la UEB Central Azucarero 5 de Septiembre.

### **Objetivos específicos:**

- Realizar una minuciosa investigación teórica acerca de los sistemas de gestión de la calidad, de la gestión por procesos y de los procedimientos y herramientas disponibles en el mundo y en Cuba para el mejoramiento continuo de los procesos de producción.
- Adecuar el procedimiento basado en la norma NC ISO 9000 de 2005 para el mejoramiento continuo del sub proceso de transportación de materia prima de la UEB Central Azucarero 5 de Septiembre, teniendo en cuenta las características propias del centro.
- Determinar que variante de transportación de materia prima es mas efectiva.
- Aplicar el procedimiento basado en la norma NC ISO 9000 de 2005, para el mejoramiento continuo del sub proceso de transportación de materia prima de la UEB Central Azucarero 5 de Septiembre.
- Realizar y proponer proyectos para el mejoramiento continuo del sub proceso de transportación de materia prima de la UEB Central Azucarero 5 de Septiembre.

El trabajo se ha estructurado de la siguiente forma:

**Capítulo I:** Marco teórico referencial. En este capítulo se aborda el estado del arte y la práctica de los enfoques pasados y modernos de la gestión de la calidad tanto internacional como nacionalmente. Se realiza una exploración, análisis crítico, asimilación y adecuación de la gestión por procesos y de los procedimientos y herramientas para la mejora continua de los mismos.

**Capítulo II:** En este capítulo se aborda la situación actual de la empresa objeto de estudio y se plantean y explican detalladamente los pasos del procedimiento utilizado para el mejoramiento continuo del sub proceso de transportación de materia prima de la UEB

Central Azucarero 5 de Septiembre. También se explican detalladamente las herramientas de la calidad y las técnicas estadísticas empleadas para desarrollar y aplicar adecuadamente el procedimiento basado en la norma NC ISO 9000 de 2005.

**Capítulo III:** En este capítulo se muestra un análisis de los resultados obtenidos de la aplicación del procedimiento basado en la norma NC ISO 9000 de 2005 utilizada para el mejoramiento continuo del Subproceso transportación de materia prima.

Al finalizar cada capítulo se exponen las conclusiones parciales y por último el trabajo presenta:

- **Conclusiones generales**
- **Recomendaciones**
- **Bibliografía**
- **Anexos**

## Capítulo I: Marco Teórico Referencial

### 1.1 Introducción

En este capítulo se realiza una revisión bibliográfica de los temas de interés para el presente trabajo, donde se consultan y contrastan diversos criterios de publicaciones y autores reconocidos y prestigiosos acerca de la gestión de la calidad, su evolución histórica, la gestión de los procesos, las principales herramientas de la calidad y las metodologías para la mejora continua que sirven de base para la elaboración de la presente tesis. El hilo conductor de la tesis se muestra en la figura 1.1

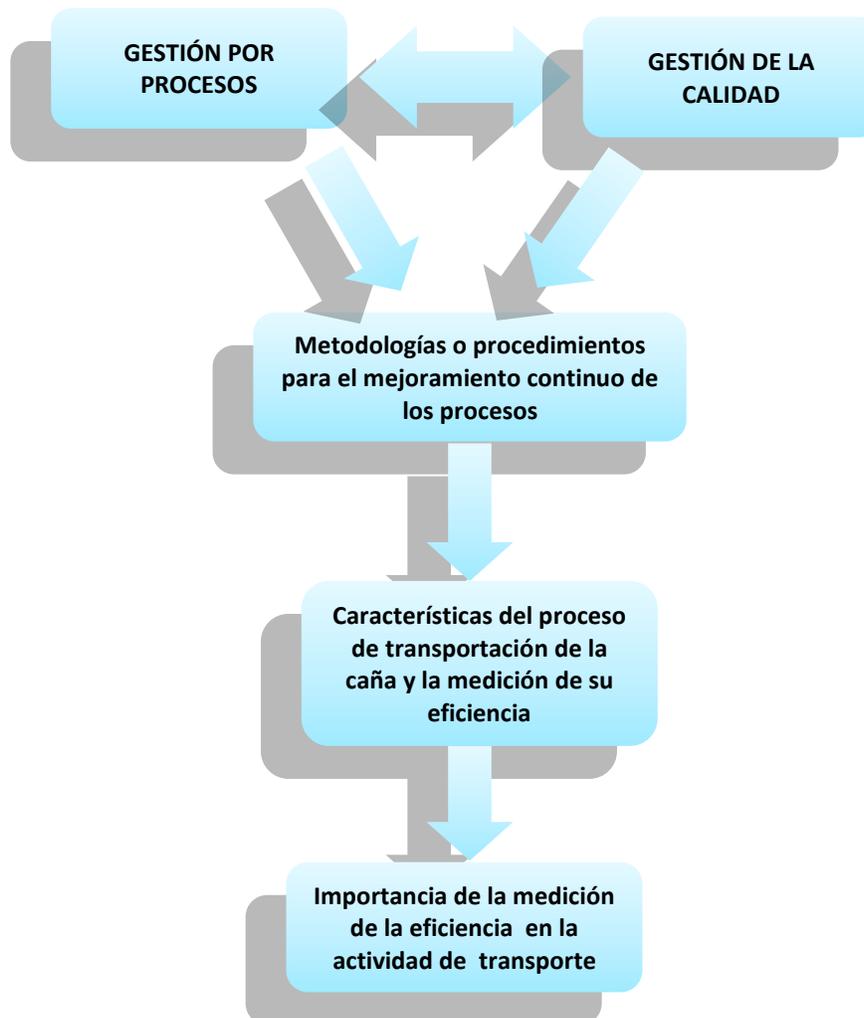


Figura 1.1 Hilo conductor. Fuente elaboración propia

## 1.2 Gestión por procesos

La gestión por procesos consiste en entender la organización como un conjunto de procesos que traspasan horizontalmente las funciones verticales de la misma y permite asociar objetivos a estos procesos, de tal manera que, se cumplan los de las áreas funcionales para conseguir finalmente los objetivos de la organización. Los objetivos de los procesos deben corresponderse con las necesidades y expectativas de los cliente (Pons Murguía, R. & Villa, E., 2006)

La gestión por procesos se puede definir como:

Según Christopher (2002) Proceso es: “un conjunto de causas y condiciones que repetidamente se presentan juntas para transformar entradas en salidas”.

Proceso se define como: "conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados" (Oficina Nacional de Normalización, 2005)

Según Pozo (2006) “constituye un conjunto de actividades interrelacionadas, que persiguen la creación de valor y que su salida final es la conformación de un bien o servicio para un cliente que puede ser interno o externo a la organización”

Los resultados de un proceso son los productos o servicios que se brindan a clientes u otras partes interesadas.

Según Acevedo (1996) el enfoque de proceso en el mejoramiento de la empresa reviste enorme importancia para la misma debido a que con ello se logra enfocar la organización y gestión al cliente final, racionalizando toda aquella actividad que no agrega valor al mismo. Con ello se logra un incremento significativo de la competitividad de la empresa (Acevedo, 1996)

Una de las principales diferencias entre el planteamiento tradicional por funciones y la gestión por procesos, es la forma en que la responsabilidad sobre los procesos es entendida y asumida. En este enfoque de Gestión se considera que los procesos críticos para el éxito de la organización han de tener un único y claro responsable que garantice su eficacia y eficiencia. El responsable o “propietario” del proceso es por tanto una figura clave en la gestión estratégica de los procesos. (Fernández Cánovas, 2000).

Para que las organizaciones operen de manera eficaz, tienen que identificar y gestionar numerosos procesos interrelacionados y que interactúan. A menudo el resultado

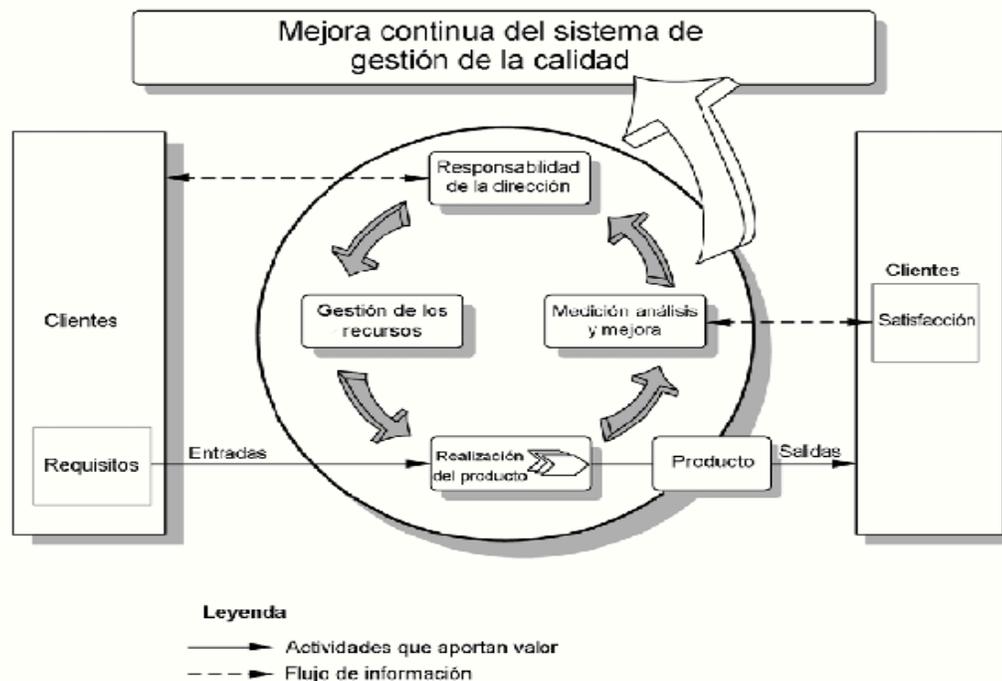
de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso. La identificación y gestión sistemática de los procesos empleados en la organización y en particular las interacciones entre tales procesos se conoce como "enfoque basado en procesos" (Oficina Nacional de Normalización, 2005)

Una ventaja del enfoque basado en procesos es el control continuo que proporciona sobre los vínculos entre los procesos individuales dentro del sistema de procesos, así como, sobre su combinación e interacción(Oficina Nacional de Normalización, 2008)

Un enfoque de este tipo, cuando se utiliza dentro de un sistema de gestión de la calidad, enfatiza la importancia de:

- a) la comprensión y el cumplimiento de los requisitos,
- b) la necesidad de considerar los procesos en términos que aporten valor,
- c) la obtención de resultados del desempeño y eficacia del proceso, y
- d) la mejora continua de los procesos con base en mediciones objetivas,

El modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos se muestra en la figura 1.2. Esta figura muestra que los clientes juegan un papel significativo para definir los requisitos como elementos de entrada.



## **Figura 1.2: Modelo de un sistema de Gestión de la Calidad basado en procesos de la ISO 9000: 2000**

**Fuente:** (Oficina Nacional de Normalización, 2008)

Más adelante la norma NC ISO 9001 de 2008 en el epígrafe 4,1 expresa:

La organización debe establecer, documentar, implementar y mantener un sistema de gestión de la calidad y mejorar continuamente su eficacia.

La organización debe:

a) determinar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y su aplicación a través de la organización,

b) determinar la secuencia e interacción de estos procesos,

c) determinar los criterios y los métodos necesarios para asegurarse de que tanto la operación como el control de estos procesos sean eficaces,

d) asegurarse de la disponibilidad de recursos e información necesarios para apoyar la operación y el seguimiento de estos procesos,

e) realizar el seguimiento, la medición cuando sea aplicable y el análisis de estos procesos,

f) implementar las acciones necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua de estos procesos.

La gestión por procesos es uno de los logros más revolucionarios de los sistemas de calidad de todos los tiempos, gestados en la mente y puestos en práctica por los grandes gurúes de la calidad en el pasado y establecidos oficialmente a partir del año 2000 en la norma ISO 9001.

El gran filósofo de la calidad *Edward Deming* expresó en una ocasión “Si usted no puede describir lo que está haciendo como un proceso, no sabe lo que está haciendo” (Deming, W. Edward, 1989).

### **1.2.1 Clasificación de los procesos**

Los procesos de la organización se pueden dividir en distintos tipos en función de la repercusión directa que tienen sobre el producto o servicio ofrecido.

Según su significado e importancia estratégica dentro de la organización, los procesos pueden clasificarse en (Christopher, 2002):

➤ **Procesos Estratégicos:** Son los que permiten definir y desplegar las estrategias y objetivos de la organización. Además intervienen en la visión de la organización.

➤ **Procesos Claves:** Son aquellos que añaden valor al cliente o inciden directamente en su satisfacción o insatisfacción. Componen la cadena de valor de la organización. También pueden considerarse procesos clave aquellos que, aunque no añadan valor al cliente, consuman muchos recursos. Los procesos clave intervienen en la misión, pero no necesariamente en la visión de la organización.

➤ **Procesos de Apoyo:** En este tipo se encuadran los procesos necesarios para el control y la mejora del sistema de gestión, que no puedan considerarse estratégicos ni clave. Normalmente estos procesos están muy relacionados con requisitos de las normas que establecen modelos de gestión. Estos procesos no intervienen en la visión ni en la misión de la organización.

Es bueno aclarar que los procesos anteriormente mencionados pueden desglosarse en otros procesos particulares que emanan o se derivan de los mismos, estos son los llamados subprocesos.

**Subprocesos:** Son partes bien definidas dentro de un mismo proceso. Su identificación puede resultar útil para aislar los problemas que pueden presentarse y posibilitar diferentes tratamientos dentro del proceso. Los subprocesos emergen cuando se despliegan algunos de los procesos relevantes.

Según la norma ISO/T C 176/SC 2/N 544R3 2, 2008, los procesos se clasifican en:

**Procesos para la gestión de una organización:** Incluyen procesos relativos a la planificación estratégica, establecimiento de políticas, fijación de objetivos, provisión de comunicación, aseguramiento de la disponibilidad de recursos para los otros objetivos de la calidad y resultados deseados de la organización y para las revisiones por la dirección.

➤ **Procesos para la gestión de recursos:** Incluyen todos los procesos que hacen falta para proporcionar los recursos necesarios para los objetivos de calidad y resultados deseados de la organización.

➤ **Procesos de realización:** Incluyen todos los procesos que proporcionan los resultados deseados por la organización.

➤ **Procesos de medición, análisis y mejora:** Incluyen aquellos procesos necesarios para medir y recopilar datos para realizar el análisis del desempeño y la mejora de la eficacia y la eficiencia. Incluyen procesos de medición, seguimiento, auditoría, análisis del desempeño y procesos de mejora (por ejemplo, para las acciones correctivas y preventivas).

Según se observa existe una gran diversidad en cuanto a la clasificación de procesos, encontrando algunas que los dividen en procesos directivos, operativos y de soporte, o en procesos estratégicos, fundamentales y de soporte y un largo etcétera. Lo cierto es que la norma NC ISO 9001 de 2008 no especifica ni tampoco exige que se haga ninguna clasificación al respecto. Ni tan siquiera dice que estos deban clasificarse de modo alguno. La única utilidad que se ha encontrado a lo largo de estas valoraciones es la de identificar cuales deberán ser analizados con más detenimiento debido a la repercusión sobre la satisfacción del cliente o el desempeño estratégico de la empresa.

En el presente trabajo se utilizará la clasificación propuesta por Christopher (2002) para la gestión de mejora del proceso objeto de estudio porque es la que más se adecúa a nuestra experiencia y a la práctica común de consultores internacionales reconocidos.

### **1.2.2 La modelación de los procesos**

La norma (Oficina Nacional de Normalización, 2008), establece la necesidad de mostrar la interrelación entre cada uno de los procesos, esto se realiza mediante el modelaje o representación gráfica de los mismos.

El modelaje de los procesos se puede hacer de forma manuscrita, descriptiva, usando diagramas, o incluso descritos en forma de procedimientos o usando herramientas informáticas simples como el Word, Excel, AUTOCAD, incluso el Paint, hasta software más sofisticados como el SIPOC, el BalancedScoreCard y el BPWin (Metodología IDEF-0), entre otros.

La modelación que muestra la interrelación de los procesos es un requisito obligatorio si se implementa un sistema de gestión de la calidad basado en la norma NC ISO 9001 (2008) que es el caso de este trabajo.

Las herramientas para la modelación de los procesos empleada en el presente trabajo se describen al final del Capítulo II de la presente investigación.

### **1.2.3 Las fichas de procesos**

Para cumplir todos los requisitos de la norma ISO 9001 de 2008 y aunque esta no lo establece explícitamente, se suelen elaborar fichas de procesos. Las fichas de proceso se realizan como complemento del modelaje o graficación de los procesos para un mejor entendimiento de los mismos. Generalmente en las fichas de procesos aparecen datos como; los responsables o dueños de los procesos, datos de los proveedores, entradas, salidas, controles y recursos, indicadores para medir el desempeño, las fórmulas de cálculo y los criterios de aceptación, entre otros.

### **1.2.4 Indicadores de calidad para el seguimiento y medición de los procesos**

Los diagramas y mapas de procesos dan una visión gráfica muy clara de los procesos y sus interrelaciones pero prácticamente no muestran las formas y métodos para el seguimiento, la medición, el control y análisis de datos. Esto se logra estableciendo indicadores y fichas de procesos.

Cada proceso debe tener al menos un indicador de eficacia, generalmente son dos o tres y se dice que más de tres es excesivo.

Los resultados de calidad, tangibles e intangibles deberán ser evaluados, con el establecimiento de indicadores y métodos de análisis estadístico, para cada actividad y proceso en toda la compañía que midan los problemas de calidad reales y potenciales(Cantú Delgado, H., 2001)

Se entiende por un indicador:

Según la norma(Norma NF X 50-120, 1993. Calidad y Gestión. Indicadores y tablas sinópticas de calidad,1993), indicador de calidad es: información seleccionada, asociada a un fenómeno, destinada a observar periódicamente las evoluciones con relación a los registros de la "calidad".

Los indicadores de calidad son instrumentos de medición, basados en hechos y datos, que permiten evaluar la calidad de los procesos, productos y servicios para asegurar la satisfacción de los clientes.

El físico matemático William Thomson (Lord Kelvin) fue quien propuso en 1891 el famoso aforismo físico-matemático que establece:

- Lo que no se define, no se puede medir.
- Lo que no se mide, no se puede mejorar.

- Lo que no se mejora, se degrada siempre.

La medición del fenómeno observado debe ser fiel y sin distorsión. La información brindada por el indicador debe ser exacta, precisa y sensible para reflejar las variaciones significativas y estables para ser reproducidas. Por otra parte, las informaciones deben ser cuantificables con un propósito de consolidación para facilitar el análisis y la síntesis.

No se puede considerar que un sistema de gestión tenga un enfoque basado en procesos si, aun disponiendo de un mapa de procesos, diagramas, fichas y carpetas de procesos coherentes, el sistema no se preocupa por conocer sus resultados.

Por tanto el seguimiento y la medición constituyen la base para saber qué se está obteniendo, en qué extensión se cumplen los resultados deseados y por dónde se deben orientar las mejoras.

Los indicadores constituyen un instrumento que permite recoger de manera adecuada y representativa la información relevante respecto a la ejecución y los resultados de uno o varios procesos, de forma tal que, se pueda determinar la capacidad, eficacia, eficiencia y adaptabilidad de los mismos.

En función de los valores que adopte un indicador y de la evolución de los mismos a lo largo del tiempo, la organización podrá estar en condiciones de actuar o no sobre el proceso (en concreto sobre las variables de control que permitan cambiar el comportamiento del proceso).

De lo anteriormente expuesto se deduce la importancia de identificar, seleccionar y formular adecuadamente los indicadores, así como; la información obtenida de estos que permita el análisis del proceso y la toma de decisiones que repercutan en una mejora de su comportamiento, que sirva para evaluarlo y ejercer su control.

Los indicadores se establecen o emanan de los objetivos de la calidad y no a la inversa y dan una visión muy clara de hasta donde se cumplieron los objetivos propuestos. Si no existen indicadores o no se pueden medir los procesos, no se puede llevar a cabo la mejora continua de los mismos.

La medición es un concepto intrínseco al análisis y la mejora de cualquier proceso. Bajo este principio, es fundamental conocer datos básicos referidos al proceso. En los procesos de mejora continua, la introducción de sistemas de medida o cuadros de mando que permitan conocer la situación y la evolución del proceso es un elemento fundamental.

### 1.3 Evolución de la gestión de la calidad

Desde la antigüedad se ha hablado de calidad y siempre se ha controlado, pero la necesidad de supervivencia en sociedades cada vez más competitivas ha provocado que este concepto y su forma de control, haya evolucionado pasando por varias etapas (González Mercado, J. A., 2004). Evolucionando a través de cuatro eras:

1. Inspección (siglo XIX y principios del XX) que se caracterizó por la detección y solución de los problemas por la falta de uniformidad del producto.
2. Control estadístico del proceso (década de los treinta), enfocada al control de los procesos y la aparición de métodos estadísticos para el mismo fin y para la reducción de los niveles de inspección.
3. Aseguramiento de la calidad (década de los cincuenta), es cuando surge la necesidad de involucrar a todos los departamentos de la organización en diseño, planeación y ejecución de políticas de calidad.
4. Gestión de la Calidad Total (década de los ochenta hasta la actualidad) o la era de la administración estratégica por calidad total, donde se hace hincapié en el mercado y en las necesidades del consumidor, reconociendo el efecto estratégico de la calidad en el proceso de competitividad. Esta es la evolución más avanzada y es un modo de gestión basado en la participación, motivación y formación de todos los miembros comenzando por la alta dirección y dirigida al éxito a largo plazo, para lograr la plena satisfacción del cliente, el beneficio e interés de todos y todo ello al menor costo posible.

La Gestión de la Calidad la define Udaondo, en su libro "Gestión de Calidad" como el modo en que la dirección de la empresa planifica el futuro, implanta los programas y controla los resultados de la función calidad con vistas a su mejora permanente. González (2003) plantea que la Gestión de la Calidad se entiende como el modo en que la dirección de la empresa planifica el futuro, implanta los programas y controla los resultados de la función calidad con vistas a su mejora permanente y la (Oficina Nacional de Normalización, 2005) define la Gestión de la Calidad como actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo a la calidad, entendiéndose como organización conjunto de personas e instalaciones con una disposición determinada de responsabilidades, autoridades y relaciones.

De ahora en lo adelante los términos que se usarán en el presente trabajo relacionados a los sistemas de gestión de la calidad son los establecidos en la norma cubana (Oficina Nacional de Normalización, 2005) debido a que son términos estandarizados y de amplio uso internacional.

La Gestión de la Calidad ha ido evolucionando a lo largo de la vida del hombre, en la tabla 1.1 se muestran las diferentes etapas en su desarrollo desde su concepción inicial de inspección hasta las más actuales vinculadas a la gestión de la calidad y la filosofía de la calidad total.

Tabla No.1.1. Evolución de la gestión de la calidad y la esencia de sus actividades.

<b>Década</b>	<b>Actividad</b>	<b>Esencia</b>
1920	Inspección de la Calidad	Separación de las unidades buenas de las malas.
1950	Control de la Calidad	Detección y prevención de los defectos en el proceso de fabricación.
1970	Aseguramiento de la Calidad	Incorporación del Control de la Calidad en todas las actividades de la Organización.
1980	Gestión de la Calidad	Integrar los esfuerzos de todos hacia el logro de la calidad.
1990	Gestión Total de la Calidad	Extensión del logro de la calidad a todas las actividades que realiza la Organización

Fuente: Romero y Miranda, 2006.

#### **1.4 Metodologías o procedimientos para el mejoramiento continuo de los procesos**

Diferentes autores han hecho referencia a la mejora partiendo de diversos puntos de vista, ofreciendo metodologías o procedimientos que abordan el tema desde diferentes aristas. Existen varios procedimientos disponibles para realizar la mejora de los procesos,

pero son pocos en comparación con otras metodologías existentes para otros propósitos. Entre los principales procedimientos se encuentran:

➤ **Ciclo general de la mejora**

Este ciclo fue desarrollado originalmente por Shewhart, el creador del control de la calidad pero fue ampliamente aplicado y popularizado por Deming y a menudo se le llama Ciclo Deming. Debe su nombre a que contiene las cuatro funciones generales de la administración. El ciclo ha sido modificado o versionado en varias ocasiones. Algunas de las versiones más conocidas se ofrecen a continuación:

- **El ciclo Shewhart-Deming**

Es un ciclo diseñado para ayudar a mejorar procesos. También está diseñado para utilizarse como un procedimiento que permite averiguar las causas de los problemas, mediante un análisis estadístico. Se divide en cuatro pasos, como sigue:

1. ¿Qué es lo que se va a lograr?, ¿Qué datos hay disponibles?, ¿Son necesarias nuevas observaciones? De ser así, hay que planear y decidir las formas de obtener más datos.
2. Llevar a cabo el cambio que desea lograr, de preferencia en pequeña escala.
3. Observar los efectos del cambio.
4. Estudiar los resultados: ¿Qué se puede aprender o predecir?

- **El ciclo PHVA**

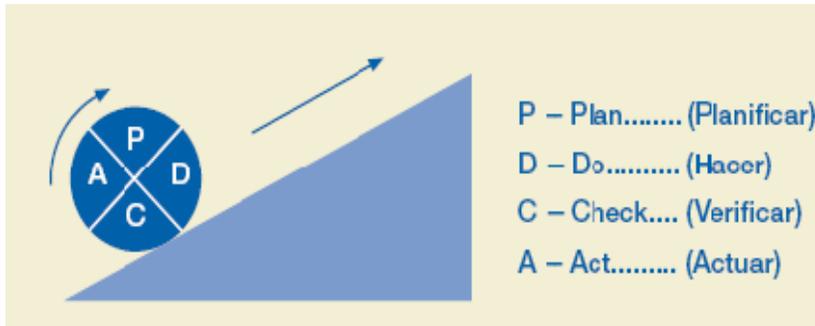
El ciclo PHVA es muy similar al ciclo Deming. Las cuatro palabras, planear, hacer, verificar, actuar, describen muy bien las etapas de trabajo y se exponen de una manera más explícita como sigue:

**Planear:** Determinar las metas y los métodos para alcanzarlas.

**Hacer:** Educar a los empleados y poner en práctica el cambio.

**Verificar:** Verificar los efectos del cambio: ¿se han alcanzado las metas?, de no ser así, volver a la etapa de Planear.

**Actuar:** Emprender la acción apropiada para institucionalizar el cambio. Poner en práctica las acciones de mejora.



**Figura 1.3 Ciclo de mejora continua de Deming. Fuente:(Beltrán, J., Carmona, M., Carrasco, R., Rivas, M., & Tejedor, F., 2002)**

La limitación de este enfoque en la práctica está dada por el hecho de que se requiere analizar la situación actual antes de iniciar la aplicación de este ciclo.

### **El ciclo VA-PHVA**

El pensamiento que sustenta el ciclo VA-PHVA es que se necesita verificar o analizar la situación actual antes de empezar a planear, hacer, verificar y actuar. La lógica es correcta, pero, ¿por qué no añadir simplemente un paso de análisis en el plan? Ese fue el propósito original de Shewhart. Si se hace así, esto permitirá conservar el ciclo original PHVA.

### **Beneficios del ciclo de mejoramiento PHVA**

El ciclo de mejoramiento PHVA brinda varios beneficios(Pons Murguía, R. & Villa, E., 2006), entre los cuales se destacan los siguientes:

- 1) Asegura un programa en el cual se ha convenido para la terminación del proyecto;
- 2) Asegura el análisis, la verificación y la eliminación de los modos de fallos más probables;
- 3) Facilita la puesta en práctica de controles para supervisar y administrar el nuevo proceso mejorado;
- 4) Crea las condiciones para la capacitación permanente y la actualización de la documentación que se requiere en cada ciclo de mejora;
- 5) Evita la reaparición de las causas que provocan los problemas, mediante la estandarización de los procesos mejorados.

- **Procedimiento propuesto por Kaoru Ishikawa (1985)**

Kaoru Ishikawa sin dudas el padre de la revolución japonesa de la calidad con una contribución incalculable al arsenal de la calidad actual y sin cuestionamientos, uno de los gurús de la filosofía de mejora continua. Ishikawa propone el método sistemático, científico para la mejora de procesos, extremadamente útil y práctico, aspecto común de la mayoría de los enfoques japoneses. Este enfoque sienta las bases para lo que más adelante se convertiría en prácticas obligadas para la mejora de procesos. La necesidad de entender las necesidades de los clientes y describir el proceso para luego identificar las oportunidades de mejoramiento, constituye un aspecto fundamental de este modelo si se considera que en el momento en que fue planteado no se reconocían estos aspectos en su totalidad.

Otro aspecto a destacar de este procedimiento es que respeta perfectamente el ciclo PHVA para la mejora continua, estableciendo las mejoras logradas e identificando acciones para la mejora continua. Sin lugar a dudas, el principal aporte de este modelo es que establece un precedente y la visión para lo que vendría después en este punto. Si se observa el procedimiento detenidamente se puede notar que están presentes la mayor parte de las mejores prácticas actuales de la mejora de procesos, en un procedimiento que tiene más de 20 años y es por eso precisamente que se decide incluirlo en este análisis.

Las debilidades fundamentales del enfoque propuesto por Ishikawa se derivan precisamente de la afirmación anterior, y tienen que ver con el momento en que fue concebido. A continuación se presentan estas debilidades:

- El procedimiento no establece claramente la utilización de herramientas de mejoramiento fuera del marco de las siete herramientas básicas de calidad y de las herramientas genéricas de control estadístico de procesos.
- No se incluyen la opción de seleccionar entre enfoques de mejora continua y reingeniería. Debe considerarse que dentro de la filosofía japonesa, la reingeniería no se consideraba un enfoque independiente.
- No responde a las exigencias para la mejora de procesos en industrias de servicio.

- **Procedimiento propuesto por H. James Harrington (1997)**

Harrington, antiguo presidente de Ernst & Young una de las más prestigiosas firmas de consultoría empresarial en el mundo, propone un procedimiento organizado en fases.

Harrington, propone un procedimiento completo y perfectamente estructurado donde se resume la vasta experiencia internacional de este consultor en el campo del mejoramiento del desempeño organizacional. Las ventajas de este procedimiento son evidentes y resultarían en un resumen de los principales elementos positivos que debiera tener cualquier modelo de este tipo. Sencillamente, se incluyen todos los elementos, conceptos, procedimientos y herramientas que constituyen las mejores prácticas en la mejora de procesos. La complejidad del modelo hace que se requiera, en las organizaciones donde se vaya a implementar, un planteamiento estratégico correcto, estructuras flexibles, conocimiento acumulado y personas propensas al cambio. En resumen, una organización en busca de la excelencia.

El procedimiento plantea un fuerte enfoque hacia el cliente externo, pero lo hace apoyándose en conceptos y herramientas tradicionales, que quizás no respondan a las necesidades de algunas empresas (por ejemplo en el sector de servicios).

- **Procedimiento propuesto por Juran (2001)**

Juran se ha convertido en el que más ha investigado, aportando y el más respetado en el campo de la calidad actual. Este análisis quedaría incompleto sin incluir el aporte de Juran en este campo. Pero ese no ha sido la razón de la inclusión, sino que el procedimiento PQM (ProcessQuality Management) propuesto por este autor constituye un punto de referencia obligado desde la 5ta edición de su reconocido Manual de Calidad.

Si se compara este procedimiento con los anteriores, puede notarse que Juran aborda excelentemente el proceso de transferencia del nuevo proceso o el proceso rediseñado. Este es un punto que se descuida en otros procedimientos, que es extremadamente importante. Por otro lado, se aborda adecuadamente la identificación de la voz del cliente y la necesidad de la medición del desempeño del proceso. Otro punto a su favor es que el modelo reconoce la importancia de utilizar enfoques tanto de mejora continua como de reingeniería para desarrollar la mejora del proceso. El procedimiento propuesto por Juran puede considerarse como excelente, simple y a la vez de una alta consistencia técnica.

Son pocas las debilidades que se pudieran destacar del modelo propuesto por Juran. Las más significativas son:

- El rediseño o diseño del proceso se concibe en la fase de planificación, sin embargo, se dedican otras dos fases completas a la transferencia y

operación. Este aspecto podría provocar que se pierda de vista el objetivo fundamental de la mejora de procesos.

- La fase de operación incluye disciplinas como el control de la calidad del proceso y la mejora del proceso, este punto hace que el modelo sea bastante complejo desde el punto de vista técnico.

- **Metodología basada en el enfoque de la NC-ISO 9000: 2005**

Los estándares internacionales ISO constituyen un instrumento importante para alcanzar las metas propuestas. A través de ellos se establece una serie de pautas y patrones que las entidades deberán seguir con la finalidad de implementar un sistema de gestión y aseguramiento de la calidad en el desarrollo de sus procesos.

Un enfoque para desarrollar e implementar un sistema de gestión de la calidad comprende diferentes etapas tales como (Oficina Nacional de Normalización, 2005):

- a) Determinar las necesidades y expectativas de los clientes y de otras partes interesadas.
- b) Establecer la política y objetivos de la calidad de la organización.
- c) Determinar los procesos y las responsabilidades necesarias para el logro de los objetivos de la calidad.
- d) Determinar y proporcionar los recursos necesarios para el logro de los objetivos de la calidad.
- e) Establecer los métodos para medir la eficacia y eficiencia de cada proceso.
- f) Aplicar estas medidas para determinar la eficacia y eficiencia de cada proceso.
- g) Determinar los medios para prevenir no conformidades y eliminar sus causas.
- h) Establecer y aplicar un proceso para la mejora continua del sistema de gestión de la calidad.

Este enfoque también puede aplicarse para mantener y mejorar un sistema de gestión de la calidad ya existente.

Una organización que adopte el enfoque anterior genera confianza en la capacidad de sus procesos y en la calidad de sus productos, y proporciona una base para la mejora continua. Esto puede conducir a un aumento de la satisfacción de los clientes y de otras partes interesadas y al éxito de la organización.

El inciso h) inmediato anterior se trata según 2.9,(Oficina Nacional de Normalización, 2005) que describe:

- a) El análisis y la evaluación de la situación existente para identificar áreas para la mejora.
- b) El establecimiento de los objetivos para la mejora.
- c) La búsqueda de posibles soluciones para lograr los objetivos.
- d) La evaluación de dichas soluciones y su selección.
- e) La implementación de la solución seleccionada.
- f) La medición, verificación, análisis y evaluación de los resultados de la implementación para determinar que se han alcanzado los objetivos.
- g) La formalización de los cambios.

Los resultados se revisan, cuando es necesario, para determinar oportunidades adicionales de mejora. (NC ISO 9001, 2008).

Esta metodología básicamente dice qué se debe hacer, pero no dice cómo hacerlo, las guías para su explicación e implantación son insuficientes, por tanto la aplicación depende de las habilidades de los consultores y de su experiencia acumulada a través del tiempo.

- **Metodología Seis Sigma**

Seis Sigma es una metodología de mejora de procesos, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallas en la entrega de un producto o servicio al cliente. La meta de 6 Sigma es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de eventos u oportunidades (DPMO), entendiéndose como *defecto* cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir los requisitos del cliente (JijuAntony, 2006).

Seis sigma utiliza herramientas estadísticas para la caracterización y el estudio de los procesos, de ahí el nombre de la herramienta, ya que sigma es la desviación típica que da una idea de la variabilidad en un proceso y el objetivo de la metodología seis sigma es reducir ésta de modo que el proceso se encuentre siempre dentro de los límites establecidos por los requisitos del cliente (JijuAntony, 2006)

El proceso Seis Sigma se caracteriza por 5 etapas concretas, se detalla a continuación y se muestran en la figura 1.4:

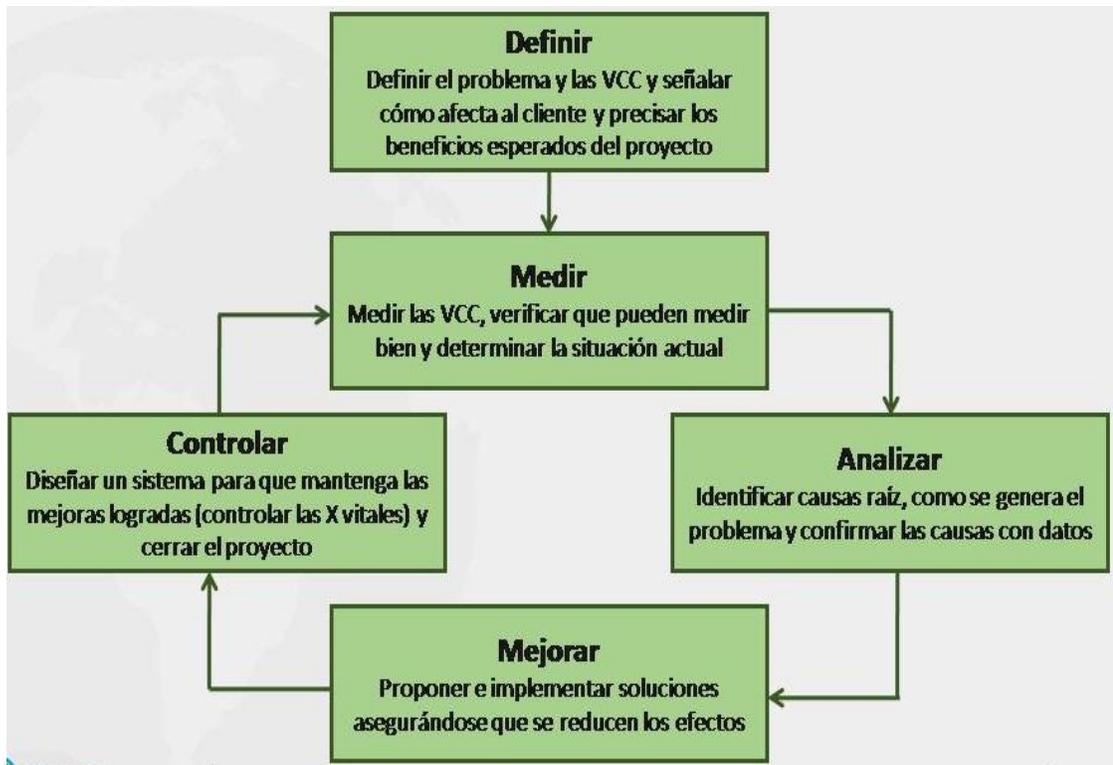


Figura 1.4. Metodología DAMACFuente:(Gutiérrez Pulido, H., 2003)

- **Definir**, que consiste en concretar el objetivo del problema o defecto y validarlo, a la vez que se definen los participantes del programa.
- **Medir**, que consiste en entender el funcionamiento actual del problema o defecto.
- **Analizar**, que pretende averiguar las causas reales del problema o defecto.
- **Mejorar**, que permite determinar las mejoras procurando minimizar la inversión a realizar.
- **Controlar**, que se basa en tomar medidas con el fin de garantizar la continuidad de la mejora y valorarla en términos económicos y de satisfacción del cliente.

Las ventajas de la metodología Seis Sigma (Advances in Management, 2011) se relaciona a continuación:

- Orientada al cliente y enfocada a los procesos.

- Basa sus resultados en el análisis de los datos.
- Se apoya en una metodología robusta.
- Los proyectos generan ahorros o aumento en ventas.
- Tiene el potencial para aumentar la calidad, el rendimiento, la productividad y puede ofrecer ventajas competitivas.
- Los costos pueden ser reducidos.
- El desperdicio se puede minimizar.
- El impacto ambiental adverso disminuye.
- Las mejoras son sostenidas en el tiempo.
- Se crean metas de rendimiento visible.

Las desventajas de la metodología Seis Sigma (Advances in Management, 2011), se basan en:

- Resulta una técnica muy compleja.
- Requiere elevado perfil de entrenamiento para el personal implicado.
- Requiere de elevada cultura organizacional.
- No puede resolver todos los problemas de mejora.
- Resulta costosa a la hora de resolver problemas sencillos.
- El uso de herramientas estadísticas complejas lo hacen inaccesible a los empleados comunes.

Muchas veces el método no tiene en cuenta la interacción de los procesos como un todo y pierde el horizonte de los problemas y sus causas raíces.

- **Reingeniería de procesos**

La Reingeniería de Procesos, o BPR (Business ProcessReeingeniering), puede considerarse como una de las ya mencionadas herramientas de gestión empleadas entre otras cosas para la mejora de procesos. De hecho, se trata de una de las más recientes puesto que aparece a finales de la década de los ochenta, de la mano de dos autores; Michael Hammer y James Champy.

Para poder llegar a una definición válida de Reingeniería de Procesos se debe partir de una situación previa en la cual nos hacemos una pregunta: “Si tuviéramos que volver a crear la empresa desde cero, teniendo en cuenta lo que se sabe y la tecnología disponible, ¿cómo sería mi nueva empresa?”. A pesar de que existe un consenso generalizado acerca de que la Reingeniería de Procesos pasa necesariamente por un rediseño radical de los procesos de la empresa para alcanzar mejoras drásticas en la gestión, existen muy diversas definiciones de entre las cuales se destacan:

- Análisis y diseño de los flujos de trabajo y procesos dentro y entre organizaciones (T. H. Davenport, 2005).
- Reconsideración, reestructuración y racionalización de las estructuras de negocio, procesos, métodos de trabajo, gestión de sistemas y relaciones externas, a través de los cuales creamos y distribuimos valor (R. Talwar, 2005).

Para analizar con profundidad cada uno de sus términos se utiliza la definición de los padres del concepto de Reingeniería de Procesos (Hammer y Champy, 1994):

- “Reingeniería es la revisión fundamental y el rediseño radical de procesos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento, tales como: costos, calidad, servicio y rapidez”.

#### **Tipos de reingeniería de procesos:**

- **Fundamental:** Se concentra en lo que la empresa “debe ser” y no en “lo que es”. Es un proceso ligero de modificación o mejora.
- **Radical:** Como su nombre lo indica consiste en abandonar totalmente lo viejo en pro de lo nuevo. Estamos ante un proceso de reinención completa del negocio.
- **Espectacular:** Como su nombre lo indica consiste en saltos espectaculares y no marginales o incrementales, se asocia al concepto de saltos gigantes en el rendimiento.

Según Hammer y Champy (1994), existen tres tipos de compañías que emprenden la Reingeniería de Procesos:

- Empresas con graves problemas de subsistencia, aquellas en situaciones desesperadas donde peligran la continuidad de la actividad económica.

- Empresas que todavía no están en dificultades, pero cuyos sistemas administrativos permiten anticiparse a posibles crisis, de forma tal que, se detectan con anticipación la aparición de problemas.

- Empresas que se encuentran en óptimas condiciones. No presentan dificultades visibles ni ahora ni en el horizonte, lo cual no es contradictorio con el hecho de que su administración tenga aspiraciones y capacidad para llegar todavía más alto. Este tipo de compañías ven la reingeniería como una oportunidad para despegarse aún más de sus competidores; es decir, ven en la Reingeniería de Procesos una oportunidad para obtener una ventaja competitiva apreciable.

A partir de los requisitos que todo proceso de reingeniería debe reunir para alcanzar reducciones de costes, mejoras de la calidad y del servicio al cliente, podemos determinar unas características comunes en dichos procesos:

- Unificación de tareas.
- Participación de los trabajadores en la toma de decisiones.
- Cambio del orden secuencial por el natural en los procesos.
- Realización de diferentes versiones de un mismo producto.
- Reducción de las comprobaciones y controles.
- Papel protagonista del responsable del proceso.
- Operaciones híbridas.

La reingeniería busca avances decisivos, no mejorando los procesos existentes sino descartándolos por completo y cambiándolos por otros enteramente nuevos. La moraleja que se debe extraer en este punto es que la Reingeniería de Procesos es algo tan radical y que implica un cambio tan profundo que no debe confundirse con ninguna otra medida de carácter más conservador o de menor alcance (Hammer y Champy, 1994).

### **1.5 Características del proceso de transportación de la caña y la medición de su eficiencia**

La caña de azúcar posee la propiedad de ser un producto que al poco tiempo de cosechado se deteriora, por tanto la calidad de la materia prima que entra a la industria dependerá en gran medida de la rapidez con que la misma se traslade desde el campo al central y esto lo determina el funcionamiento del sistema de cosecha y tiro que se

implemente. La caña cosechada se puede transportar directamente al basculador del central o a los centros beneficiadores (centros de acopio o estaciones de limpieza). El tiro directo facilita disponer de un mayor volumen de biomasa cañera, esto es el tallo de caña más parte de sus hojas. La molienda de biomasa genera mayores reservas de bagazo con las condiciones necesarias para ser empleado como combustible renovable, sustituyéndose de esta forma la utilización de petróleo siempre que las condiciones tecnológicas lo propicien (CENICAÑA, 1983).

Para transportar la caña se emplean los siguientes tipos de medios

- Carretas tiradas por tractores.
- Carretas tiradas por bueyes.
- Camiones ZIL — 130.
- Camiones KAMAZ con un remolque.

Para garantizar los procesos de cosecha y tiro, el central azucarero dispone de equipos propios y también recibe los servicios de otros centrales en donde se tributa la caña y son la base de transporte del MINAZ enclavada en la región.

La caña cosechada se envía fundamentalmente a los centros de acopio o estaciones de limpieza, para eliminar determinados porcentajes de materias extrañas. Es importante señalar que las materias extrañas en la caña cosechada se han incrementado con el corte mecanizado provocando incremento en los costos del tiro. Una vez que la caña es limpiada de materias extrañas en los centros de recepción, es enviada por medio del ferrocarril hasta el basculador del central.

Para la carga de la caña de azúcar por ferrocarril en los patios, se cuenta con los carros jaula, los cuales son distribuidos por los centros de recepción. Estos carros tienen una capacidad promedio de 1750 arrobas por carro aproximadamente, equivalente a 20 toneladas. La cantidad de viajes que realiza una locomotora arrastrando entre 10 y 15 carros jaulas varía en dependencia de la disponibilidad de caña, la distancia entre centro de recepción y el central, entre otras razones.

Tanto para los viajes de camino como para los viajes de patio, los carros jaula son situados en los apartaderos y en líneas de patio donde son pesados en la romana y posteriormente enviados al basculador.

El control de la actividad de transportación de la caña no se restringe a las Unidades Productoras, estas entidades utilizan como indicador sintético para medir la eficiencia de

esta actividad, el costo del tiro por tonelada de caña y de forma agregada contabilizan los gastos de combustible y el consumo físico del mismo, los cuales no son indicadores de referencia para garantizar un proceso de mejora continua en el uso de los principales recursos que se emplean en esta actividad.

Existe una subdirección que se encarga de controlar y definir estrategias respecto a los modos, medios y demás elementos a considerar para que la caña cosechada llegue en el más breve paso a los centros receptores de la misma.

### **1.6 Importancia de la medición de la eficiencia en la actividad de transporte**

La necesidad de la medición de la eficiencia obedece a que es la manera objetiva de evaluar el desempeño en cuanto a la utilización de los recursos de una de las actividades claves del ciclo productivo de cualquier organización: la transportación (Torres, J. 1987).

El transporte es una actividad muy útil en dos aspectos: utilidad de lugar y utilidad de tiempo, esto es de gran importancia, ya que el producto se tiene en el lugar y el momento en que se necesita.

Uno de los criterios para clasificar los sistemas de transporte es a partir de sus características generales, donde los tipos de transporte pueden ser definidos de acuerdo a:

- Los modos de transporte.
- Las propiedades de los medios de transporte.
- Otros parámetros (zona geográfica, clase de servicio y régimen de carga).

Entre las ventajas de estos tipos de transporte, para las actividades de aprovisionamiento y distribución, se destacan: la reducción de las manipulaciones, una mayor productividad del trabajo en la operación de descarga del vehículo, la disminución del número de vehículos llegados al almacén y una mejor disponibilidad y maniobrabilidad en los muelles y zonas de carga y descarga.

### **1.7 Conclusiones Parciales del Capítulo**

1. La gestión por procesos es la clave para el éxito cuando se implementan los sistemas de gestión de la calidad en las empresas.
2. Los sistemas de gestión de la calidad constituyen herramientas eficaces y eficientes para la gestión de cualquier empresa u organización que se proponga satisfacer plenamente los requisitos y expectativas de sus clientes y otras partes interesadas y para mejorar su desempeño.
3. Existen numerosas metodologías o procedimientos para el mejoramiento continuo de los procesos que han evolucionado a través del tiempo, su evolución lleva las últimas tendencias como la filosofía Seis Sigma.

## **Capítulo II: Caracterización UEB Central Azucarero 5 de Septiembre**

### **2.1 Introducción**

En el siguiente capítulo se da la caracterización general del centro objeto de estudio y se describen y explican los pasos del procedimiento para llevar a cabo el mejoramiento continuo del subproceso transportación de materia prima.

### **2.2 Caracterización de la organización objeto de estudio**

La UEB Central Azucarero 5 de Septiembre está situada al noroeste de la provincia de Cienfuegos, cerca del poblado de Turquino en el municipio de Rodas, Km. 208 de la Autopista Nacional. Limitan sus áreas cañeras por el norte con el Río Hanábana, límite de la provincia con Villa Clara, hacia el sur con el poblado de Rodas y áreas cañeras de la EA 14 de Julio, hacia el este con plantaciones de las Empresas Azucareras Ciudad Caracas, Elpidio Gómez y la Granja Agropecuaria Ramón Balboa y al oeste con la pecuaria Aguada y áreas de la Empresa Agropecuaria 1 de Mayo.

Esta UEB está comunicada por vía férrea, con el Ferrocarril Nacional de Cienfuegos-Habana por el poblado de Jabacoa, lo cual le permite tener acceso al puerto de Cienfuegos, al resto de las empresas y a la Terminal Exportadora. Posee una extensa red ferroviaria interior que comunica los centros de acopio y limpieza.

Existe una extensa red de caminos que comunican todas las áreas cañeras con el central, existen pasos automotor y ferroviario sobre la autopista Nacional para la vinculación cañera de la región norte. La zona industrial está enclavada en una pequeña meseta distante 42 Km. de Cienfuegos, 16 Km. de Rodas, cabecera municipal.

El central azucarero se proyectó para procesar una norma potencial de 6900 Tn/d y un área cañera de 15298.0 ha

Su norma potencial actual es de 4600 TN/día y norma operacional de 3910 TN/día, debido al redimensionamiento industrial ejecutado en la década de los 90 en consonancia con el deterioro de la producción cañera. La empresa comenzó a construirse en el primer trimestre de 1977 y se realizaron pruebas con caña en julio y noviembre de 1981.

Luego del periodo transcurrido desde su puesta en marcha y transitando por los altibajos del sector y como pionera de la inversión extranjera dentro del gremio azucarero, se firma el 9 de Noviembre del año 2012, en el transcurso de la Feria Internacional de la Habana, el Contrato de Administración Productiva de Azúcar (CAPAZ) del Central 5 de

Septiembre entre la Empresa Azucarera Cienfuegos, cubana y la Compañía de Obras e Infraestructura, brasileña.

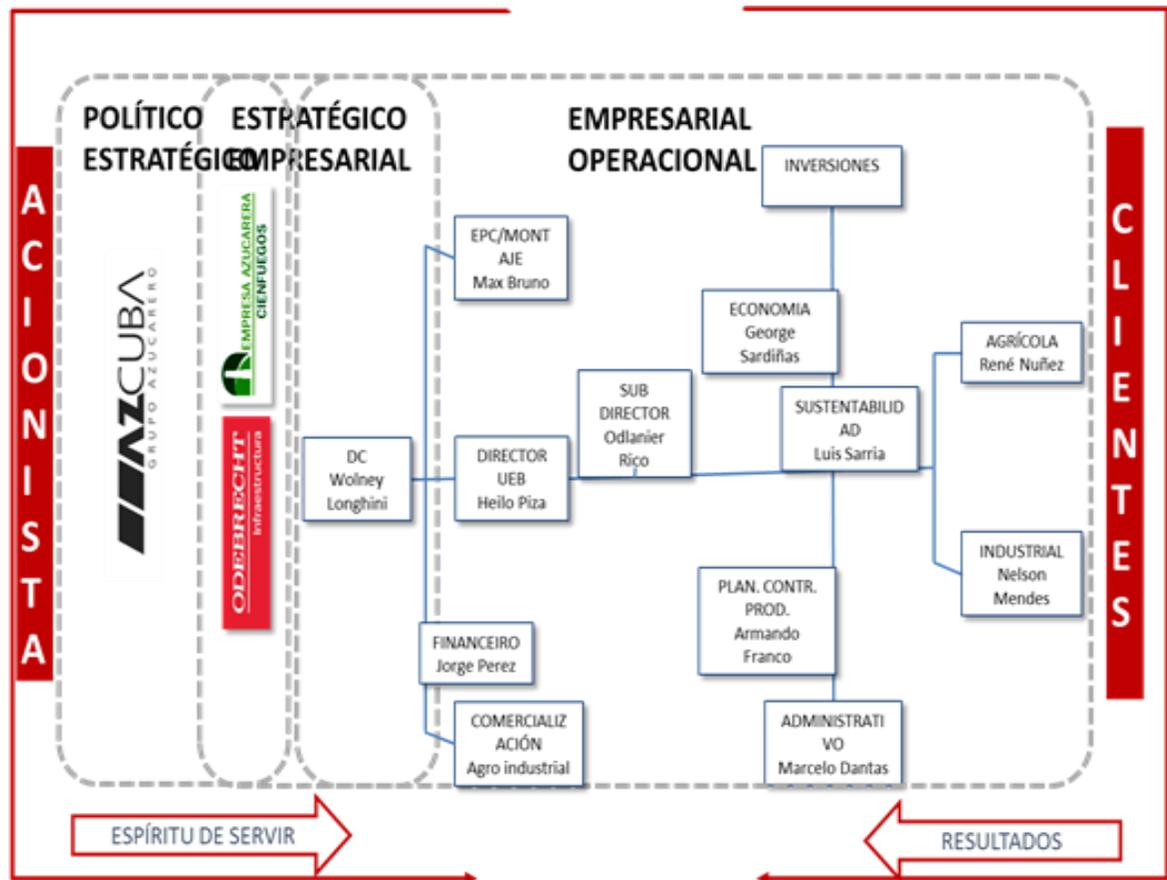
### 2.2.1 Misión

La UEB Central Azucarero “5 de Septiembre” es una unidad de la Empresa Azucarera de Cienfuegos, perteneciente al Grupo AZCUBA, que produce energía renovable en forma de azúcar y sus derivados a partir de la biomasa cañera.

### 2.2.2 Visión

Ser líder en la producción de energía renovable a partir de la caña de azúcar en Cuba.

### 2.2.3 Organigrama o estructura organizativa de la UEB Central Azucarero “5 de Septiembre”



#### 2.2.4 Plantilla de trabajadores de la UEB Central Azucarero “5 de Septiembre”

La plantilla de nuestra UEB se encuentra cubierta al 90 % y la fuerza de trabajo tiene la siguiente composición: De los 725 trabajadores actuales, 160 son mujeres representando el 22,1 % del total, el 73 % de la fuerza se enmarca entre 30 y 59 años de edad y el 70 % que son 508 trabajadores corresponden a la categoría ocupacional de Operarios, los Técnicos representan el 18 % del total y los Directivos el 2,7%.

Entidad	Plantilla Cubierta	Doctor	Máster	Superior	rec. Medio	O.C	12°	11°	10°	9°
UEB 5 de Septiembre	725		1	59	189	53	97	28	30	266

Tabla 2.1 Niveles de escolaridad del personal del centro. Fuente: Elaboración Propia.

#### 2.2.5 Política del sistema de Gestión Integrada

La UEB Central azucarero “5 de septiembre” es una unidad generadora de Energía Renovable, que potencia la captación de energía en la caña de azúcar y la transforma en azúcar y sus derivados energéticos, satisfaciendo los requisitos de sus clientes y partes interesadas, a partir de la adhesión al cumplimiento de los requisitos de las normas NC ISO 9001/2008, NC ISO 14001/2004 y NC 18001/2005 con el compromiso de la mejora continua y la premisa de hacer sustentable y segura nuestra producción.

#### 2.3 Presentación del procedimiento para la mejora del sub proceso transportación de materia prima

De los principales procedimientos utilizados en el mundo para la mejora continua que se expusieron en el Capítulo I de la presente tesis, se utilizará el procedimiento basado en el enfoque de la NC-ISO 9000: 2005.

El procedimiento tiene en cuenta el acápite 2.9 de la norma NC-ISO 9000: 2005, los requisitos de la norma NC-ISO 9001: 2008 y las conocidas herramientas de la calidad, además del uso del modelaje de procesos. La metodología cumple además con el requisito 7.3, Diseño y Desarrollo de la norma NC-ISO 9001: 2008.

Se utiliza este procedimiento porque lo utilizan la mayoría de los consultores para implementar y mejorar sistemas de gestión de la calidad en todas las empresas del país con adecuados resultados. Además, el procedimiento está basado en los requisitos establecidos en prestigiosas y reconocidas normas ISO de la calidad.

Es necesario destacar que la aplicación de este procedimiento resulta muy flexible debido a que se pueden omitir o posponer pasos durante la implementación en dependencia de los procesos a mejorar, los objetivos trazados o el sistema que se va a analizar, sin perder el enfoque a resultados finales. Las herramientas a utilizar dependen de cada situación en concreto o el tipo de mejora que se quiere lograr. Además es rigurosa pues se estructura según el ciclo PHVA sugerido en la nota del acápite 0.2 (Enfoque basado en procesos) de la norma NC ISO 9001: 2008 y los Ocho Principios de la Calidad, internacionalmente reconocidos y recogidos en la norma NC ISO 9000: 2005.

La norma NC ISO 9001: 2008 sugiere que de manera adicional, puede aplicarse a todos los procesos la metodología conocida como "Planificar-Hacer-Verificar-Actuar" (PHVA). El ciclo PHVA puede describirse brevemente como:

**Planificar:** Establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.

**Hacer:** Implementar los procesos.

**Verificar:** Realizar el seguimiento y la medición de los procesos y los productos respecto a las políticas, los objetivos y los requisitos para el producto, e informar sobre los resultados.

**Actuar:** Tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos.

### **2.3.1 Procedimiento para la mejora del sub proceso transportación de materia prima.**

En la tabla No. 2.2, se detallan las etapas, la concordancia con los requisitos de las normas de referencia, las actividades y las herramientas a emplear.

<b>Etapas del Ciclo PHVA</b>	<b>Acápite 2.9 de NC ISO 9000: 2005</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramientas</b>
Planificar la mejora (P)	a) Análisis y evaluación de la situación existente para identificar áreas para la mejora.	a-1) Selección del proceso.	Revisión documental Reuniones de trabajo Mapa de Procesos
		a-2) Formar y capacitar al equipo de trabajo para la mejora.	Revisión documental Reuniones de trabajo Método de los expertos
		a-3) Conocer y caracterizar el proceso.	Mapa de Procesos Diagrama SIPOC Diagrama de flujo
		a-4) Establecer objetivos.	Revisión documental Reuniones de trabajo Tormentas de ideas
		a-5) Diagnosticar y evaluar el proceso.	Revisión documental Diagrama SIPOC Hojas de recogida de datos Tormentas de ideas Software Statgraphics
		a-6) Determinación de las deficiencias.	Tormentas de ideas Diagrama de Ishikawa
	b) Establecimiento de los objetivos para la mejora.	b-1) Establecer objetivos.	Revisión documental Reuniones de trabajo Tormentas de ideas

	c) Búsqueda de posibles soluciones para lograr los objetivos.	c-1) Identificar soluciones.	Tormentas de ideas. Técnicas de las 5ws y las 2Hs
Implementar la mejora (H)	d) Implementación de la solución seleccionada.	d-1) Comunicación del proyecto.	Reuniones de trabajo.
		d-2) Implementación del proyecto.	Reuniones de trabajo Talleres para la implementación
Evaluar los resultados de la mejora (V)	e) Análisis de los resultados de la implementación para determinar que se han alcanzado los objetivos.	e-1) Monitoreo del proyecto de mejora	Reuniones de trabajo Revisión documental Tormentas de ideas Hojas de recogida de datos
Actuar y tomar acciones (A)	f) Formalización de los cambios.	f-1) Validar el procedimiento y documentar las mejoras.	Revisión documental Reuniones de grupo
		f-2) Proponer acciones a tomar.	Indicadores del subproceso Planes de Control

Tabla No. 2.2: Procedimiento para la mejora de procesos. Fuente: ISO Elaboración propia

### 2.3.2 Explicación de la metodología

A continuación se explican detalladamente todos los pasos para llevar a cabo el procedimiento utilizado para la mejora del subproceso transportación de materia prima en la UEB Central Azucarero “5 de Septiembre”.

## **I) Planificar la mejora (P)**

### **a) Análisis y evaluación de la situación existente para identificar áreas para la mejora (Acápites 2,9 de NC ISO 9000, 2005)**

#### **a-1) Selección del proceso**

La organización selecciona aquellos procesos que más impactan el desempeño de la misma y que más inciden en la satisfacción de los clientes.

Una ventaja del enfoque basado en procesos es el control continuo que proporciona sobre los vínculos entre los procesos individuales dentro del sistema de procesos, así como; sobre su combinación e interacción (Acápites 0.2 de la norma NC ISO 9001, 2008).

Las herramientas utilizadas son: Revisión documental, reuniones de trabajo y mapa de procesos.

#### **a-2) Formar y capacitar al equipo de trabajo para la mejora**

Se selecciona un grupo reducido de profesionales que actúen como equipo, que lleve a cabo la mejora, no sólo utilizando el buen juicio sino sobre la base de una metodología, que les permita aprender y experimentar, compartiendo riesgos, conocimientos y la responsabilidad en función de resultados previstos. Ofrecen un marco idóneo para que las personas de la organización puedan cambiar y mejorar las cosas, aprender y aplicar metodologías de calidad y desarrollar la gestión participativa.

Se imparten y se registran las acciones de capacitación del equipo seleccionado para llevar a cabo la mejora.

Según NC ISO 9001:2008 (acápites 6.2.1 y 6.2.2); el personal que realice trabajos que afecten a la conformidad con los requisitos del producto debe ser competente con base en la educación, formación, habilidades y experiencia apropiadas. Cuando sea aplicable, proporcionar formación o tomar otras acciones para lograr la competencia necesaria y asegurarse de que su personal es consciente de la pertinencia e importancia de sus actividades y de cómo contribuyen al logro de los objetivos de la calidad.

Las herramientas a utilizar son: Revisión documental, reuniones de trabajo y el Método de los Expertos.

### **a-3) Conocer y caracterizar el proceso**

En este punto se analiza todo el proceso; las entradas, salidas, controles, mecanismos y/o recursos, las fichas de procesos, los responsables del proceso, clientes, proveedores, el flujo de procesos, sus límites y objetivos.

Según NC ISO 9001: 2008 (acápite 8.2.2), la organización debe llevar a cabo auditorías internas a intervalos planificados para determinar si el sistema de gestión de la calidad es conforme con las disposiciones planificadas, con los requisitos de la norma NC ISO 9001: 2008 y con los requisitos del sistema de gestión de la calidad establecidos por la organización y se ha implementado y se mantiene de manera eficaz.

Aquí se analizan los requisitos del cliente. Se revisa la matriz de competencias del inspector de alto riesgo y los requisitos de otras partes interesadas.

Según NC ISO 9001: 2008 (acápites 5.2, 7.2.1 y 8.2.1), la alta dirección debe asegurarse de que los requisitos del cliente se determinan y se cumplen con el propósito de aumentar la satisfacción del cliente.

Como una de las medidas del desempeño del sistema de gestión de la calidad, la organización debe realizar el seguimiento de la información relativa a la percepción del cliente con respecto al cumplimiento de sus requisitos por parte de la organización. Deben determinarse los métodos para obtener y utilizar dicha información.

Deben determinarse los elementos de entrada relacionados con los requisitos del producto. Los elementos de entrada deben revisarse para comprobar que sean adecuados. Los requisitos deben estar completos, sin ambigüedades y no deben ser contradictorios (Acápite 7.3.2 de la norma NC ISO 9001, 2008).

Las herramientas utilizadas son: Mapa de Procesos, Diagrama SIPOC y Diagrama de flujo.

### **a-4) Establecer objetivos**

En este paso se determinan los objetivos que se quieren alcanzar al diagnosticar el proceso.

Las herramientas utilizadas son: revisión documental, reuniones de trabajo y tormenta de ideas.

### **a-5) Realizar el diagnóstico del proceso, recopilación y análisis de datos**

En este paso se recopilan y tabulan los datos para su posterior análisis. Los datos provienen de los resultados de las mediciones de los procesos (indicadores), los resultados de las auditorías, revisiones por la dirección, análisis del producto no-conforme, acciones correctivas y preventivas y de las encuestas y entrevistas a clientes y trabajadores y de las visitas a clases.

La organización debe determinar, recopilar y analizar los datos apropiados para demostrar la idoneidad y la eficacia del sistema de gestión de la calidad y para evaluar dónde puede realizarse la mejora continua de la eficacia del sistema de gestión de la calidad. Esto debe incluir los datos generados del resultado del seguimiento y medición y de cualesquiera otras fuentes pertinentes (Acápito 8.4 de la norma NC ISO 9001: 2008).

Los datos que se recogen son previos a la implementación de las mejoras.

Las herramientas utilizadas son: Revisión documental, Diagrama SIPOC, Hojas de recogida de datos, Tormentas de ideas y Software Statgraphics.

### **a-6) Determinación de las causas raíces**

Después del análisis de datos se procede a buscar las causas raíces de los problemas y relacionarlas con las insatisfacciones, evaluando el grado de contribución de cada causa al problema. Según NC ISO 9001: 2008 (acápito 8.5.2) se deben determinar las causas de las no conformidades.

Las herramientas a utilizar son: Tormentas de ideas y Diagrama de Ishikawa

### **b) Establecimiento de los objetivos para la mejora (Acápito 2,9 de NC ISO 9000, 2005)**

El equipo de mejora se reúne para determinar los objetivos y metas para la mejora partiendo de una situación inicial.

Según NC ISO 9001: 2008 (acápito 5.4.1), la alta dirección debe asegurarse de que los objetivos de la calidad, incluyendo aquellos necesarios para cumplir los requisitos para el producto, se establecen en las funciones y los niveles pertinentes dentro de la organización. Los objetivos de la calidad deben ser medibles y coherentes con la política de la calidad.

En tal sentido, el establecimiento del nivel de desempeño exigido al sistema (meta) condicionará las soluciones y el ritmo de su implantación (W.E. Deming, 1999).

Las herramientas utilizadas son: Reuniones de trabajo, las tormentas de ideas y revisión documental.

**c) Búsqueda de posibles soluciones para lograr los objetivos (Acápites 2,9 de NC ISO 9000, 2005)**

El equipo de trabajo para la mejora identifica y determina las posibles soluciones de los problemas. Las herramientas utilizadas son; tormentas de ideas y técnicas de las 5ws y las 2Hs.

**II) Implementar la mejora (H)**

**d) Implementación de la solución seleccionada (Acápites 2,9 de NC ISO 9000, 2005)**

**d-1) Comunicación del proyecto**

El equipo de mejora comunica a todos los trabajadores implicados el proyecto de mejora aprobado y concilia con ellos posibles divergencias. Uno de los objetivos esenciales de la comunicación del proyecto es tratar de limar la natural resistencia al cambio que este provoca, para ello se deben identificar las fuentes de resistencia y de apoyo más probables, valorar y priorizar dichas fuentes en función de su impacto potencial e identificar acciones para vencer los obstáculos mediante información, participación y contacto con líderes de grupo.

Las acciones de mejora se comunican a los clientes y otras partes interesadas, según NC ISO 9001: 2008 (acápites 7.2.3), la organización debe determinar e implementar disposiciones eficaces para la comunicación con los clientes.

Según NC ISO 9001: 2008 (acápites 5.5.3), la alta dirección debe asegurarse de que se establecen los procesos de comunicación apropiados dentro de la organización y de que la comunicación se efectúa considerando la eficacia del sistema de gestión de la calidad.

La herramienta fundamental en este caso son las reuniones de trabajo.

**d-2) Implementación del proyecto**

Finalmente se implementa el proyecto de mejora. Las herramientas a utilizar son; reuniones de trabajo y talleres para la implementación.

**III) Evaluar los resultados de la mejora (V)**

**e) Análisis y evaluación de los resultados de la implementación para determinar que se han alcanzado los objetivos (Acápites 2,9 de NC ISO 9000: 2005)**

### **e-1) Monitoreo y seguimiento del proyecto de mejora**

Es en este paso donde comienzan a evaluarse los resultados de las mejoras implementadas anteriormente.

La organización debe aplicar métodos apropiados para el seguimiento, y cuando sea aplicable, la medición de los procesos del sistema de gestión de la calidad. Estos métodos deben demostrar la capacidad de los procesos para alcanzar los resultados planificados (Acápites 8.2.3 de la norma NC ISO 9001: 2008).

En este paso se recopilan los datos, se verifican y se tabulan. Las herramientas utilizadas son: reuniones de trabajo, revisión documental, tormentas de ideas y hojas de recogida de datos

### **IV) Actuar y tomar acciones (A)**

#### **f) Formalización de los cambios (Acápites 2,9 de NC ISO 9000, 2005)**

##### **f-1) Validar el procedimiento y documentar las mejoras**

Según NC ISO 9001: 2008, los cambios del diseño y desarrollo deben identificarse y deben mantenerse registros. Los cambios deben revisarse, verificarse y validarse, según sea apropiado, y aprobarse antes de su implementación. La revisión de los cambios del diseño y desarrollo debe incluir la evaluación del efecto de los cambios en las partes constitutivas y en el producto ya entregado. Deben mantenerse registros de los resultados de la revisión de los cambios y de cualquier acción que sea necesaria. Se debe realizar la validación del diseño y desarrollo de acuerdo con lo planificado para asegurarse de que el producto resultante es capaz de satisfacer los requisitos para su aplicación especificada o uso previsto, cuando sea conocido. Siempre que sea factible, la validación debe completarse antes de la entrega o implementación del producto. Deben mantenerse registros de los resultados de la validación y de cualquier acción que sea necesaria (Acápites 4.2.4, 7.3.6 y 7.3.7 de la norma NC ISO 9001:2008).

Según la norma NC ISO 90000 (2005), **validación:** es confirmación mediante la aportación de **evidencia objetiva** de que se han cumplido los **requisitos** para una utilización o aplicación específica prevista. El término "validado" se utiliza para designar el estado correspondiente. Las condiciones de utilización para la validación pueden ser reales o simuladas.

Este paso es muy importante porque se evalúa si el procedimiento utilizado es el adecuado para establecer procesos de mejoras en la organización a través de la validación del mismo. Las herramientas para lograr lo anteriormente planteado son reuniones de trabajo y revisión documental.

#### **f-2) Proponer acciones a tomar**

La organización debe determinar acciones para eliminar las causas de no conformidades potenciales para prevenir su ocurrencia (Acápites 8.5.3 de norma NC ISO 9001:2008). En este punto el grupo de trabajo partiendo de la validación de la metodología utilizada, propone planes de acción o proyectos nuevos para las mejoras que no se han implementado o para mejorar las que ya se realizaron. Se propone entonces la repetición del Ciclo de Mejora Continua.

Las herramientas a usar son; Indicadores del subproceso y Planes de Control

### **2.4 Herramientas de la calidad y técnicas estadísticas empleadas en el procedimiento propuesto**

Las herramientas de la calidad y las técnicas estadísticas pueden aportar beneficios muy provechosos y constituyen herramientas de trabajo inmejorables para el análisis de datos, el control y la mejora de la calidad de los procesos y como parte de las herramientas empleadas en las metodologías para el análisis de problemas y la toma de decisiones.

Es necesario resaltar que las mejores herramientas son ineficaces a menos que las maneje una mano experta y las dirija un cerebro inteligente.

La utilización de estas herramientas puede hacerse de manera individual, sin embargo, la mayor parte de ellas adquieren su verdadera dimensión y eficacia cuando se aplican en grupo.

A continuación se hace un resumen detallado de las principales herramientas utilizadas en el presente trabajo.

#### **2.4.1 Revisión y análisis documental**

Según NC ISO 9000: 2005, documento: es información y su medio de soporte.

La documentación permite la comunicación del propósito y la coherencia de la acción (NC ISO 9000, 2005). Su utilización contribuye a:

a) lograr la conformidad con los requisitos del cliente y la mejora de la calidad;

- b) proveer la formación apropiada;
- c) la repetibilidad y la trazabilidad;
- d) proporcionar evidencia objetiva, y
- e) evaluar la eficacia y la adecuación continua del sistema de gestión de la calidad.

La revisión y el análisis documental es una herramienta poderosa para reunir, seleccionar y analizar datos para detectar problemas y buscar posibles soluciones o para organizar los datos y la información, de forma tal que, se puedan emplear otras herramientas para su estudio y análisis. Debería ser una de las primeras técnicas a utilizar para la detección de problemas.

#### **2.4.2 Reuniones de trabajo**

Actualmente, debido a los constantes cambios en el medio laboral, es poco común que una sola persona tenga toda la información necesaria e indispensable para analizar un problema y adoptar una decisión acertada; por tal motivo, las reuniones de trabajo constituyen herramientas administrativas de gran valor. Una reunión la constituye un grupo de individuos unidos por un interés común, con metas y objetivos claros y bien definidos sobre determinado asunto a tratar. La conforma solamente un líder reconocido y aceptado y los miembros del equipo.

Las reuniones de trabajo se diferencian de las tormentas de ideas y del trabajo en equipos porque son más informales, menos estructuradas y de acción más rápida sin perder por eso su poder de análisis profundo, organización y disciplina.

#### **2.4.3 Hojas de recogida de datos**

Esta herramienta consiste en reunir datos organizada y metódicamente con el objetivo de que por sí solos ofrezcan indicios y pistas sobre tendencias futuras, cantidades o cualidades de datos, características o factores objeto de estudio para la solución de problemas y en otros casos se usa como paso preliminar para el análisis de datos a través de otras herramientas de la calidad o mediante técnicas estadísticas (Juran, 1999).

Entre los tipos de hojas de recogidas de datos están:

- Hojas de verificación: proporcionan datos y tendencias.
- Hojas de datos: formato sencillo tabular o en forma de columnas.
- Listas de chequeo: listas sencillas de pasos a realizar.

El modelo de recolección de datos está destinado a recoger y registrar datos. Promueve la toma de datos de una manera consistente y facilita el análisis.

Todas las organizaciones necesitan datos, sin embargo tener muchos datos no siempre es bueno, pues almacenar demasiados sin sentido, hace más compleja su gestión y la identificación de aquellos que son relevantes, porque los datos no tienen significado en sí mismos. Los datos describen únicamente una parte de lo que pasa en la realidad y no proporcionan juicios de valor o interpretaciones, y por lo tanto no son orientativos para la acción. Los datos son la base para la creación de información. Para transformar los datos en información hay que añadir valor (Moreno y Rodríguez, 2002).

Es evidente entonces, que en las hojas de recogidas de datos solamente se plasmen aquellos que son significativos para la investigación y que aporten valor agregado. Las hojas de recogidas de datos son herramientas apropiadas para comenzar y acercarse a la solución de los problemas.

#### **2.4.4 Tormentas de ideas**

Es una técnica de grupo para generar ideas constructivas y creativas de todos los participantes. El uso de esta herramienta deberá proporcionar nuevas ideas o nuevas aplicaciones y uso novedoso de ideas ya existentes (Juran, 1999). Simplemente este método consiste en pedir a un grupo de personas de la empresa que genere, aclare y valore una lista considerable de ideas, problemas, temas, etc. Se pone énfasis en la cantidad, no en la calidad de las ideas.

La tormenta de ideas se desarrolla de acuerdo a las siguientes consideraciones:

- Las buenas ideas no son aplaudidas ni respaldadas. Inicialmente no se hace ningún juicio, dando preferencia a la generación de ideas.
- El pensamiento debe ser no convencional, imaginativo e incluso escandaloso. Se suspenden la autocrítica y el auto enjuiciamiento.
- Para desanimar el pensamiento analítico o crítico, se informa a los miembros del equipo de que el objetivo está en el gran número de ideas nuevas en el menor tiempo posible.
- Los miembros del equipo deberán "aprovecharse" de las ideas de los otros, ampliándolas, modificándolas o produciendo por asociación otras nuevas.

Las tormentas de ideas suelen ser las primeras técnicas o herramientas en introducirse, porque ponen en marcha el flujo de ideas y proporciona al grupo confianza en sí mismo y un sentido de identidad (Gutiérrez & de la Vara, 2004).

#### **2.4.5 Diagrama de causa y efecto o Diagrama de Ishikawa**

Desarrollado por Kaoru Ishikawa, a esta herramienta se le llama a menudo, en su honor, Diagrama de Ishikawa. Su objeto es organizar y desplegar las interacciones de varias teorías sobre las causas raíces de un problema. Al centrar la atención en las causas de un problema específico de un modo estructurado y sistemático, el diagrama permite a un equipo de solución de problemas clarificar su pensamiento sobre las causas potenciales y le permite trabajar más productivamente en el descubrimiento de la verdadera causa o causas raíces (Juran, 1999).

Esta herramienta plantea que para solucionar un problema deben estudiarse sus causas y eliminarlas. La idea está clara; para solucionar un problema; atacar las causas, no los efectos.

Las numerosas causas potenciales se organizan en categorías principales y subcategorías, de forma tal que, la disposición final se parece al esqueleto de un pez.

Generalmente las causas se agrupan en las llamadas 6Ms como se muestra a continuación:

1) Causas relacionadas con las **M**áquinas. Por ejemplo: vibraciones, mal funcionamiento, desajustes, etc.

2) Causas relacionadas con las **M**aterias primas, materiales o insumos. Por ejemplo: diferencias entre proveedores, defectos de los materiales, mala calidad, etc.

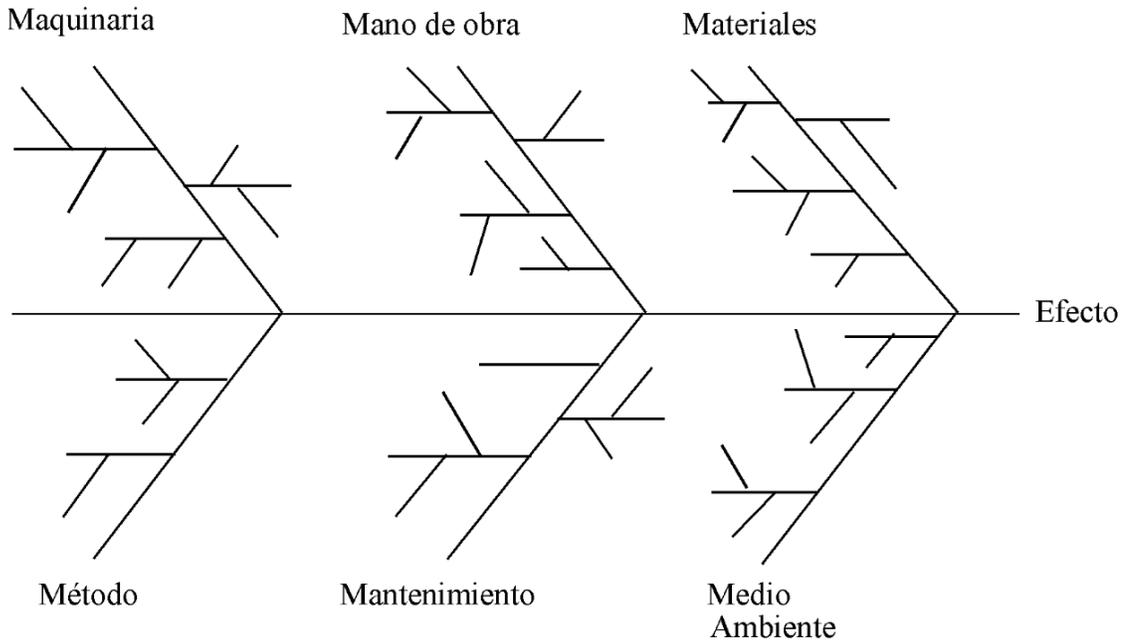
3) Causas relacionadas con los **M**étodos y/o procedimientos de trabajo. Por ejemplo; realización de secuencias de trabajo equivocadas, procedimientos erróneos o inexistentes, metodologías no adecuadas, etc.

4) Causas relacionadas con la **M**ano de obra, el personal o los recursos humanos. Por ejemplo; falta de formación, incompetencia del personal, problemas físicos, etc.

5) Causas relacionadas con el **M**edio ambiente de trabajo. Por ejemplo, cambios de temperatura, etc. Es bueno recordar que se trata del entorno de trabajo que incide directamente sobre la realización del producto y no necesariamente sobre las afectaciones particulares al medio ambiente.

6) Causas relativas al **Mantenimiento**. Son las que tienen que ver con la inspección, preservación, mantenimiento y reparación del equipamiento.

La figura No. 2.1, muestra un ejemplo de diagrama causa-efecto.



**Figura No. 2.1: Ejemplo genérico de un diagrama causa-efecto.**  
**Fuente: Elaboración propia.**

#### 2.4.6 Trabajo en equipo

No se debe confundir el equipo de trabajo con el trabajo en equipo aunque cuando se forma un equipo para trabajar se espera que trabajen con espíritu de colaboración, o sea, que se espera que trabajen en equipo. Visto de esta forma, el trabajo en equipo consiste en un reducido grupo de personas con habilidades complementarias, comprometidos con un propósito común, utilizando parámetros de desempeño, empatía, métodos estructurados y tienen que ser responsables conscientes de sus decisiones (Cantú, 2001). Las características esenciales del trabajo en equipo son:

- **Tener objetivos trazados:** El equipo debe tener una razón, motivación y metas claras establecidas para trabajar.
- **Interdependencia:** Los miembros del equipo deben tener relaciones interdependientes, es decir, cada uno debe ser consciente de que necesita de las habilidades y experiencia de los demás para lograr los objetivos comunes.

- **Eficacia:** Un equipo eficaz es aquel que logra dotarse de ciertas normas y comportamientos que le permitan alcanzar sus objetivos en el tiempo previsto.
- **Eficiencia en el desempeño:** Los miembros del equipo deben estar convencidos que el trabajo en equipo logra mayor eficiencia que el trabajo individual.
- **Responsabilidad y compromiso:** El equipo debe asumir las responsabilidades por sus decisiones y actuaciones, reconocer las consecuencias que de él se derivan y tiene el compromiso de hacer las cosas de la mejor manera posible.

El trabajo en equipo está pasando a ser uno de los pilares culturales del cambio organizacional hacia la competitividad. Si una empresa comprende las bondades de este concepto, conoce la infraestructura que necesita, la dinámica de su operación y como facilitar su funcionamiento, podrá ponerlo en práctica con éxito como un valor cultural propio (Cantú, 2001)

Actualmente el trabajo en equipo se considera una herramienta imprescindible para generar nuevas ideas y mejores soluciones, especialmente para la mejora de los sistemas de la calidad y los sistemas empresariales en general.

#### **2.4.7 Diagrama SIPOC**

Una de las herramientas fundamentales que posibilitan el comienzo de una gestión por procesos es el diagrama SIPOC.

Esta herramienta puede ser utilizada además por un equipo de mejora continua para identificar visualmente todos los elementos relevantes de un proceso organizacional para obtener de forma rápida una visión gráfica general de un proceso determinado y analizar información relevante para detectar problemas. Ayuda a definir un proyecto complejo que pueda no estar bien enfocado. Las siglas de **SIPOC** corresponden a las palabras en inglés **Supplier**(suministradores), **Input** (entradas), **Process**(proceso), **Output** (salidas) y **Customer**(clientes). Los requerimientos de los clientes se sugieren añadir al final del SIPOC con la letra “R” para un mejor entendimiento del proceso.

La herramienta SIPOC es particularmente útil cuando, por ejemplo, no se tiene claridad suficiente acerca de aspectos tales como:

- ¿Quién provee entradas al proceso?
- ¿Qué especificaciones se plantean a las entradas?
- ¿Qué actividades conforman el proceso?

- ¿Cómo se interrelacionan estas actividades?
- ¿Quiénes son los clientes verdaderos del proceso?
- ¿Cuáles son los requerimientos de los clientes?

En definitiva el Diagrama SIPOC es esencialmente una herramienta gráfica para el despliegue, diagnóstico y análisis de los procesos.

#### **2.4.8 Software STATGRAPHICS Versión 5.1**

El software STATGRAPHICS Plus 5.1 es una herramienta específica e intuitivamente diseñada para analizar datos estadísticos, es de manera sencilla e ingeniosa y está compuesto por todo lo que se pueda necesitar para realizar procedimientos estadísticos, como análisis de datos, histogramas, diagramas de caja, métodos multivariantes, regresión avanzada, selección de tamaño de muestra y análisis de series temporales. También permite ver los datos de forma clara y hacer previsiones correctas basándose en los análisis de datos.

#### **2.4.9 Talleres de capacitación**

El taller es una situación privilegiada de aprendizaje. Su propósito principal es reflexionar sistemáticamente sobre conocimientos, valores, actitudes y prácticas que se tienen sobre determinada problemática en grupo.

Mediante el diálogo de saberes, el taller permite la construcción colectiva de aprendizajes, ya que se estimula la reflexión y búsqueda de alternativas de soluciones de las problemáticas que afectan la calidad.

El taller posibilita la construcción de aprendizajes sobre la base de la capacidad y oportunidad que tienen las personas de reflexionar en grupo sobre sus propias experiencias. El proceso de aprendizaje se completa con el regreso a la práctica para transformarla, poniendo en juego los elementos adquiridos en el proceso.

Un taller es una experiencia de trabajo colectivo y creativo.

Las experiencias sumadas, los elementos conceptuales, la reflexión y las discusiones grupales ayudan a generar nuevos puntos de vista y soluciones mejores que las existentes en el momento de iniciación. Así, ni las personas ni los problemas deberán permanecer invariables después de un taller.

El intercambio, hablar y escuchar, dar y recibir, argumentar y contraargumentar, defender posiciones y buscar consensos es propio de un taller. Las actitudes dogmáticas, o intolerantes, no ayudan al logro de sus objetivos.

Los talleres de capacitación son importantes para aumentar la competencia de los equipos que se forman para implementar las mejoras continuas en las organizaciones.

#### **2.4.10 Técnica de las 5Ws y las 2Hs y planes de acción**

La técnica 5Ws y 2Hs consiste en un cuestionario con una serie de preguntas a las que se dan respuesta según las opiniones de los miembros del equipo y se usa para elaborar los planes de acción para el mejoramiento de la calidad.

##### **Significado de las 5Ws y 2Hs**

1) **Qué:** Se describe en qué consiste el proyecto que se va a emprender. Se enuncia el problema convertido en proyecto en términos de la diferencia entre el estado actual y el deseado.

2) **Por qué:** Se definen claramente las razones para realizar el proyecto.

3) **Quién:** Se establecen los responsables o ejecutores de cada una de las etapas del proyecto.

4) **Cuándo:** Se establece la fecha límite para alcanzar la solución del problema, es decir, la culminación del proyecto. Un proyecto que no tiene un calendario bien definido, será un proyecto con bajo nivel de prioridad.

5) **Dónde:** Se determina la extensión y ubicación del proyecto o sea el lugar y las condiciones de las instalaciones donde se desarrollarán las actividades.

6) **Cómo:** Se plantean los métodos, herramientas y procedimientos para realizar el proyecto.

7) **Cuánto:** Se debe enunciar los costos del problema y como incide en la satisfacción del cliente y en la productividad de la organización. En ocasiones se expresa el tiempo total de duración del proyecto.

Es una herramienta que se utiliza para definir con claridad un proyecto, determinar las razones por las cuales se va a trabajar ese proyecto y no otro, definir las metas e identificar la mejora que se necesita con información, datos y hechos precisos.

El objetivo último de las técnicas 5W<sub>s</sub> y 2H<sub>s</sub> es el establecimiento posterior de un plan de acción para la mejora continua. El plan de acción requiere una planificación cuidadosa porque los recursos de la organización son siempre limitados y las posibilidades de mejora abundantes.

La diferencia entre la técnica 5W<sub>s</sub> y 2H<sub>s</sub> y los planes de acción es que este último incluye tres aspectos adicionales:

- **La oportunidad de mejora:** En este punto se describe el tipo de oportunidad de mejora y en qué consiste.
- **Las metas u objetivos:** Como su nombre lo indica se escriben las metas u objetivos que se persiguen de forma clara, concisa, cuantificable, medible, verificable y realista.
- **El responsable global del proyecto:** En este punto se declara quién es el máximo responsable del proyecto.

Podemos concluir que la técnica 5W<sub>s</sub> y 2H<sub>s</sub> es una herramienta poderosa para establecer planes de acción bien estructurados para la mejora continua de la calidad.

#### **2.4.11 Diagrama de flujo**

Los diagramas de flujo representan la descripción de las actividades de un proceso y sus interrelaciones, es decir, son la representación gráfica de los pasos de un proceso, de ahí que su principal ventaja sea que facilitan la interpretación de las actividades en su conjunto, pues permiten una percepción visual del flujo y la secuencia de las mismas, incluyendo las entradas y salidas necesarias para el proceso y los límites del mismo.

Se les denominan diagramas de flujo porque los símbolos utilizados se conectan mediante flechas para indicar la secuencia de la operación. Estos diagramas indican la secuencia del proceso en cuestión y vinculan las actividades con los responsables de su ejecución (Sociedad Latinoamericana para la Calidad, 2000).

Si un diagrama de flujo se construye de forma apropiada y refleja el proceso de la forma que realmente opera, todos los miembros del equipo poseerán un conocimiento común, exacto del funcionamiento del proceso. Adicionalmente, el equipo no necesita invertir el tiempo y la energía en observar el proceso físicamente cada vez que se quiera identificar problemas para trabajar, discutir teorías sobre las causas principales, examinar el impacto de las soluciones propuestas o discutir las formas para mantener las mejoras (Beltrán, Carmona, Rivas, & Tejedor, 2002).

No	Símbolo	Denominación	Explicación
1		Circulo alargado	Indica los puntos de inicio y final de un diagrama.
2		Caja	Cualquier tarea del diagrama de flujo. Cada caja debe contener una descripción breve de la tarea que realiza.
3		Rombo	Cualquier punto de decisión. Cada rombo debe contener una pregunta que pueda contestarse si o no.
4		Conector	Se utiliza para conectar una tarea con otra, cuando se rompe la secuencia.
5		Documento	Una transferencia o información de un documento original.
6		Flecha	Señala la dirección del flujo de proceso.

**Figura 2.3: Simbología que se utiliza para la realización de diagramas de flujo.**  
**Fuente: García, I (2012).**

### 2.5 Conclusiones parciales del capítulo

1. El procedimiento propuesto se basa en normas internacionalmente reconocidas como son la familia de normas ISO 9000, en el conocido y mundialmente aplicado Ciclo de la Calidad (PHVA), en los ocho principios de la calidad y aplica herramientas de probada efectividad en el ámbito de la calidad.

2. Esta metodología resulta muy flexible, de probada efectividad y se puede aplicar a cualquier mejora de procesos en la organización, tanto por su alcance como por su tipo; desde la implementación de un S.G.C hasta proyectos para la mejora de procesos.

3. Las herramientas de la calidad que se detallan y explican en este capítulo son de probada efectividad y eficacia y ayudan a obtener mejores resultados a la hora de emprender la presente investigación.

## **CAPÍTULO III. Aplicación de la metodología**

### **3.1 Introducción**

Este capítulo tiene como objetivo la aplicación del procedimiento para la mejora del subproceso transportación de materia prima en la UEB Central Azucarero 5 de Septiembre expuesta en el Capítulo II de esta tesis, haciendo uso de las herramientas de la gestión por procesos y de la mejora continua.

### **3.2 Aplicación del procedimiento**

La aplicación se hará siguiendo los pasos de la metodología planteada, para comenzar se desarrolla el primer paso.

#### **I) Planificar la mejora (P)**

**a) Análisis y evaluación de la situación existente para identificar áreas para la mejora (Acápite 2,9 de NC ISO 9000, 2005).**

##### **a-1) Selección del proceso**

En la UEB Central Azucarero 5 de Septiembre los procesos que forman parte de su estructura organizativa han sido identificados con anterioridad, agrupándose en:

Estratégicos:

- Dirigir Centro

Claves:

- Producción de caña
- Fabricación de azúcar
- Generación eléctrica

De Apoyo:

- Mantenimiento
- Logística
- Servicios generales

El proceso de Producción de caña abarca los subprocesos:

- Preparación del suelo y siembra
- Atenciones a la caña
- Cosecha

- Transportación de materia prima
- Mantenimiento agrícola

La forma más representativa de reflejar los procesos y sus interrelaciones es a través de un mapa de proceso; este se muestra en el anexo 3.1.

El sub proceso de transportación de materia se encuentra dentro del proceso clave de producción de caña y lo rige fundamentalmente la dirección de la UEB Central Azucarero 5 de Septiembre, pues de este sub proceso depende la llegada en tiempo de la caña al central para la producción de azúcar.

A propuesta de la administración y teniendo en cuenta que dicho subproceso es el encargado de la calidad de la materia prima que entra a la industria y la rapidez con que la misma se traslade desde el campo al central para el funcionamiento del mismo, se escoge el sub proceso de transportación de materia para ser estudiado y evaluado a fin de encontrar la manera de suplir los vacíos que deja su actual desempeño y corregir los aspectos que lo hacen crítico.

Se tiene en cuenta además que siendo este un proceso clave es donde se genera mayor valor agregado. Además de la importancia que tiene hoy la decisión del grupo azucarero AZCUBA de implementar nuevas formas de transportación de materia prima al central (tiro directo al basculador), por las causas anteriormente descritas y por las deficiencias que presenta dicho subproceso es que se selecciona para ser estudiado.

#### **a-2) Formar y capacitar al equipo de trabajo para la mejora**

La forma más común de organizarse para llevar a cabo el desarrollo, implementación y posterior evaluación del procedimiento será a partir de concebir el trabajo en equipo, el cual permite controlar los factores humanos, técnicos y administrativos que puedan afectar el desempeño de las actividades, así como prevenir, reducir y eliminar las deficiencias en el trabajo. (Cortés Iglesias, 2005).

El equipo de trabajo para la mejora se conformó con trabajadores conocedores del tema de la investigación, como son; directivos, especialistas y técnicos involucrados en el mismo, de forma tal que, pudieran aportar información precisa. Estos participaron en todas las etapas de la investigación y propusieron las decisiones más convenientes en cada caso.

Para el análisis del proceso objeto de estudio se tuvo en cuenta un grupo de criterios para la selección de los integrantes del equipo de trabajo para la mejora como son:

- Capacidad para trabajar en equipo y espíritu de colaboración.
- Experiencia y calificación profesional en la actividad que desempeña.
- Conocimiento profundo de la tecnología de producción de azúcar.
- 10 ó más años de experiencia en la actividad.
- 5 ó más años de experiencia en la empresa.

Es necesario aclarar que este mismo equipo de trabajo para la mejora se usa posteriormente como grupo de expertos en la aplicación de las diferentes herramientas de la calidad y técnicas estadísticas.

El análisis de experticidad correspondiente se muestra en el anexo 3.2.

El equipo de trabajo para la mejora quedó conformado según la tabla No. 3.1

No	Nombre y apellidos	Cargo	Años de Experiencia	Nivel de Preparación
	Víctor Reinaldo Padilla.	Jefe de Fabricación	23	Superior
	Odlanier Rico Ramírez	Director Industria	21	Superior
	Junior Cuadrado Curbelo.	J' Mantenimiento	17	Superior
	Amaury Santos González	J' Generación de vapor	26	Superior
	Osmel Rodríguez Barroso	Especialista Basculador	16	Medio
	Jorge Fernández Fernández	J' basculador y molinos	28	Superior
	Pedro Valdés Jiménez	Técnico P. Eléctrica	15	Medio
	Julio Rojas Gil	Técnico de cosecha	17	Medio
	Nelson Valencia Novoa	J' Cosecha	25	Superior

Tabla No. 3.1: Conformación del equipo de trabajo para la mejora. Fuente: Elaboración propia.

### **a-3) Conocer y caracterizar el proceso**

Como lo indica este paso se analiza todo el subproceso; las entradas, salidas, controles, mecanismos y/o recursos, las fichas de procesos, los responsables del proceso,

clientes, proveedores, el flujo de procesos, sus límites y objetivos. Este paso tiene como objetivo obtener una visualización general de todo el proceso para su mejor comprensión y obtener datos para su análisis y procesamiento.

Se elaboró un Diagrama SIPOC detallado. Mediante esta herramienta se logra desplegar todo el proceso para determinar las interrelaciones internas del mismo: los proveedores, las entradas, los procesos y las salidas. (Ver Anexo No. 3.3). Así como también se confecciona el diagrama de flujo del proceso (ver anexo 3.4) para una mejor ilustración y entendimiento del mismo.

Después de conocer y caracterizar el proceso el equipo de trabajo para la mejora se propone realizar un diagnóstico profundo del subproceso basado en cada uno de los requisitos de la norma NC ISO 9001: 2012 que tiene amplio impacto en el cliente porque es una norma enfocada a la eficacia.

#### **a-4) Establecer objetivos**

El transporte es una actividad muy útil en dos aspectos: utilidad de lugar y utilidad de tiempo, esto es de gran importancia, ya que el producto se tiene en el lugar y el momento en que se necesita.

La caña cosechada se puede transportar:

➤ Directamente al basculador del central. El tiro directo facilita disponer de un mayor volumen de biomasa cañera, esto es el tallo de caña más parte de sus hojas. La molienda de biomasa genera mayores reservas de bagazo con las condiciones necesarias para ser empleado como combustible renovable. Además la caña llega al central con más frescura, lo cual permite que se le extraiga mayor concentración de sacarosa.

➤ A los centros beneficiadores (centros de acopio o estaciones de limpieza) La caña cosechada se envía fundamentalmente a los centros de acopio o estaciones de limpieza, para eliminar determinados porcentajes de materias extrañas. Es importante señalar que las materias extrañas en la caña cosechada se han incrementado con el corte mecanizado provocando incremento en los costos del tiro. Una vez que la caña es limpiada de materias extrañas en los centros de recepción, es enviada por medio del ferrocarril hasta el basculador del central.

Para determinar dónde están las mayores oportunidades de mejoras del proceso se analizará mediante técnicas estadísticas cuál de las dos vías de transportación es más eficiente utilizar.

### a-5) Diagnosticar y evaluar el proceso

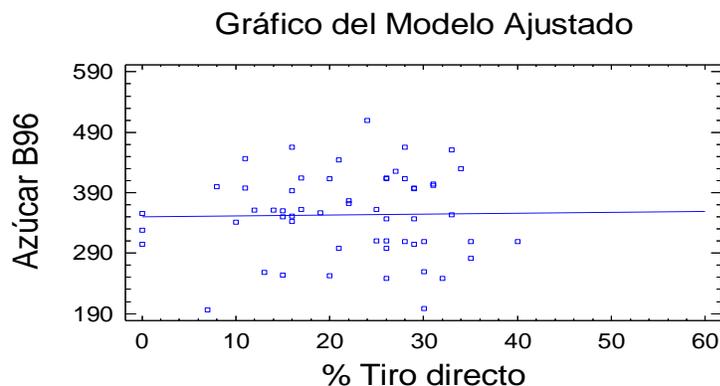
Con el objetivo de identificar cuál de las dos variantes de transportación es más eficiente se realizan los análisis de regresión lineal utilizando el software Statgraphics, donde las variables analizadas fueron: % del tiro directo, el % de fibra en caña, la cantidad de bagazo generado, el % Pol jugo mezclado, el rendimiento, la cantidad de azúcar producida (t), la cantidad de miel final, la electricidad producida y la electricidad entregada.

La selección de las bases de datos utilizadas contempla dos contiendas azucareras y son las que en el periodo de los últimos 5 años se mostraron más completas y confiables para la realización del estudio. Los datos de las variables que permitieron realizar este estudio aparecen en las tablas 3.5 y 3.6 de los anexos.

A continuación se muestran los gráficos de los modelos ajustados en la UEB Central Azucarero 5 de Septiembre mediante los análisis de regresión lineal para demostrar estadísticamente el impacto de la transportación de la caña mediante la realización del tiro directo de la caña al basculador con respecto a las principales variables del proceso. También se muestran análisis de varianza para ver cuáles son las variables más significativas en el proceso.

Los análisis mostrados constituyen una selección del total de los realizados en la búsqueda de las posibles correlaciones entre las variables estudiadas.

Los resultados que se muestran pertenecen a los análisis realizados, en la figura 3.1 aparece el gráfico del modelo ajustado de la cantidad de Azúcar B-96 con respecto al % del tiro directo.



**Figura 3.1 Modelo ajustado de la cantidad de Azúcar B-96 y el % del Tiro directo**

La salida muestra los resultados del ajuste al modelo lineal para describir la relación entre la cantidad de azúcar B-96 como variable dependiente y el % del tiro directo como variable independiente.

Mediante este gráfico se obtuvo la ecuación del modelo ajustado, la cual es:

$$\text{Azúcar B-96} = 350.346 + 0.145364 * \% \text{ Tiro directo.}$$

En la tabla 3.2 y 3.3 se muestran los resultados obtenidos de la fig. 3.1 mediante la realización de la regresión lineal simple.

**Tabla 3.2 Resultados de la regresión lineal simple**

Parámetro	Estimación	Error estándar	Estadístico T	P-valor
Ordenada	350.346	23.7924	14.7251	0.0000
Pendiente	0.1453	1.0014	0.1451	0.8051

**Tabla 3.3 Análisis de varianza**

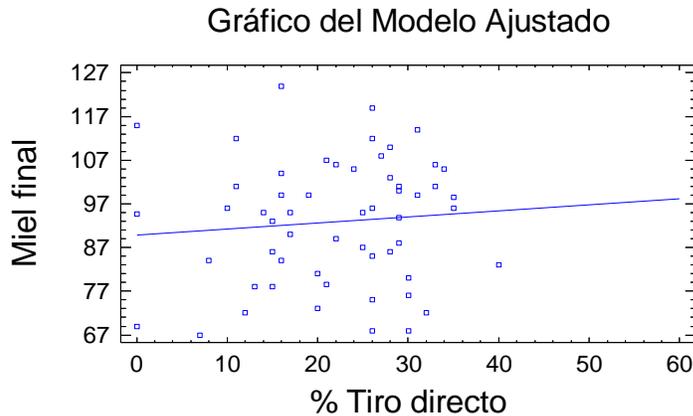
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Cociente-F	P-valor
Modelo	101.684	1	101684	0.02	0.8851
Residuo	260606.0	54	4826.04		
Total (Corr)	260708.0	55			

Mediante este resultado podemos decir que el p-valor en la tabla 3.3 es mayor o igual a 0.01, lo cual demuestra que no existe relación estadísticamente significativa entre la cantidad de azúcar B-96 y el % del tiro directo para un nivel de confianza del 90% o superior.

El valor del estadístico R-cuadrado indica que existe un 0.039 % de la variabilidad en la cantidad de azúcar B-96. El coeficiente de correlación tiene un valor de 0.019, indicando una relación relativamente débil entre las variables. El error estándar de la estimación muestra la desviación típica de los residuos la cual arroja un valor de 69.46, este valor puede usarse para construir los límites de predicción para las nuevas observaciones que se realicen, estos límites tienen gran importancia ya que predicen el valor futuro de la variable analizada, es decir permite realizar un recorrido aleatorio de la misma y asume si la predicción para los

datos futuros está dado en el último o primer valor de los datos disponibles. El error absoluto medio (MAE) es el valor medio de los residuos y es igual a 54.62, como el p-valor es superior a 0.05, no hay indicio de autocorrelación serial en los residuos, es decir no existe alguna correlación significativa en los datos.

En la figura 3.2 aparece el gráfico del modelo ajustado de la cantidad de miel final con respecto al % del tiro directo.



**Figura 3.2 Modelo ajustado de la cantidad de Miel final y el % del Tiro directo**

La salida muestra los resultados del ajuste al modelo lineal para describir la relación entre la cantidad de miel final como variable dependiente y el % del tiro directo como variable independiente.

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Miel final} = 89.862 + 0.137247 * \% \text{ Tiro directo.}$$

En la tabla 3.4 y 3.5 se muestran los resultados obtenidos de la fig. 3.2 mediante la realización de la regresión lineal simple.

**Tabla 3.4 Resultados de la regresión lineal simple**

Parámetro	Estimación	Error estándar	Estadístico T	P- valor
Ordenada	89.862	4.8994	18.3412	0.0000
Pendiente	0.1372	0.2062	0.6655	0.5085

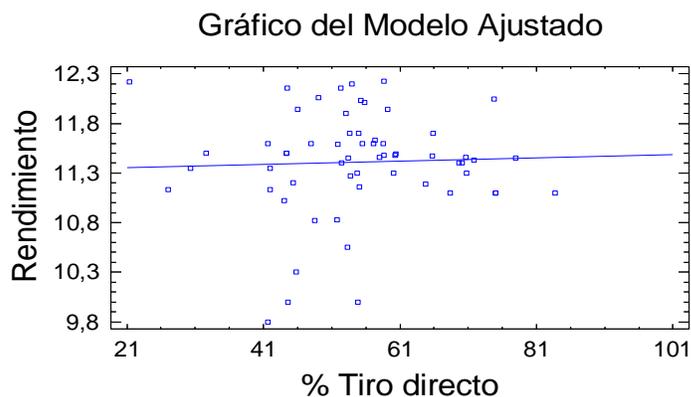
**Tabla 3.5 Análisis de varianza**

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Cociente-F	P-valor
Modelo	90.6448	1	90.6448	0.44	0.5085
Residuo	11051.0	54	204.649		
Total (Corr)	11141.7	55			

Este resultado demuestra que como el p-valor en la tabla 3.5 es mayor o igual a 0.01, no existe relación estadísticamente significativa entre la cantidad de miel final y el % del tiro directo para un nivel de confianza del 90% o superior.

El valor del estadístico R-cuadrado indica que existe un 0.813 % de la variabilidad en la cantidad de miel final. El coeficiente de correlación tiene un valor de 0.090, indicando una relación relativamente débil entre las variables. El error estándar de la estimación muestra la desviación típica de los residuos la cual presenta un valor de 14.30, este valor puede usarse para construir los límites de predicción para las nuevas observaciones que se realicen, estos límites tienen gran importancia ya que predicen el valor futuro de la variable analizada, es decir permite realizar un recorrido aleatorio de la misma y asume si la predicción para los datos futuros está dado en el último o primer valor de los datos disponibles. El error absoluto medio (MAE) es el valor medio de los residuos y es igual a 11.74, como el p-valor es superior a 0.05, no hay indicio de autocorrelación serial en los residuos, o sea no existe alguna correlación significativa en los datos.

En la figura 3.3 aparece el gráfico del modelo ajustado del rendimiento con respecto al % del tiro directo.



### Figura 3.3 Modelo ajustado del Rendimiento y el % del Tiro directo

La salida muestra los resultados del ajuste al modelo lineal para describir la relación entre rendimiento como variable dependiente y el % del tiro directo como variable independiente.

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Rendimiento} = 11.3192 + 0.00162126 \cdot \% \text{ Tiro directo.}$$

En la tabla 3.6 y 3.7 se muestran los resultados obtenidos de la fig. 3.3 mediante la realización de la regresión lineal simple.

**Tabla 3.6 Resultados de la regresión lineal simple**

Parámetro	Estimación	Error estándar	Estadístico T	P-valor
Ordenada	11.319	0.3101	36.4958	0.0000
Pendiente	0.0016	0.0055	0.2939	0.7698

**Tabla 3.7 Análisis de varianza**

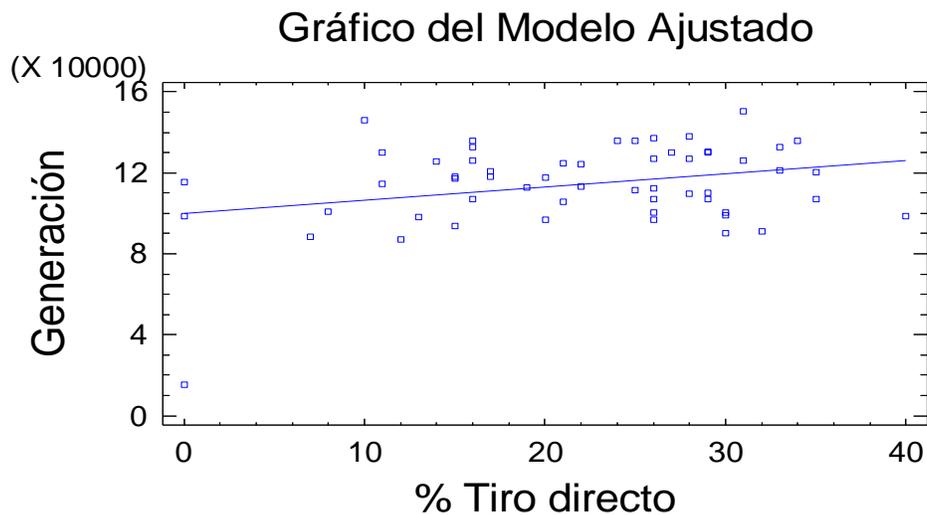
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Cociente-F	P-valor
Modelo	0.0240	1	0.0240	0.09	0.7698
Residuo	16.1343	58	0.2781		
Total (Corr)	16.1583	59			

Este resultado demuestra que como el p-valor en la tabla 3.7 es mayor o igual a 0.01, no existe relación estadísticamente significativa entre rendimiento y el % del tiro directo para un nivel de confianza del 90% o superior.

El valor del estadístico R-cuadrado indica que el modelo presenta un 0.148% de la variabilidad en rendimiento. El coeficiente de correlación tiene un valor de 0.038, indicando una relación relativamente débil entre las variables. El error estándar de la estimación muestra la desviación típica de los residuos la cual presenta un valor de 0.527, este valor puede usarse para construir los límites de predicción para las nuevas observaciones que se realicen. El error absoluto medio (MAE) es el valor medio de los residuos y arroja un valor

igual a 0.367173, como el p-valor es inferior a 0.05, hay indicio de una posible correlación serial, es decir existe una posible correlación significativa en los datos.

En la figura 3.4 aparece el gráfico del modelo ajustado de la cantidad de electricidad generada (Generación) con respecto al % del tiro directo.



**Figura 3.4 Modelo ajustado de la cantidad de Electricidad generada (Generación) y el % del Tiro directo**

La salida muestra los resultados del ajuste al modelo lineal para describir la relación entre la cantidad de electricidad generada (Generación) como variable dependiente y el % tiro directo como variable independiente.

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Generación} = 100030.0 + 654.018 * \% \text{ Tiro directo}$$

En la tabla 3.8 y 3.9 se muestran los resultados obtenidos de la fig. 3.4 mediante la realización de la regresión lineal simple.

**Tabla 3.8 Resultados de la regresión lineal simple**

Parámetro	Estimación	Error estándar	Estadístico T	P- valor
Ordenada	100030.0	6784.44	14.744	0.0000
Pendiente	654.018	285.563	2.29087	0.0259

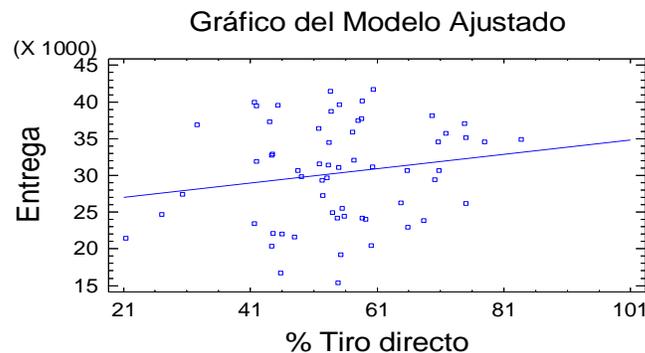
**Tabla 3.9 Análisis de varianza**

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Cociente-F	P-valor
Modelo	2.0583E9	1	2.0583E9	5.25	0.0259
Residuo	2.1190E10	54	3.9241E9		
Total (Corr)	2.3248E10	55			

Como el p-valor en la tabla 3.9 es inferior a 0.05, existe relación estadísticamente significativa entre la cantidad de electricidad generada (Generación) y el % el tiro directo para un nivel de confianza del 95%.

El valor del estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 8.853 % de la variabilidad en la cantidad de electricidad generada (Generación). El coeficiente de correlación es igual a 0.297, indicando una relación relativamente débil entre las variables. El error estándar de la estimación muestra la desviación típica de los residuos donde se presenta un valor de 19809.4, este valor puede usarse para construir los límites de la predicción para las nuevas observaciones que se realicen. El error absoluto medio (MAE) es el valor medio de los residuos y arroja un valor de 14810.4, como el p-valor es superior a 0.05, no hay indicio de auto correlación serial en los residuos, o sea no existe una correlación significativa en los datos.

En la figura 3.5 aparece el gráfico del modelo ajustado de la cantidad de electricidad entregada (Entrega) con respecto al % del tiro directo.



**Figura 3.5 Modelo ajustado de la cantidad de electricidad entregada (Entrega) y el % del Tiro directo**

La salida muestra los resultados del ajuste al modelo lineal para describir la relación entre la cantidad de electricidad entregada (Entrega) y el % del tiro directo.

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Entrega} = 24975.1 + 97.8613 \cdot \% \text{ Tiro directo.}$$

En la tabla 3.10 y 3.11 se muestran los resultados obtenidos de la fig. 3.5 mediante la realización de la regresión lineal simple.

**Tabla 3.10 Resultados de la regresión lineal simple**

Parámetro	Estimación	Error estándar	Estadístico T	P-valor
Ordenada	24975.1	3978.5	6.2777	0.0000
Pendiente	97.8613	70.7468	1.3832	0.1719

**Tabla 3.11 Análisis de varianza**

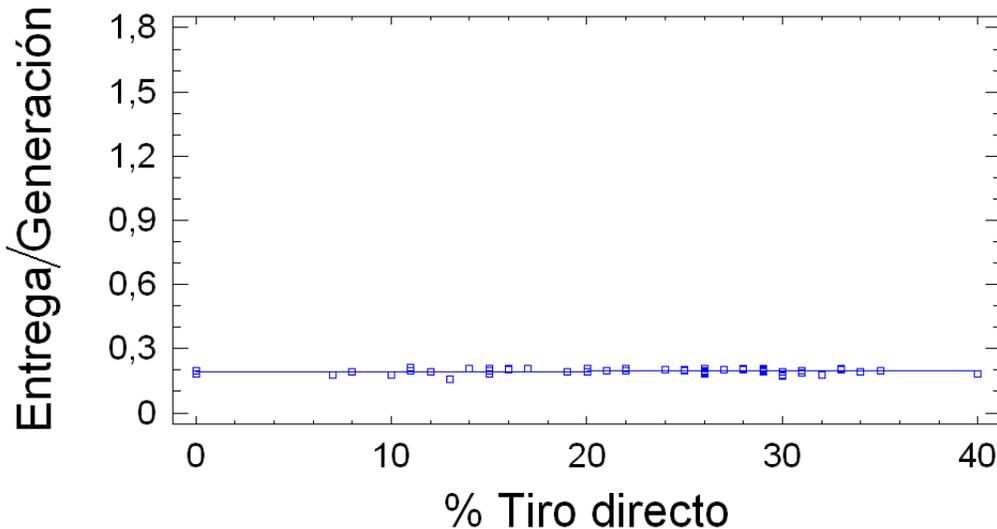
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Cociente-F	P-valor
Modelo	8.7576E7	1	8.7576E7	1.91	0.1719
Residuo	2.6546E9	58	4.5769E7		
Total (Corr)	2.7422E9	59			

Dado que el p-valor en la tabla 3.11 es mayor o igual a 0.01, no existe relación estadísticamente significativa entre la cantidad de electricidad entregada (Entrega) y el % del tiro directo para un nivel de confianza del 90% o superior.

El valor del estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 3.193% de la variabilidad en la cantidad de electricidad entregada (Entrega). El coeficiente de correlación es igual a 0.178, indicando una relación relativamente débil entre las variables. El error estándar de la estimación muestra la desviación típica de los residuos donde el valor es 6765.33, este valor puede usarse para construir los límites de la predicción para las nuevas observaciones que se realicen. El error absoluto medio (MAE) es el valor medio de los residuos y es igual a 5579.0, dado que el p-valor es inferior a 0.05, hay indicio de una posible correlación serial en los residuos.

En la figura 3.6 aparece el gráfico del modelo ajustado de la cantidad de electricidad entregada/electricidad generada (Entrega/Generación) con respecto al % del tiro.

### Gráfico del Modelo Ajustado



**Figura 3.6 Modelo ajustado de la cantidad de Electricidad entregada/Electricidad generada (Entrega/Generación) y el % del Tiro directo**

La salida muestra los resultados del ajuste al modelo lineal para describir la relación entre la cantidad de electricidad entregada/electricidad generada (Entrega/Generación) y el % del tiro directo.

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Entrega/Generación} = 0.19404 + 0.00682066 * \% \text{ Tiro directo}$$

En la tabla 3.12 y 3.13 se muestran los resultados obtenidos de la fig. 3.6 mediante la realización de la regresión lineal simple.

**Tabla 3.12 Resultados de la regresión lineal simple**

Parámetro	Estimación	Error estándar	Estadístico T	P- valor
Ordenada	0.3715	0.0663	5.5982	0.0000
Pendiente	0.0068	0.0027	2.4418	0.0179

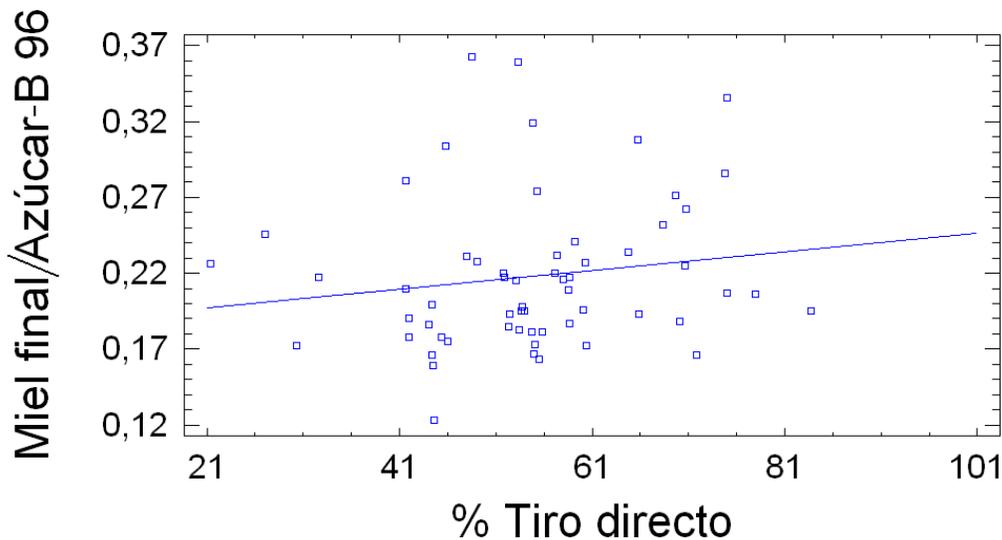
**Tabla 3.13 Análisis de varianza**

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Cociente-F	P-valor
Modelo	0.2238	1	0.2238	5.96	0.0179
Residuo	2.0274	54	0.0375		
Total (Corr)	2.2512	55			

Dado que el p-valor en la tabla 2.22 es inferior a 0.05, existe relación estadísticamente significativa entre la cantidad de electricidad entregada/electricidad generada (Entrega/Generación) y el % del tiro directo para un nivel de confianza del 95%. El valor del estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 9.943 % de la variabilidad en la cantidad de electricidad entregada/electricidad generada (Entrega/Generación). El coeficiente de correlación es igual a 0.315341, indicando una relación relativamente débil entre las variables. El error estándar de la estimación muestra la desviación típica de los residuos que es 0.193764, este valor puede usarse para construir los límites de la predicción para las nuevas observaciones que se realicen. El error absoluto medio (MAE) es el valor medio de los residuos y presenta un valor de 0.073, como el p-valor es superior a 0.05, no hay indicio de autocorrelación serial en los residuos.

En la figura 3.7 aparece el gráfico del modelo ajustado de la cantidad de Miel final/Azúcar B-96 con respecto al % del tiro directo.

**Gráfico del Modelo Ajustado**



**Figura 3.7 Modelo ajustado de la cantidad de Miel final/Azúcar B-96 y el % del Tiro directo**

La salida muestra los resultados del ajuste al modelo lineal para describir la relación entre la cantidad de miel final/ azúcar B-96 y el % del tiro directo.

La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Miel final/Azúcar B-96} = 0.18443 + 0.00061676 * \% \text{ Tiro directo}$$

En la tabla 3.14 y 3.15 se muestran los resultados obtenidos de la fig. 3.7 mediante la realización de la regresión lineal simple.

**Tabla 3.14 Resultados de la regresión lineal simple**

Parámetro	Estimación	Error estándar	Estadístico T	P- valor
Ordenada	0.1844	0.0294	6.2729	0.0000
Pendiente	0.0006	0.0005	1.1796	0.2430

**Tabla 3.15 Análisis de varianza**

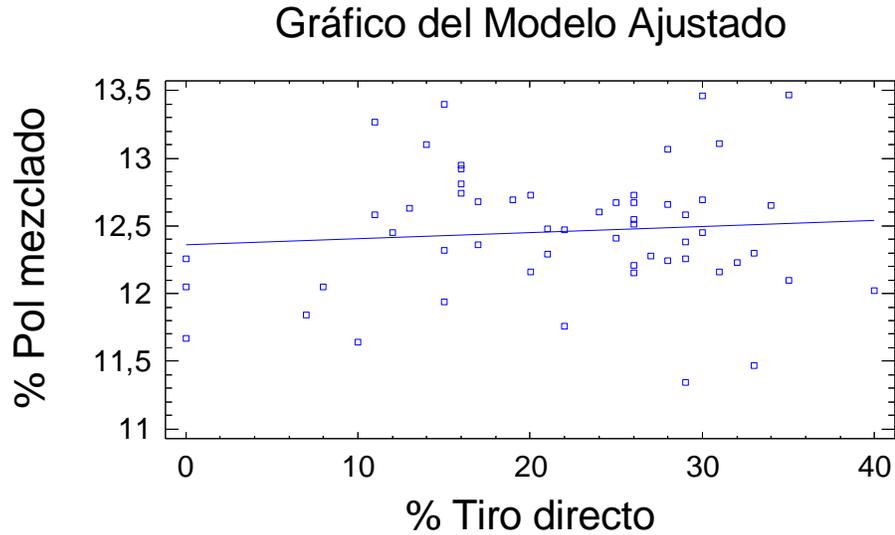
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Cociente-F	P-valor
Modelo	0.0034	1	0.0034	1.39	0.2430
Residuo	0.1449	58	0.0024		
Total (Corr)	0.1484	59			

Este resultado demuestra que el p-valor en la tabla 3.15 es mayor o igual a 0.01, por lo que no existe relación estadísticamente significativa entre la cantidad de miel final/azúcar B-96 y el % del tiro directo para un nivel de confianza del 90% o superior.

El valor del estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 2.343 % de la variabilidad en la cantidad de miel final/azúcar B-96. El coeficiente de correlación es igual a 0.153, indicando una relación relativamente débil entre las variables. El error estándar de la estimación muestra la desviación típica de los residuos que es 0.0499974, este valor puede usarse para construir los límites de predicción para las nuevas observaciones que se realicen El error absoluto medio (MAE) es el valor medio de los residuos y arroja un valor de

0.0374391, como el p-valor es superior a 0.05, no hay indicio de autocorrelación serial en los residuos.

En la figura 3.8 se muestra el gráfico del modelo ajustado del % Pol mezclado con respecto al % del tiro directo.



**Figura 3.8 Modelo ajustado del % Pol mezclado y el % del Tiro directo**

La salida muestra los resultados del ajuste al modelo lineal para describir la relación entre el % Pol mezclado y el % del Tiro directo.

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\% \text{ Pol mezclado} = 12,359 + 0,00453386 * \% \text{ Tiro directo}$$

En la tabla 3.16 y 3.17 se muestran los resultados obtenidos de la fig. 3.8 mediante la realización de la regresión lineal simple.

**Tabla 3.16 Resultados de la regresión lineal simple**

Parámetro	Estimación	Error estándar	Estadístico T	P- valor
Ordenada	12.359	0.1604	77.0305	0.0000
Pendiente	0.0045	0.0067	0.6713	0.5049

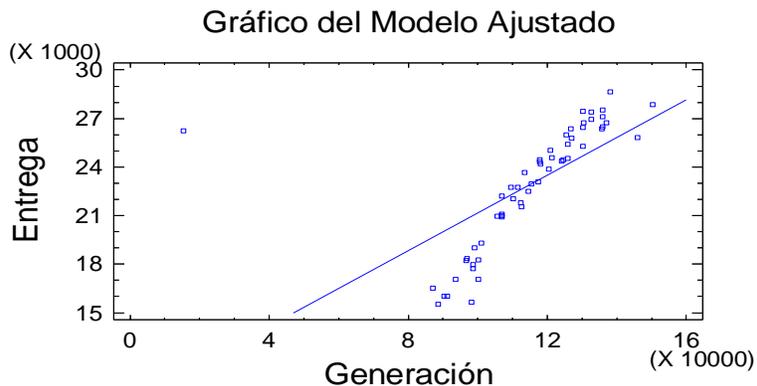
**Tabla 3.17 Análisis de varianza**

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Cociente-F	P-valor
Modelo	0.0989	1	0.0989	0.45	0.5049
Residuo	11.8589	54	0.2194		
Total (Corr)	11.9498	55			

Dado que el p-valor en la tabla 2.30 es mayor o igual a 0.01, no existe relación estadísticamente significativa entre el % pol mezclado y el % del tiro directo para un nivel de confianza del 90% o superior.

El valor del estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 0.827 % de la variabilidad en el % pol mezclado. El coeficiente de correlación es igual a 0.090, indicando una relación relativamente débil entre las variables. El error estándar de la estimación muestra la desviación típica de los residuos la cual tiene un valor aproximadamente igual a 0.468, este valor puede usarse para construir los límites de predicción para las nuevas observaciones que se deseen realizar. El error absoluto medio (MAE) es el valor medio de los residuos y presenta un valor igual a 0.357853, dado que el p-valor es inferior a 0.05, hay indicio de una posible correlación serial.

En la figura 3.9 se muestra el gráfico del modelo ajustado de la cantidad de electricidad entregada (Entrega) con respecto a la cantidad de electricidad generada (Generación).



**Figura 3.9 Modelo ajustado de la cantidad de electricidad entregada (Entrega) y la cantidad de electricidad generada (Generación).**

La salida muestra los resultados del ajuste al modelo lineal para describir la relación entre la cantidad la cantidad de electricidad entregada (Entrega) y la cantidad de electricidad generada (Generación).

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Entrega} = 9526,31 + 0,116357 * \text{Generación}$$

En la tabla 3.18 y 3.19 se muestran los resultados obtenidos de la fig. 3.9 mediante la realización de la regresión lineal simple.

**Tabla 3.18 Resultados de la regresión lineal simple**

Parámetro	Estimación	Error estándar	Estadístico T	P- valor
Ordenada	9526.31	2229.57	4.2727	0.0001
Pendiente	0.1163	0.0191	0.0610	0.0000

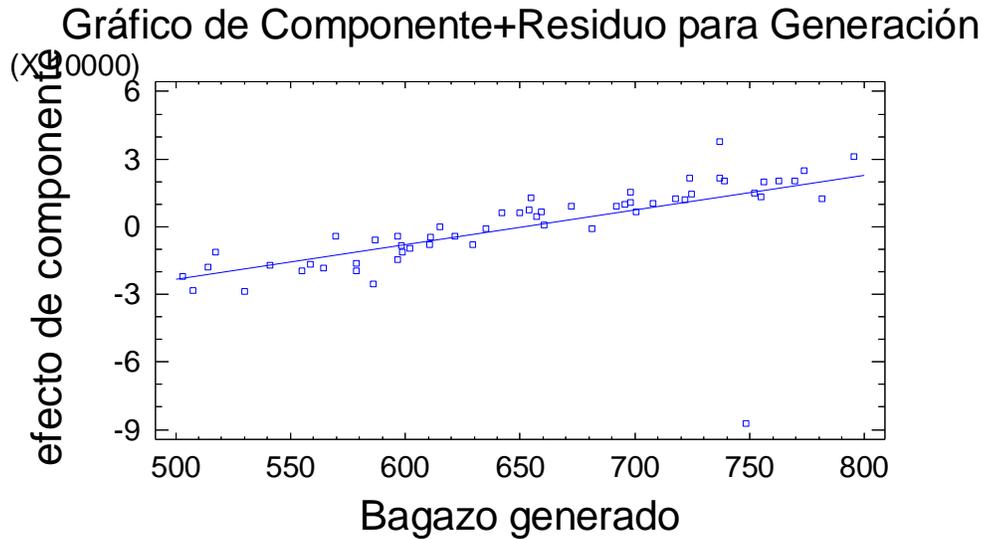
**Tabla 3.19 Análisis de varianza**

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Cociente-F	P-valor
Modelo	3.1476E8	1	3.1476E8	36.74	0.0000
Residuo	4.6268E8	54	8.5682E8		
Total (Corr)	7.7745E8	55			

Dado que el p-valor en la tabla 3.19 es inferior a 0.01, existe relación estadísticamente significativa entre la entrega y la generación para un nivel de confianza del 99%.

El valor del estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 40.486 % de la variabilidad en la entrega. El coeficiente de correlación es igual a 0.636, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables. El error estándar de la estimación muestra la desviación típica de los residuos que es 2927.16, este valor puede usarse para construir los límites de predicción para las nuevas observaciones que se desean realizar. El error absoluto medio (MAE) es el valor medio de los residuos y tiene un valor igual a 1916.99, como el p-valor es superior a 0.05, no hay indicio de autocorrelación serial en los residuos.

En la figura 3.10 se muestra el gráfico del modelo ajustado de la cantidad de electricidad generada (Generación) con respecto a la cantidad de bagazo generado y el % del tiro directo.



**Figura 3.10 Modelo ajustado de la cantidad de electricidad generada (Generación) con respecto a la cantidad de Bagazo generado y el % del Tiro directo**

La salida muestra los resultados del ajuste a un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre la cantidad de electricidad generada (Generación) y 2 variables independientes la cantidad de bagazo generado y el % del tiro directo.

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Generación} = 2340,2 + 153,714 \cdot \text{Bagazo generado} + 536,712 \cdot \% \text{ Tiro directo}$$

En la tabla 3.20 y 3.21 se muestran los resultados obtenidos de la fig. 3.10 mediante la realización de la regresión lineal simple.

**Tabla 3.20 Resultados de la regresión lineal múltiple**

Parámetro	Estimación	Error estándar	Estadístico T	P- valor
Constante	2340.2	17505.5	0.1336	0.8942
Bagazo generado	153.714	26.2345	5.8592	0.0000
% Tiro directo	536.712	225.442	2.3807	0.0209

**Tabla 3.21 Análisis de varianza**

<b>Fuente</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>GL</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Cociente-F</b>	<b>P-valor</b>
Modelo	1.0388E10	2	5.1942E9	21.41	0.0000
Residuo	1.2860E10	53	2.4264E8		
Total (Corr)	2.3248E10	55			

Dado que el p-valor en la tabla 3.21 es inferior a 0.01, existe relación estadísticamente significativa entre las variables para un nivel de confianza del 99%.

El valor del estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 44.684 % de la variabilidad en la cantidad de electricidad generada (Generación). El valor del estadístico R-cuadrado ajustado el cual es más conveniente para comparar modelos con diferentes números de variables independientes presenta un valor igual a 42.596 %. El error estándar de la estimación muestra la desviación típica de los residuos con un valor aproximadamente igual a 15577.0, este valor puede usarse para construir los límites de predicción para las nuevas observaciones que se realicen. El error absoluto medio (MAE) es el valor medio de los residuos y su valor es de 6892.62, dado que el p-valor es superior a 0.05, no hay indicio de auto correlación serial en los residuos.

Después de aplicados los métodos estadísticos se puede identificar cierta tendencia beneficiosa al incremento del tiro directo a basculador, aunque los modelos obtenidos no presentan una correlación significativa estadísticamente para hacer dicha afirmación. Por tanto se procede a realizar una pequeña valoración del impacto económico que tiene el tiro directo a basculador.

### **Evaluación económica**

Para realizar el análisis de la incidencia del incremento del tiro directo a basculador en los costos de producción es imprescindible, en primer término, destacar que este aumento trae aparejado de forma indisoluble el cese del funcionamiento, entiéndase paralización, de unidades intermedias dedicadas al beneficio de la caña y conocidos como centros de limpieza o acopio.

Por otra parte se deja de utilizar los servicios de transporte ferroviario que se sustituyen por servicios de transporte automotor, para cubrir las distancias desde la estación de

limpieza paralizada, atendiendo a que en este caso la caña viene directamente desde el campo hasta el basculador.

Lo normado por AZCUBA en el sistema de pago de la caña por la calidad consiste en que el productor corre con los gastos de transportación de la caña desde el campo hasta el lugar en que se decida recepcionar su caña, que para este caso en cuestión es el basculador del central, siempre y cuando no exceda de los 18.83 \$/tn transportada según lo establece en la resolución 384 del año 2011 de la Ministra de Finanzas y Precios en el por cuanto numero VI, párrafo tercero, caso en el que el central asume a partir de ese valor dicho gasto y definido en las partidas contables como extra tiro.

Debe destacarse también que los costos de producción del azúcar crudo posee una estructura muy particular y que no se ajusta a las concepciones generales de los costos de los procesos industriales de modo general. A continuación les mostramos dicha estructura.

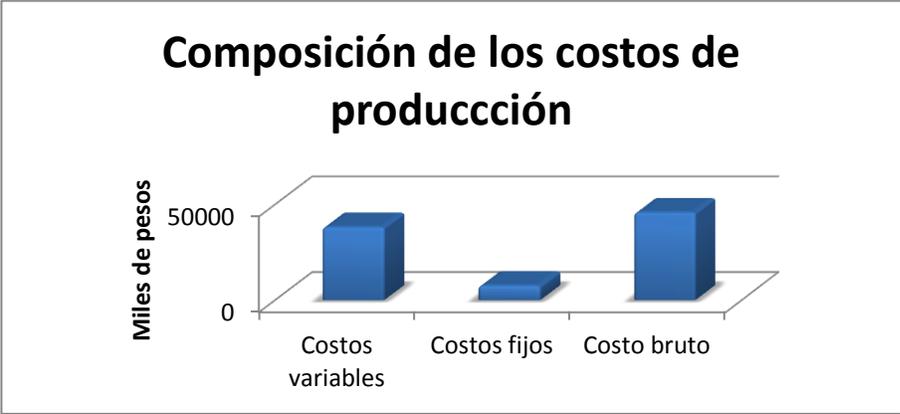
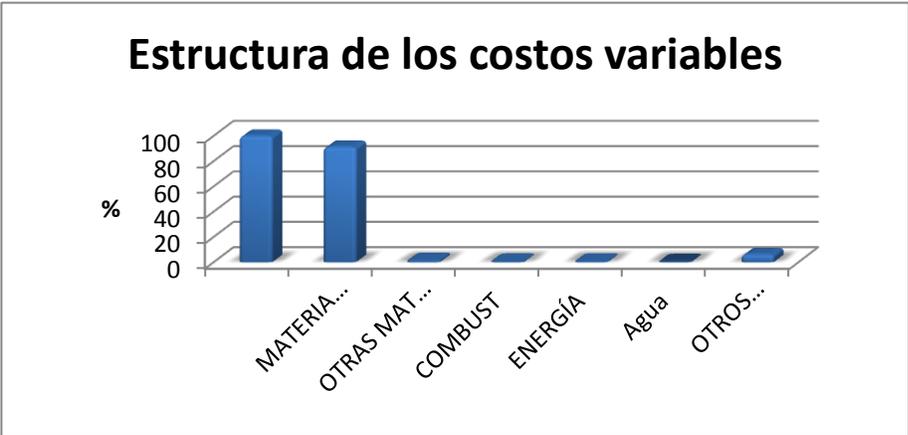


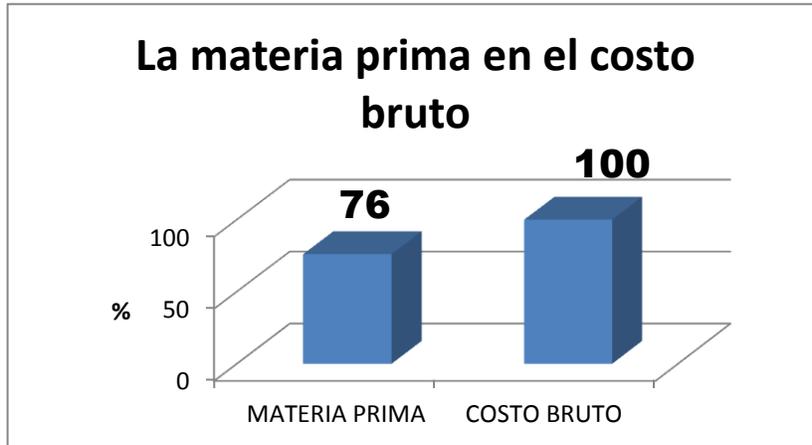
Figura 3.11 Composición de los costos de producción.

Como se aprecia en el grafico la relación entre los costos fijos y los variables arrojan un desequilibrio marcado hacia los cotos variables, por lo que consideramos pertinente mostrar la estructura de estos últimos en el siguiente gráfico.



**Figura 3.12 Estructura de los costos variables.**

Del análisis de la composición de los costos variables se aprecia que la materia prima constituye casi un 90 % de estos y es la fuente principal de la distorsión existente en la estructura de los costos brutos de producción. Veamos en la siguiente grafica su comportamiento frente a los costos brutos.



**Figura 3.13 La materia prima en el costo bruto.**

No caben dudas luego de analizar el grafico anterior que todas las acciones que se ejecuten en aras de disminuir el consumo de caña para la obtención de una tonelada de azúcar tributan de una manera marcada a la disminución del costo de producción pues estos representan el 76 % del total.

Se aclara que las gráficas mostradas parten de la ficha de costo oficial del producto azúcar crudo presentado por AZCUBA para la recién finalizada zafra azucarera.

Los costos reales asociados el procesamiento de la caña en el centro de recepción existente se muestran a continuación:

Gastos totales C. limpieza (\$)	828202.24
Gastos transportación de caña (\$)	392267.40
Total de gastos (\$)	1220469.64
Caña molida por ferrocarril (%)	65.3
Caña molida total (Tn)	281984.871
Caña molida por ferrocarril (Tn)	184136.121

Gasto unitario ferrocarril + centro	6.63
Caña molida directo basculador (Tn)	97848.75
Gasto dejado de tener directo basculador (\$)	648549.71
Impacto en el costo del azúcar (\$ / Tn azúcar)	23.74
Costo neto real (\$ / Tn azúcar)	1341.78
Costo sin tiro directo a basculador (\$ / Tn azúcar)	1365.52

Tabla No. 3.22: Costos de Procesamiento de la caña. Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de estos gastos se puede decir en primer lugar que el costo real de procesamiento de la tonelada de caña mediante el centro de acopio es de \$ 6.63 y por ende toda la caña que se molió directo a basculador ha dejado de tener este gasto, lo que en las condiciones de este central representa el \$ 648549.71, o sea, la sola decisión de incrementar el tiro a basculador arroja un ahorro de esta magnitud que repercute en los costos unitarios en 23.74 \$/tn que en valores es un monto superior al que se forma como presupuesto de reparaciones capitalizables para la zafra 2014.

A continuación mostramos los resultados de los costos de producción hasta el cierre del mes de mayo:

<b>FICHA DE COSTO AZÚCAR</b>	<b>Costo de producción hasta Mayo 31</b>		
<b>EMPRESA AZUCARERA Antonio Sánchez</b>		Real H. Fecha	
<b>CONCEPTO</b>	Unitario P	Valores	Unitario
<b>COSTO VARIABLE (700+731+819+822+835)</b>	1064.7	31542549.82	1154.75
MATERIA PRIMA	971.5	28961253.12	1060.25
OTRAS MAT PRIMAS Y MAT	15.9	617398.88	22.6
COMBUST	4.9	326715.27	11.96
ENERGÍA	6.7	583747.97	21.37
OTROS GASTOS MONET	65.4	1029483.97	37.69
<b>COSTOS FIJOS</b>	213	6056113.76	221.71

<b>SALARIO Y SEG SOC Trabajadores Industria</b>	49.1	1104734.84	40.44
<b>SALARIO Y SEG SOC Centros de Recepción</b>	10.4	162072.69	5.93
<b>Transporte Ferroviario</b>	0	395452.70	14.48
<b>AMORT DE AFT</b>	23.4	746114.52	27.31
INDUSTRIA	11.7	373057.26	13.66
Reparación Capitalizable	11.7	373057.26	13.66
<b>AMORT CARGOS DIFERIDOS</b>	32.2	1169871.03	42.83
<b>REP Y MTTO ZAFRA</b>	14.3	683256.57	25.01
Otros Gastos Monetarios	0.3	157298.09	5.76
<b>ADMÓN. INDUSTRIAL</b>	24.4	930313.70	34.06
Otros Gastos Monetarios	2.5	53313.70	1.95
CARGOS DIFERIDOS	13.7	493800.00	18.08
<b>GASTOS GRLS Y ADMÓN.822</b>	30.8	382868.33	14.02
GASTOS PERIODO	7.3	131985.71	4.83
CARGOS DIFERIDOS	23.6	250882.62	9.18
<b>GASTOS DE DIST Y VENTAS</b>	3.7	136681.93	5
Otros Gastos Monetarios	0	129689.51	4.75
<b>GASTOS BANCARIOS</b>	24.5	344747.46	12.62
<b>COSTO BRUTO</b>	<b>1277.7</b>	<b>37598663.58</b>	<b>1376.47</b>
<b>DEDUCCIONES</b>	24.78	947373.66	34.68
Miel	19.57	733803.56	26.86
Cachaza	0.73	24233.2	0.89
Electricidad	4.47	189336.9	6.93
<b>COSTO NETO</b>	1252.92	36651289.92	1341.78
<b>Caña molida</b>	281984.87		

<b>Azúcar producida</b>	27315.367		
<b>Precio de Venta</b>	1334.01		
<b>Resultado</b>	<b>81.09</b>	<b>-212240.402</b>	<b>-7.77</b>

Tabla No. 3.23: Ficha de costo. Fuente: Elaboración propia.

La relación existente entre el precio del producto y el costo logrado en la zafra es negativa en 7.77 \$ / Tn de azúcar producida, quiere decir que el periodo productivo del año azucarero cierra con una pérdida de \$ 212240.402, resultado que hubiera sido peor en caso de hacer la molienda de la totalidad de la caña con el uso del centro de recepción y en ese caso las pérdidas ascenderían a \$ 860790.19 y el costo unitario se hubiera elevado hasta los 1365.52 \$ / Tn de azúcar producida.

Si por el contrario las medidas técnico organizativas de la zafra hubieran contribuido al incremento del tiro directo al basculador hasta duplicar el valor real alcanzado, entonces el costo de producción hubiera disminuido casi linealmente hasta 1318.04 \$ / Tn de azúcar producida y lograría la rentabilidad de la producción alcanzando utilidades aproximadas a \$ 436309.04.

Del anterior análisis podemos deducir que es más eficiente y económico realizar la transportación de materia prima al central mediante el tiro directo. Por tanto el equipo de trabajo procede a determinar las principales mejoras a dicho sub proceso.

#### **a-6) Determinación de las deficiencias.**

En este paso el equipo de trabajo valora que es necesario analizar de forma íntegra el proceso de producción de caña y para esto se procede a elaborar una Matriz genérica, la que se muestra en el Anexo No. 3.7.

El equipo de trabajo para la mejora a través de tormenta de ideas va aportando las causas para elaborar Diagramas de Ishikawa.

El equipo de trabajo para la mejora determina, a través de Diagramas de Ishikawa, algunas deficiencias que presenta el subproceso (Ver Anexo No. 3.8).

Después de realizada la Matriz genérica y Diagramas de Ishikawa, el grupo de expertos determina solamente enfocarse en las deficiencias de la variante de transportación

del tiro directo de materia prima al basculador. En la tabla no. 3.24 se muestran las causas raíces de las deficiencias más significativas.

No.	Fuente	Deficiencias	Causa raíz
1	Revisiones por la dirección	Roturas del equipamiento.	Mal estado técnico del equipamiento existente.
2		Inestabilidad en el abasto de caña al central.	Mala coordinación en la entrada y salida de camiones al central.
3		Deficiencias en la manipulación del sistema de recepción.	Falta de habilidades del operario.
4		Mala organización de la cosecha.	Falta de planes organizativos para garantizar la calidad dela cosecha.

Tabla No. 3.24. Causas raíces de las deficiencias significativas detectadas al sub proceso transportación de materia prima. Fuente: Elaboración propia.

**b) Establecimiento de los objetivos para la mejora (Acápite 2,9 de NC ISO 9000, 2005)**

El equipo de mejora se reúne para determinar mediante tormenta de ideas, los objetivos o metas para la mejora, partiendo de las no-conformidades detectadas (Ver tabla No. 3.7)

Deficiencias	Objetivos o metas para la mejora
Roturas del equipamiento	Crear grupos de mantenimiento encargados de las reparaciones de equipos rotos.
Inestabilidad en el abasto de caña al central	Lograr una secuencia periódica en la entrada y salida de camiones al central
Deficiencias en la manipulación del sistema de recepción.	Impartir cursos de preparación a los operarios encargados de la recepción.
Mala organización de la cosecha	Conformar un equipo de trabajo encargado de comprobar el cumplimiento de la cosecha.

Tabla No. 3.25: Objetivos para la mejora. Fuente: Elaboración propia.

**c) Búsqueda de posibles soluciones para lograr los objetivos (Acápito 2,9 de NC ISO 9000, 2005)**

Como apunta Amozarrain (1999): “La fase de implantación puede prolongarse en el tiempo, por lo que es necesario desarrollar un plan concreto con la definición de responsables y plazos para cada uno de los hitos”.

El equipo de trabajo para la mejora propone las soluciones a los problemas a través de Planes de Acción basados en las técnicas de las 5ws y las 2Hs.

<b>Oportunidad de Mejora:</b> Roturas del equipamiento						
<b>Meta:</b> Crear grupos de mantenimiento encargados de las reparaciones de equipos rotos.						
<b>Responsable General:</b> Jefe de Mantenimiento						
QUÉ	QUIÉN	CÓMO	POR QUÉ	DÓNDE	CUÁNDO	CUÁNTO
Crear grupos de mantenimiento encargados de las reparaciones de equipos rotos.	Jefe de Mantenimiento	Mediante la elección de trabajadores con conocimiento del tema.	Para evitar roturas innecesarias en el momento de la zafra.	En la UEB Central Azucarero 5 de Septiembre	Durante el período de zafra	Durante el período de zafra

Tabla No. 3.26: Planes de Acción basados en las técnicas de las 5ws y las 2Hs. Fuente: Elaboración propia.

<b>Oportunidad de Mejora:</b> Inestabilidad en el abasto de caña al central						
<b>Meta:</b> Lograr una secuencia periódica en la entrada y salida de camiones al central						
<b>Responsable General:</b> Jefe de Producción						
QUÉ	QUIÉN	CÓMO	POR QUÉ	DÓNDE	CUÁNDO	CUÁNTO
Lograr una secuencia periódica en la entrada y salida de camiones al central	Jefe de Producción	Mediante planes de control para la entrada y salida de camiones al central	Para evitar acumulación o desabasto de caña en el basculador del central	En la UEB Central Azucarero 5 de Septiembre	Durante el período de zafra	Durante el período de zafra

Tabla No. 3.27: Planes de Acción basados en las técnicas de las 5ws y las 2Hs. Fuente: Elaboración propia.

<b>Oportunidad de Mejora:</b> Deficiencias en la manipulación del sistema de recepción.						
<b>Meta:</b> Impartir cursos de preparación a los operarios encargados de la recepción.						
<b>Responsable General:</b> Dirección de recursos humanos						
QUÉ	QUIÉN	CÓMO	POR QUÉ	DÓNDE	CUÁNDO	CUÁNTO
Impartir cursos de preparación a los operarios encargados de la recepción.	Jefe de recursos humanos	Mediante la planificación de cursos de preparación a los operarios.	Para evitar mala manipulación del sistema de recepción por parte de los operarios.	En la UEB Central Azucarero 5 de Septiembre	Cuando no halla zafra	Cuando no halla zafra

Tabla No. 3.28: Planes de Acción basados en las técnicas de las 5ws y las 2Hs. Fuente: Elaboración propia.

<b>Oportunidad de Mejora:</b> Mala organización de la cosecha						
<b>Meta:</b> Conformar un equipo de trabajo encargado de comprobar el cumplimiento de la cosecha.						
<b>Responsable General:</b> Jefe de Producción						
QUÉ	QUIÉN	CÓMO	POR QUÉ	DÓNDE	CUÁNDO	CUÁNTO
Conformar un equipo de trabajo encargado de comprobar el cumplimiento de la cosecha.	Jefe de Producción	Mediante el control del cumplimiento del plan de cosecha	Para evitar pérdidas	En la UEB Central Azucarero 5 de Septiembre	Durante el período de zafra	Durante el período de zafra

Tabla No. 3.29: Planes de Acción basados en las técnicas de las 5ws y las 2Hs. Fuente: Elaboración propia.

## II) Implementar la mejora (H)

### d) Implementación de la solución seleccionada (Acápites 2,9 de NC ISO 9000, 2005)

#### d-1) Comunicación del proyecto

Se comunica mediante reuniones de trabajo a todos los trabajadores implicados los proyectos de mejora seleccionados y concilia con ellos posibles divergencias. También se informa y comunica a los clientes sobre los cambios a realizar y por supuesto a la alta gerencia del centro.

#### Reglas a seguir para introducir los cambios:

➤ **Prever la participación:** Es la regla más importante para introducir cambios. En este caso los miembros del equipo de trabajo para la mejora forman parte del proyecto y están implicados en el mismo y participan tanto en el diagnóstico como en las soluciones de

remedio. Si no se logra esta participación pudieran aparecer resentimientos que aumentarían la resistencia al cambio, lo cual no ocurre en este caso.

➤ **Prever tiempo suficiente:** Los miembros de determinada cultura deben tener tiempo suficiente para evaluar el impacto y llegar a un acuerdo con los componentes del cambio. En este caso el cambio se extiende por más de un año por lo que es un tiempo razonable para asimilar el cambio.

➤ **Mantener las propuestas sin excesivo bagaje:** El equipo de trabajo para la mejora se centra en los detalles relevantes o prioritarios, desechando aquellos irrelevantes o triviales. Para cumplir este punto el equipo de trabajo para la mejora realiza propuestas claras y entendibles sin detalles complejos o difíciles.

➤ **Trabajar con un líder reconocido:** El líder establece la unidad de criterios y arrastra a los demás miembros para la consecución de los objetivos y metas del proyecto. En este caso el líder ha sido seleccionado por el propio equipo y tiene reconocido prestigio y autoridad.

## **d-2 ) Implementación del proyecto**

Finalmente se implementan los proyectos de mejora seleccionados según lo planificado y se van controlando cada uno de sus hitos. Se lleva a cabo mediante reuniones de trabajo y talleres para la implementación.

## **III) Evaluar los resultados de la mejora (V)**

**e) Análisis de los resultados de la implementación para determinar que se han alcanzado los objetivos (Acápito 2,9 de NC ISO 9000: 2005)**

### **e-1) Monitoreo del proyecto de mejora**

El equipo de trabajo para la mejora evalúa los resultados de las mejoras implementadas anteriormente, para ver si han tenido un impacto positivo en el sub proceso estudiado.

Mediante las reuniones de trabajo, revisión documental, tormentas de ideas y hojas de recogida de datos se verifica el cumplimiento de las propuestas de mejora y que resultados tuvieron al ser implementadas, lo que se muestra en la tabla 3.30

No.	Fuente	Deficiencias	Resultados
1	Revisiones por el equipo de trabajo	Roturas del equipamiento.	Los equipos con problemas técnicos son reparados con mayor rapidez.
2		Inestabilidad en el abasto de caña al central.	Continúa la irregularidad en la entrada y salida de camiones al basculador del central.
3		Deficiencias en la manipulación del sistema de recepción.	Se impartieron cursos a los operarios, con resultados positivos.
4		Mala organización de la cosecha.	La cosecha quedó más organizada ya que fue verificada en cada una de sus etapas.

Tabla No. 3.30: Cumplimiento de las propuestas de mejora. Fuente: Elaboración propia.

Al verificar los resultados podemos ver que las propuestas de mejora arrojaron buenos resultados al sub proceso, aunque todavía quedan algunas deficiencias en las que continuar trabajando.

#### **IV) Actuar y tomar acciones (A)**

##### **f) Formalización de los cambios (Acápito 2,9 de NC ISO 9000, 2005)**

###### **f-1) Validar la metodología y documentar las mejoras**

De acuerdo a los resultados obtenidos se comprueba que las mejoras emprendidas fueron efectivas.

El equipo de trabajo para la mejora propone documentar el procedimiento empleado en el presente trabajo y registrarlo como un procedimiento efectivo que se puede emplear para la mejora de procesos.

###### **f-2) Proponer acciones a tomar**

El equipo de trabajo para la mejora propone continuar trabajando en la mejora continua de la calidad del subproceso transportación de materia prima.

El equipo de trabajo para la mejora deja el camino libre para proponer y ejecutar otros proyectos de mejora ininterrumpidamente.

### **3.3 Conclusiones parciales del capítulo**

1) Con la aplicación de la metodología propuesta se realizó el diagnóstico detallado del proceso transportación de materia prima con el objetivo de detectar posibles acciones de mejora.

2) El equipo de trabajo para la mejora es un factor importante a la hora de organizar, emprender y llevar a feliz término los proyectos de mejora.

3) El uso de diversas técnicas estadísticas y de la calidad es muy efectivo para gestionar las acciones de mejora.

4) Los proyectos de mejora propuestos y ejecutados en el presente trabajo arrojaron buenos resultados y la metodología propuesta resultó ser muy efectiva.

## **CONCLUSIONES GENERALES**

1. El procedimiento basado en la norma NC ISO 9000 de 2005, adecuado y validado, demostró ser efectivo para resolver problemas de mejora continua de la calidad del Subproceso Transportación de Materia Prima en La UEB Central Azucarero 5 de Septiembre.

2. El procedimiento basado en la norma NC ISO 9000 de 2005 permite realizar y proponer proyectos de mejora de forma exitosa.

3. Se realizaron proyectos de mejora que permitieron elevar la efectividad de los indicadores de calidad del subproceso.

## **RECOMENDACIONES**

1. Utilizar el procedimiento basado en la norma NC ISO 9000 de 2005, adecuado y validado para el mejoramiento continuo de la calidad de los demás procesos y sub procesos del Sistema de Gestión de la Calidad de La UEB Central Azucarero 5 de Septiembre.

2. Acometer nuevos proyectos para mejorar el sub proceso transportación de materia prima.

3. Trabajar más para mejorar los indicadores establecidos para el sub proceso transportación de materia prima.

5. Continuar mejorando el procedimiento basado en la norma NC ISO 9000 de 2005 con nuevas investigaciones y aportes.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aiteco Consultores. (2007). Gestión de procesos. Recuperado a partir de Retrieved from <http://www.aiteco.com/gestproc.htm>
- Alcalde San Miguel, Pablo. (2007). *Calidad*. Recuperado a partir de <https://books.google.com.cu/books?isbn=8497325427>
- Amozarrain, M. (1999). *La gestión por procesos*. España: Editorial Mondragón.
- Antony, J. (2006). Six sigma for service processes. *Business Process Management Journal*.
- Auliso, R., M., J., & Quintillán, I. (s. f.). Claves para la mejora de los procesos en las organizaciones. Recuperado a partir de <http://www.ucu.edu.uy/Facultades/CienciasEmpresariales/RevistaFCE/Revista5/pdf/C LAVESPARALAMEJORADELOSPROCESOSENLASORGANIZACIONES.pdf>.
- Bartle, P. (2011). Tormenta de ideas: procedimientos y proceso. Recuperado a partir de <http://www.scn.org/ip/>.
- Beltrán Sanz, J. (2003). *Guía Para una Gestión Basada en Procesos*. Instituto Andaluz de Tecnología. España: Imprenta Berekintza.
- Beltrán, J., Carmona, M., Carrasco, R., Rivas, M., & Tejedor, F. (2002). Guía para una gestión basada en procesos. Instituto Andaluz de Tecnología.
- Camisón, C. (2009). Conceptos de calidad y enfoques de gestión. Recuperado a partir de <http://www.mailxmail.com/curso-gestion-calidad-procesos-tecnicas-herramientas-calidad>.
- Cantú Delgado, H. (2001). *Desarrollo de una Cultura de Calidad*. México: MacGraw-Hill.
- Computer Associates, All Fusion Process Modeler, New York, USA: Computer Associates. (s. f.). Recuperado a partir de [www.ca.com](http://www.ca.com)
- Corporación 3D para la Calidad. (2013). Mejoramiento de procesos. Recuperado a partir de <http://corporacion3d.blogspot.com/2013/09/mejoramiento-de-procesos.html>.
- Cortés Cortés, M. E., & Iglesias León, M.,. (2005). *Generalidades sobre Metodología de la*

- Investigación*. Ciudad del Carmen. México: UNACAR.
- Cuatrecasas Arbós, Lluís. (2012). *Gestión de la calidad total: Organización de la producción*. Recuperado a partir de <https://books.google.com.cu/books?isbn=8499693539>
- Chávez, M. (2011). Diagrama de Ishikawa. Recuperado a partir de <http://www.slideshare.net/MarthaCh/diagrama-de-ishikawa-o-diagramas-de-espina-de-pescado>
- Delgado, H. (2001). *Desarrollo de una Cultura de Calidad*. México: MacGraw-Hill.
- Deming, E. W. (1989). *Calidad, productividad y competitividad. La salida de la crisis*. Madrid: Díaz de Santos.
- Fernández Collado, Carlos, & Sampieri Hernández, Roberto. (2006). *Metodología de la Investigación* (4.ª ed.). México: MacGraw-Hill.
- Fernández de Velasco, J. A. P. (1999). *Gestión de la Calidad orientada a los Procesos*. España: ESIC.
- Fernández de Velasco, J. A. P. (2009). Gestión por Procesos. Recuperado a partir de <http://www.esic.es/editorial.asp?sec=detalle&isbn=9788473565882>
- Fernández Hatre, Alfonso. (2000). *Calidad en las empresas de servicios*. Instituto de Fomento Regional.
- Fomento, H. (2012). Mejora Continua Total. Recuperado a partir de <http://mejoracontinuatotal.blogspot.com/2011/02/origen-y-justificacion-de-las-7-nuevas.html>
- Fraile, F. G. Barrio, J. F. V., & Monzón, M. T. (s. f.). Las 7 Nuevas Herramientas para la mejora de la Calidad.
- Galiano Ibarra, J. A., Yáñez Sánchez, G, & Fernández Agüero, E. (2007). Análisis y mejora de procesos en Organizaciones Públicas. *Revista Federación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas (FIIAPP)*. Recuperado a partir de <http://www.fiiapp.org/pdf/publicaciones/6a5dafd8d55e48cc4972e421028a9223.pdf>.

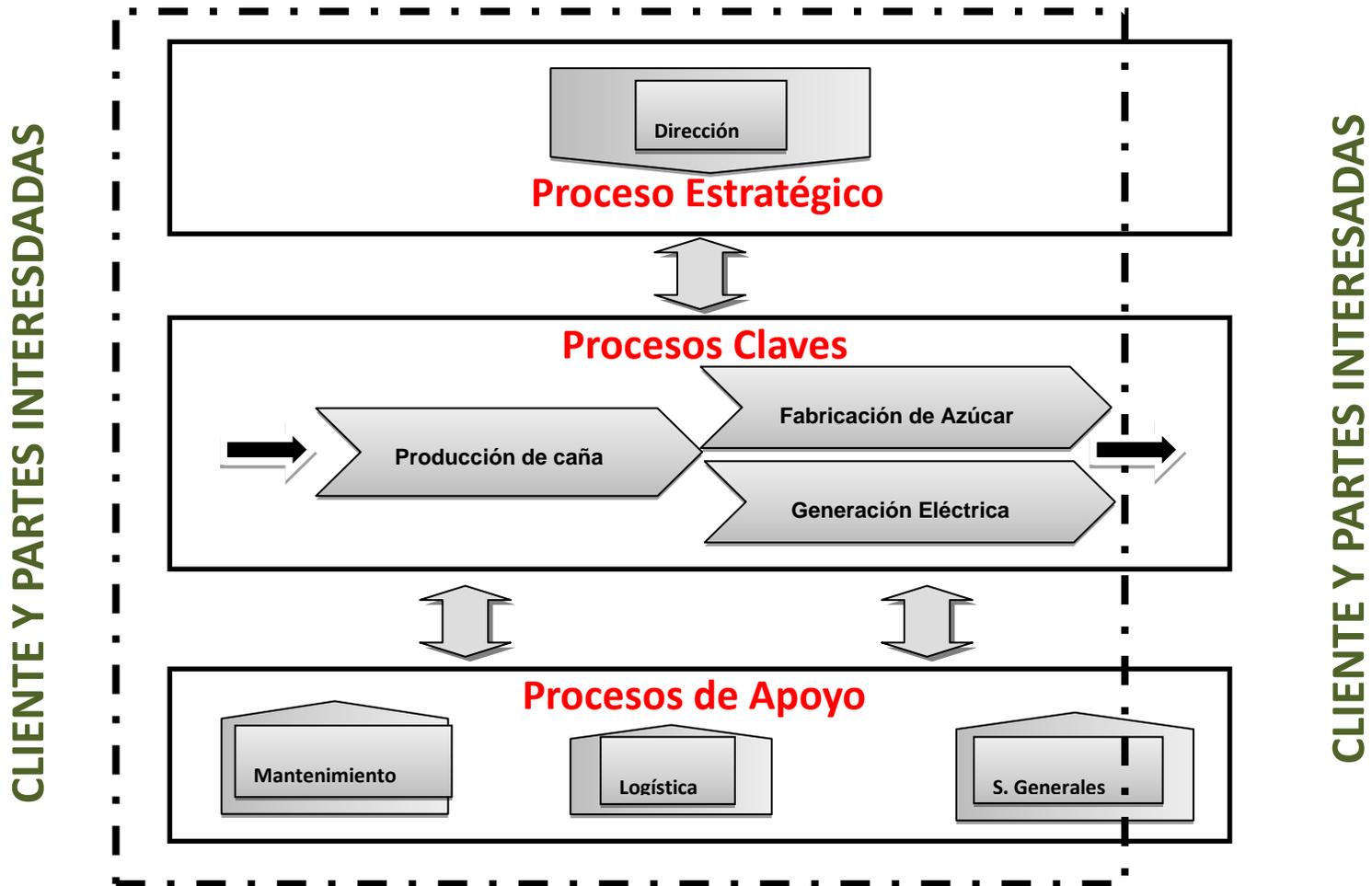
- Gómez Dorta, R. (2001). . *Procedimientos para el mejoramiento de la calidad de la generación y el consumo de energía* (Tesis de Doctorado). Universidad Central «Marta Abreus» de Las Villas(UCLV).
- González Mercado, J. A. (2004). Pasos para el mejoramiento continuo. Recuperado a partir de [://www.gestiopolis.com/recursos2/documentos/fulldocs/ger/stepsci.htm](http://www.gestiopolis.com/recursos2/documentos/fulldocs/ger/stepsci.htm).
- González Mercado, J. A. (2004). Pasos para el mejoramiento continuo. Recuperado a partir de <http://www.gestiopolis.com/recursos2/documentos/fulldocs/ger/stepsci.htm>.
- Griful Ponsati, Eulàlia, & Canela Campos, Miguel Ángel. (2010). *Gestión de la calidad*. Recuperado a partir de <https://books.google.com.cu/books?isbn=8483017911>
- Gutiérrez Pulido, H. (2003). *Calidad Total y Productividad*. México: MacGraw Hill.
- Harrington, H. J. (1997). *Administración total del mejoramiento continuo. La nueva generación*. Colombia: McGraw-Hill.
- Harrington, H.J. (1993). *El mejoramiento de los procesos de la empresa*. Colombia: MacGraw-Hill.
- Harrington, H.J. (1997). *Administración Total del Mejoramiento Continuo. La Nueva Generación*. Colombia: MacGraw Hill.
- Hernández, A., & Medina, A. A. (2009). Criterios para la elaboración de mapas de procesos. Particularidades para los servicios hospitalarios. *Revista Ingeniería Industrial*, 30.
- Hernández, H., & Reyes, P. (2013). Matriz Causa-Efecto. Recuperado a partir de <http://caminandoutopias.org.ar/contenidos/notas/editorial/causa.pdf>.
- Honig, P. (1953). *Principles of Sugar Technology*.
- Hugot, E. (1980). Manual para Ingenieros Azucareros.
- Ishikawa, K. (1991a). *¿Qué es el Control Total de la Calidad?: La modalidad japonesa*. La Habana: Ciencias Sociales.
- Ishikawa, K. (1991b). *Introduction to Quality Control*. La Habana: Revolucionaria.
- Jenkins, G. H. (1971). Introducción a la tecnología de la azúcar de caña. *Ciencia y Técnica*.

- Juran Institute. (2006). Herramientas y plantillas: FMEA, Diagrama SIPOC y Mapas de Proceso. Recuperado a partir de <http://www.isixsigma.com/>.
- Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (2001). *Manual de Calidad de Juran*. México: McGraw-Hill.
- Martínez Martínez, Aurora. (2014). *Gestión por procesos de negocio:: Organización horizontal*. Recuperado a partir de <https://books.google.com.cu/books?isbn=8496877906>
- Medina León, A. A., Hernández Oro, R. M., & Hernández Pérez, G. D. (2012). Mejoramiento de procesos clave a través del Análisis del Valor Añadido en empresas de base tecnológica de producciones por proyecto del sector hidráulico en Cuba. *Revista Visión de Futuro*, 16(1). Recuperado a partir de [http://revistacientifica.fce.unam.edu.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=274&Itemid=63](http://revistacientifica.fce.unam.edu.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=274&Itemid=63)
- Medina León, A., Nogueira Rivera, D., Hernández Nariño, A., & Díaz Navarro, Y. (2012). Consideraciones y criterios para la selección de procesos para la mejora: Procesos Diana. *Revista de Ingeniería Industrial*, XXXIII.
- Medina León, A., & otros. (2010). Relevancia de la Gestión por procesos en la Planificación Estratégica y la Mejora Continua. *Revista Eídos*, 1(2).
- Mena León, A., Nariño, A. H., León, L. G., Villanueva, F. S., Pentón, D. B., & León, M. M. (2010). Apuntando a la mejora integral de procesos hospitalarios. Experiencias en hospitales cubanos. *Revista académica de economía "Observatorio de la Economía*.
- Morrel, I. (1985). Tecnología Azucarera.
- Norma ISO/T C 176/SC 2/N 544R3 2, 2008. Orientación sobre el concepto y uso del enfoque basado en procesos para los sistemas de gestión. (s. f.).
- Norma NF X 50-120, 1993. Calidad y Gestión. Indicadores y tablas sinópticas de calidad. (1993).
- Oficina Nacional de Normalización. (2005). NC-ISO 9000:2005. Sistema de Gestión de la

- Calidad. Fundamentos y vocabulario (traducción-certificada).
- Oficina Nacional de Normalización. (2008). NC-ISO 9001:2008. Sistema de Gestión de la Calidad. Requisitos (traducción-certificada).
- Oficina Nacional de Normalización. (2009). NC-ISO 9004:2009. Sistema de Gestión de la Calidad. Directrices para la mejora del desempeño (traducción-certificada).
- Oficina Nacional de Normalización. (2005). NC ISO/TR 10 017 Orientación sobre las Técnicas Estadísticas para la Norma ISO 9001:2000.
- Ortega, G. P, & Camargo, A. M. S. (2005). Propuesta metodológica para el mejoramiento de procesos utilizando el enfoque Harrington y la Norma ISO 9004. *Revista Universidad EAFIT*, 41(139).
- Pérez Fernández de Velasco, José Antonio. (2010). *Gestión de calidad orientada a los procesos*. Recuperado a partir de <https://books.google.com.cu/books?isbn=8473566971>
- Pons Murguía, R. (2003). Curso Oficial de Gestión por procesos. Compilación de materiales.
- Pons Murguía, R., & Villa, E. (2006). Gestión por Procesos. Recuperado a partir de <http://www.monografias.com/gestion-por-procesos.shtml>.
- Serrano Gómez, L., & Ortiz Pimiento, N. R. (2012). Una revisión de los modelos de mejoramiento de procesos con enfoque en el rediseño. *Revista Elsevier: Ciencia y Economía*. Recuperado a partir de <http://www.elsevierciencia.es/es/revista-/articulo/una-revision-los-modelos-mejoramiento-procesos-con-enfoque-90199772>
- Walpole, R. E., Myers, R. H., & Myers, S. L. (2008). *Probabilidad y estadística para ingenieros* (6.<sup>a</sup> ed.). La Habana: Félix Varela.
- Zaratiegui, J. R. (s. f.). La gestión por procesos: su papel e importancia en la empresa. *Revista Economía Industrial*, 6(330).

Anexos

Anexo 3.1 Mapa de Procesos



### Anexo 3.2 Análisis de experticidad

Una vez definidos los criterios de selección de los expertos se procedió al cálculo del tamaño de la muestra. Para el efectivo desarrollo de este paso primeramente se decidió la proporción del error deseado al realizar la inferencia con los (n) expertos (p), el nivel de precisión (i) y el nivel de confianza que se desee tomar. Seguidamente se pasa a calcular el tamaño de la muestra de expertos, auxiliándose de la fórmula que a continuación se expone:

La ecuación para la determinación del número de expertos según Cortés Iglesias (2005) se muestra a continuación:

$$n = \frac{p(1-p)k}{i^2}$$

Donde:

n= número de expertos

i= nivel de precisión deseado para el experimento

p= proporción de error que se comete al hacer estimaciones del problema con n expertos.

k= constante cuyo valor depende del nivel de confianza escogido

Por tanto:

K = Depende del nivel de confianza y adopta:

Cuando  $1-\alpha= 95\%$  un valor de  $K = 2,6896$

$P = 0.05.$

$i \leq 0,12$

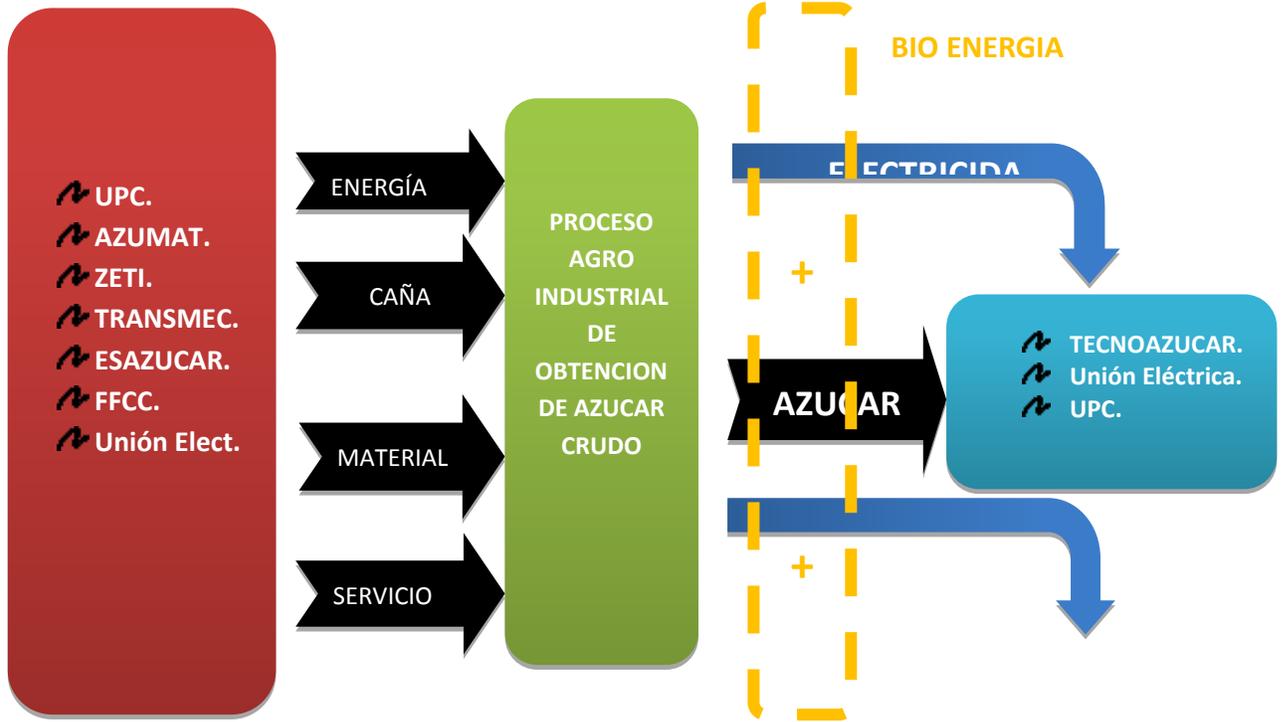
$i = 0,11984$

Sustituyendo en la fórmula:

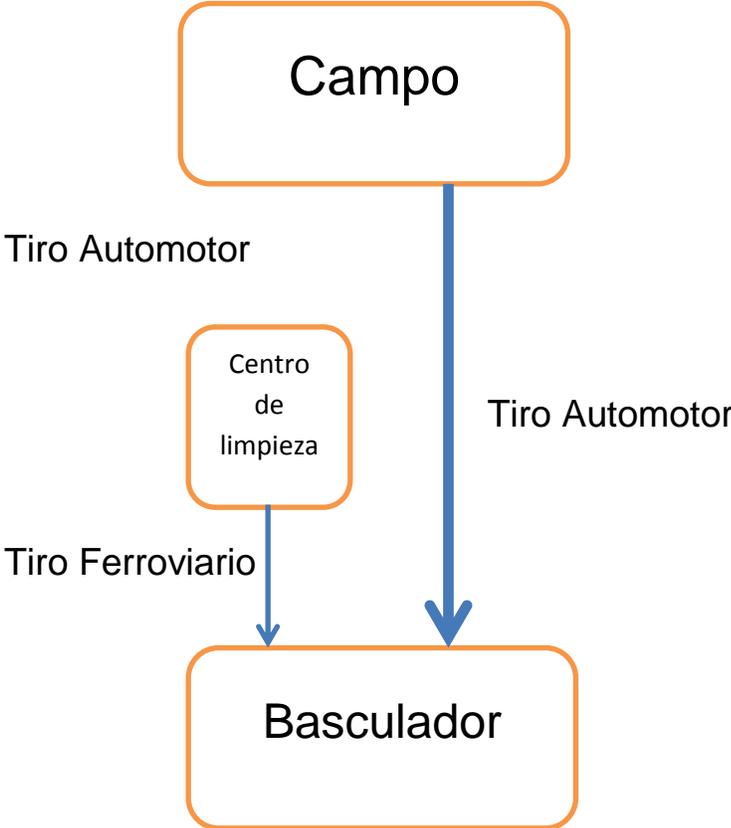
$$n = \frac{0.05 (1 - 0.05) 2.6896}{(0.11984)^2} = 9$$

n = 9 expertos.

Anexo No. 3.3 Diagrama SIPOC



Anexo 3.4 Diagrama de flujo



### Anexo 3.5 Datos de la zafra 2011-2012 en el central azucarero 5 de Septiembre

Caña molida (t)	% Tiro directo	% Fibra	Bagazo generado (t)	% Pol mezclado	Azúcar B-96 (t)	Miel final (t)	Rendimiento (%)	Generación (Kwh)	Entrega (Kwh)	Ent/Gene	Miel/Azúc
3228,4	10,0	15,2	736,913	11,64	341,413	96,000	10,85	145866	25827	0,177	0,281
2252,0	7,0	16,5	514,043	11,84	195,997	67,000	10,85	88562	15539	0,175	0,342
3069,4	31,0	15,8	700,629	12,16	404,863	99,000	11,00	125874	24555	0,195	0,245
2322,1	32,0	15,7	530,042	12,23	247,700	72,000	11,00	91254	16022	0,176	0,291
2266,3	13,0	15,6	517,301	12,63	258,411	78,000	11,16	98245	15637	0,159	0,302
3484,6	31,0	15,2	795,406	13,11	402,716	114,000	11,16	150254	27877	0,186	0,283
3307,1	27,0	14,3	754,875	12,28	425,128	108,000	11,29	130254	26457	0,203	0,254
2473,0	30,0	15,6	564,480	12,45	258,776	76,000	11,44	100255	17063	0,170	0,294
2757,2	29,0	15,7	629,355	12,38	304,596	88,000	11,49	110254	22057	0,200	0,289
2567,6	40,0	15,6	586,086	12,02	309,406	83,000	11,60	98545	17717	0,180	0,268
3312,8	25,0	14,4	756,192	12,67	362,432	95,000	11,75	135845	26503	0,195	0,262
2496,1	0,0	15,6	569,751	12,26	327,996	69,000	11,82	98564	17972	0,182	0,210
3424,2	33,0	16,9	781,603	11,47	460,443	106,000	12,04	132546	27393	0,207	0,230
2621,3	21,0	16,8	598,334	12,29	297,690	78,500	12,05	105648	20970	0,198	0,264
2370,6	15,0	16,4	541,112	11,94	253,294	78,000	12,05	93658	17068	0,182	0,308
3161,7	29,0	16,5	721,697	11,34	397,071	100,000	12,00	130258	25294	0,194	0,252
2867,9	0,0	16,7	654,627	11,67	304,372	94,600	12,03	115485	22943	0,199	0,311
3294,8	34,0	15,5	752,080	12,65	430,127	105,000	11,94	135624	26359	0,194	0,244
2623,2	29,0	14,4	598,770	12,26	347,165	93,800	11,95	106987	20985	0,196	0,270
3278,8	0,0	14,7	748,417	12,05	355,594	115,000	11,95	15365	26230	1,707	0,323
2985,5	35,0	13,7	681,469	13,47	281,492	98,500	11,75	120358	23884	0,198	0,350
2887,7	15,0	17,0	659,155	12,32	360,434	86,000	11,76	117369	23102	0,197	0,239
3057,5	21,0	16,2	697,900	12,48	444,647	107,000	11,75	124587	24460	0,196	0,241
2722,3	26,0	15,3	621,398	12,55	347,165	75,000	11,84	112358	21779	0,194	0,216
3174,9	16,0	15,6	724,709	12,74	393,142	99,000	11,84	125874	25399	0,202	0,252
2637,6	26,0	15,3	602,068	12,51	310,000	68,000	11,93	106841	21101	0,197	0,219
3389,8	16,0	15,3	773,764	12,92	465,000	124,000	11,92	135874	27119	0,200	0,267
2694,3	19,0	16,2	615,000	12,69	356,788	99,000	11,97	112589	21554	0,191	0,277

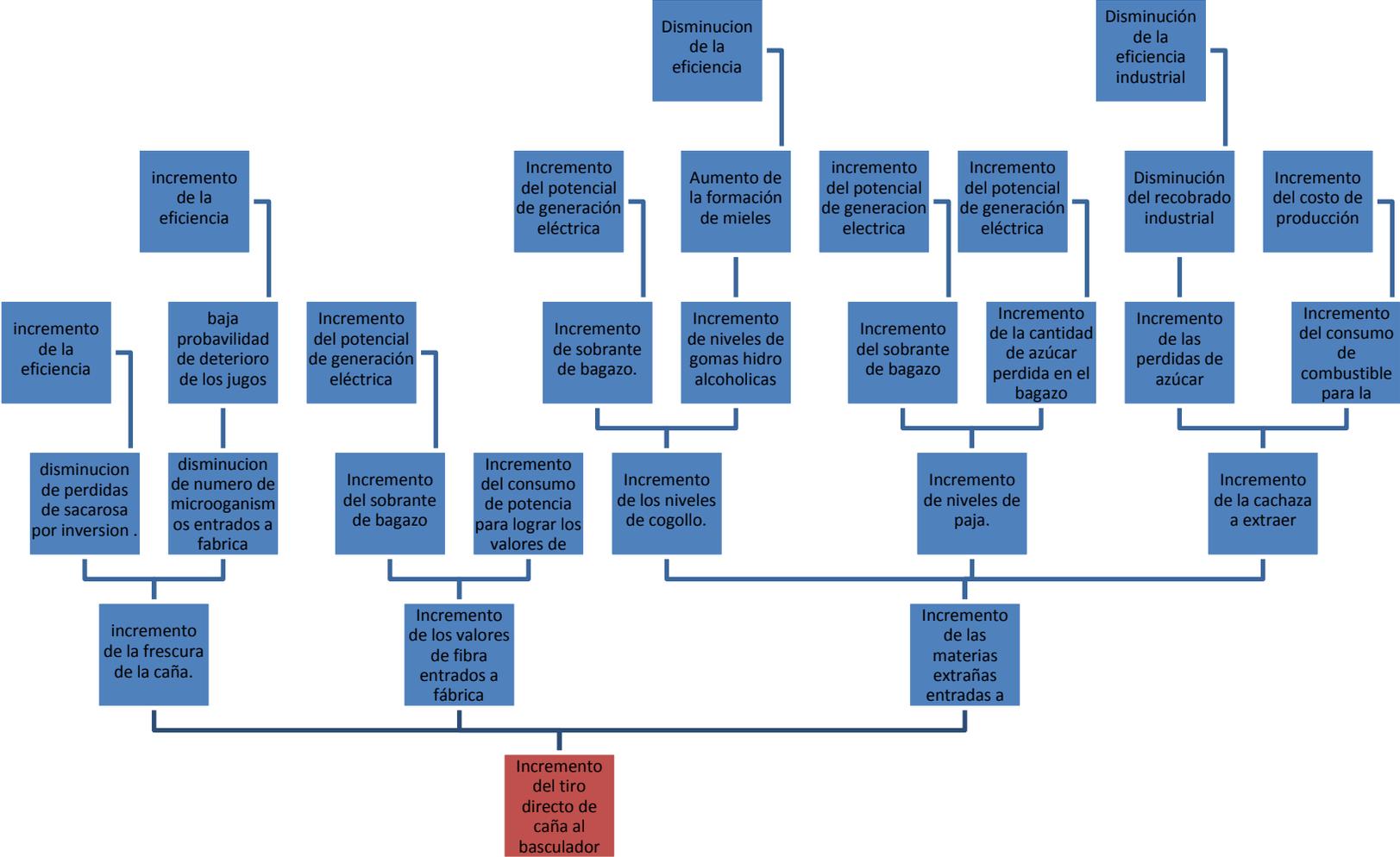
2535,2	26,0	15,3	578,676	12,21	297,660	96,000	11,86	100258	18253	0,182	0,323
3341,7	26,0	16,3	762,785	12,15	413,417	119,000	12,00	136999	26734	0,195	0,288
2614,0	35,0	16,2	596,681	12,10	309,531	96,000	12,00	106878	20912	0,196	0,310
3047,2	22,0	15,3	695,562	11,76	376,977	106,000	12,14	124213	24378	0,196	0,281
2812,6	11,0	16,5	641,997	12,58	397,680	101,000	12,14	114587	22500	0,196	0,254
2224,0	30,0	16,2	507,647	12,69	198,660	68,000	12,07	90258	16013	0,177	0,342
2432,1	26,0	16,6	555,145	12,73	248,350	85,000	12,13	96787	18240	0,188	0,342
3031,1	28,0	16,9	691,875	12,24	465,422	103,000	12,20	126874	25764	0,203	0,221
3100,3	26,0	15,9	707,683	12,67	414,042	112,000	12,31	126855	26353	0,208	0,271
3171,0	16,0	15,6	723,825	12,95	341,825	104,000	12,62	132587	26954	0,203	0,304
3144,5	29,0	14,6	717,765	12,58	398,194	101,000	12,92	130555	26728	0,205	0,254
3237,8	24,0	17,0	739,054	12,60	509,946	105,000	13,07	135877	27521	0,203	0,206
3058,2	14,0	16,8	698,070	13,10	361,266	95,000	13,01	125444	25995	0,207	0,263
3228,6	11,0	16,5	736,953	13,27	446,355	112,000	13,13	130258	27443	0,211	0,251
2571,6	8,0	15,3	586,986	12,05	400,368	84,000	13,00	101003	19287	0,191	0,210
2893,0	33,0	15,7	660,365	12,30	353,826	101,000	13,03	121212	24591	0,203	0,285
2864,3	15,0	15,4	653,812	13,40	350,018	93,000	13,00	117899	24347	0,207	0,266
2613,3	16,0	15,3	596,508	12,81	351,156	84,000	13,03	106895	22213	0,208	0,239
2677,4	25,0	15,2	611,147	12,41	310,250	87,000	13,00	111547	22758	0,204	0,280
2204,3	12,0	15,2	503,144	12,45	361,703	72,000	13,00	86998	16532	0,190	0,199
2783,0	22,0	16,9	635,254	12,47	372,000	89,000	13,03	113450	23656	0,209	0,239
2535,0	30,0	16,6	578,633	13,46	309,375	80,000	13,20	98995	19012	0,192	0,259
2675,3	28,0	16,3	610,671	12,66	309,688	86,000	13,11	109633	22740	0,207	0,278
3370,8	28,0	15,5	769,428	13,07	413,458	110,000	13,29	137999	28652	0,208	0,266
2944,7	17,0	15,6	672,170	12,68	362,031	95,000	13,13	120855	25030	0,207	0,262
2846,4	17,0	15,4	649,712	12,36	413,875	90,000	13,03	118000	24194	0,205	0,217
2447,7	20,0	15,6	558,716	12,73	253,167	81,000	12,91	96873	18358	0,190	0,320
2878,5	20,0	15,8	657,043	12,16	413,333	73,000	12,63	117859	24467	0,208	0,177

### Anexo 3.6 Datos de la zafra 2012-2013 en el central azucarero 5 de Septiembre

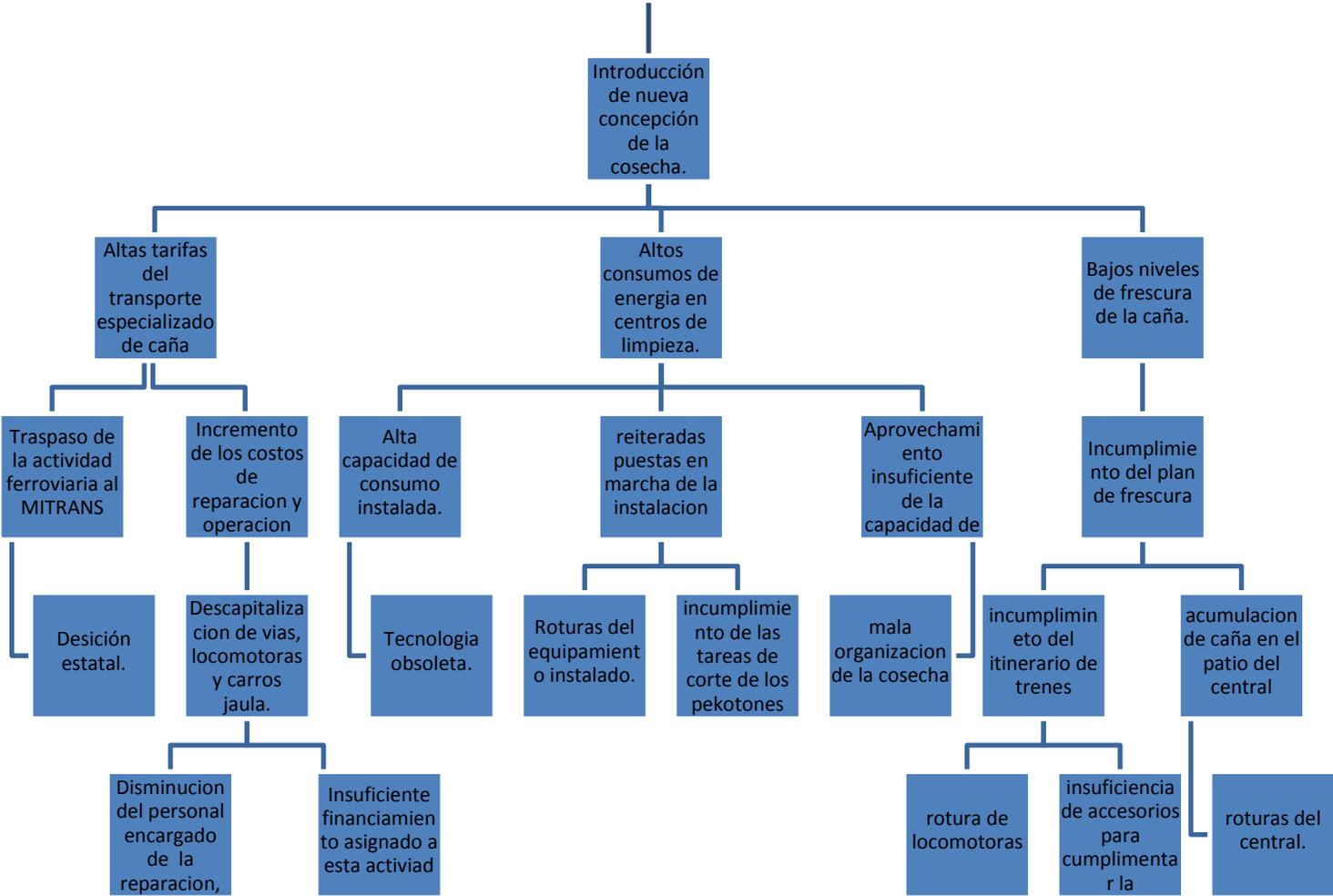
Caña molida (t)	% Tiro directo	% Fibra	Bagazo generado (t)	% Pol mezclado	Azúcar B-96 (t)	Miel final (t)	Rendimiento (%)	Generación (Kwh)	Entrega (Kwh)	Ent/ genera	Miel/ Azúc
2992,83	70,1	15,2	683,146	12,61	341,960	64,200	11,40	113115	29380	0,260	0,188
3202,38	53,7	16,5	730,978	12,64	406,400	80,460	11,27	132050	38720	0,293	0,198
3145,70	83,7	17,0	718,040	12,21	351,620	68,720	11,10	125500	34911	0,278	0,195
2265,84	75,0	16,4	517,203	12,06	244,110	82,110	11,10	99290	26210	0,264	0,336
3441,04	55,1	15,8	785,455	12,11	418,310	72,340	11,16	134320	39630	0,295	0,173
2778,15	45,4	15,7	634,143	12,24	340,410	60,540	11,20	126250	39590	0,314	0,178
2448,44	70,8	15,6	558,883	12,56	229,880	60,220	11,30	96010	30640	0,319	0,262
3170,72	42,0	15,5	723,751	12,64	360,090	64,200	11,35	127760	39490	0,309	0,178
2992,28	41,6	15,4	683,020	13,03	335,180	70,480	11,60	127760	39980	0,313	0,210
3049,63	58,6	15,3	696,111	11,41	326,230	68,240	11,60	122980	37740	0,307	0,209
2740,40	57,1	15,2	625,526	12,70	326,280	71,800	11,60	114410	35920	0,314	0,220
2939,45	55,0	14,3	670,961	13,23	348,850	58,240	11,70	109370	31070	0,284	0,167
2320,47	65,8	15,6	529,673	13,38	290,020	56,070	11,70	96010	22980	0,239	0,193
3119,45	44,4	15,7	712,048	12,80	343,700	56,980	11,50	100550	20330	0,202	0,166
3220,44	55,5	15,6	735,100	12,97	370,570	60,400	11,60	121460	25500	0,210	0,163
2499,65	48,0	14,4	570,572	12,54	291,370	67,200	11,60	91220	21600	0,237	0,231
2779,95	51,9	15,6	634,554	12,41	323,970	70,240	11,59	118440	31570	0,267	0,217
2688,13	54,7	13,3	613,595	12,11	317,500	57,440	11,30	103320	24200	0,234	0,181
2847,21	60,1	16,9	649,907	12,05	311,530	61,020	11,30	96520	20410	0,211	0,196
2200,63	30,3	16,8	502,318	12,94	302,900	52,120	11,35	90220	27420	0,304	0,172
2678,59	52,4	16,4	611,417	12,25	331,910	64,160	11,40	99040	27230	0,275	0,193
3160,20	69,7	16,5	721,350	12,14	318,690	86,460	11,40	128770	38130	0,296	0,271
3148,26	46,0	16,5	718,625	12,11	456,900	80,120	11,94	109120	22060	0,202	0,175
2992,10	59,2	16,7	682,979	12,86	300,380	72,400	11,94	99540	24000	0,241	0,241
3091,80	55,8	15,5	705,737	12,94	425,460	76,840	12,01	103672	24463	0,236	0,181
3117,54	55,3	14,4	711,612	13,11	376,020	102,900	12,03	100300	19170	0,191	0,274
2571,00	54,0	14,7	586,859	13,21	307,000	60,000	12,20	92556	24964	0,270	0,195
2992,02	21,4	13,7	682,961	11,83	310,000	70,200	12,22	100200	21420	0,214	0,226

3647,80	58,7	17,0	832,650	11,90	439,260	82,360	12,23	134969	40117	0,297	0,187
3178,02	74,8	15,5	725,418	12,15	313,460	89,600	12,05	121460	37050	0,305	0,286
3243,10	44,5	16,2	740,273	12,21	388,920	61,900	12,16	116420	32880	0,282	0,159
2524,90	52,3	15,3	576,336	11,45	354,630	65,520	12,16	99226	29300	0,295	0,185
2600,00	49,1	15,6	593,478	12,21	299,450	68,260	12,06	98030	29850	0,304	0,228
2854,97	53,1	15,5	651,678	13,44	333,620	71,620	11,90	134665	29640	0,220	0,215
3445,36	53,6	15,4	786,441	12,51	440,920	86,120	11,70	132800	41460	0,312	0,195
2612,71	57,4	15,3	596,379	12,44	251,540	58,340	11,63	104080	32115	0,309	0,232
2872,10	32,6	15,3	655,588	12,95	331,210	71,900	11,50	119700	36920	0,308	0,217
2959,76	77,9	15,3	675,597	12,74	259,430	53,520	11,45	110880	34550	0,312	0,206
2830,67	53,4	16,3	646,131	12,98	349,500	63,800	11,45	112640	34480	0,306	0,183
3636,12	70,7	16,2	829,984	12,49	405,090	91,000	11,46	124740	34540	0,277	0,225
3161,01	65,7	16,2	721,535	12,73	346,730	106,960	11,47	113900	30690	0,269	0,308
2737,20	58,7	16,2	624,796	12,61	314,790	68,420	11,48	99290	24190	0,244	0,217
3064,53	60,3	16,6	699,512	12,41	344,390	78,200	11,48	120040	31200	0,260	0,227
3517,45	44,4	16,6	802,896	12,85	461,790	92,120	11,50	123320	32760	0,266	0,199
3209,31	60,4	15,7	732,560	12,74	374,540	64,520	11,49	126760	41717	0,329	0,172
2842,76	71,8	15,6	648,891	13,02	334,910	55,560	11,43	114660	35720	0,312	0,166
3006,78	58,0	14,6	686,330	11,52	305,430	66,020	11,46	115920	37440	0,323	0,216
2442,17	64,8	17,0	557,452	12,56	313,150	73,260	11,19	92230	26270	0,285	0,234
2514,59	75,0	17,1	573,983	12,58	254,860	52,800	11,10	103320	35113	0,340	0,207
2454,17	68,4	16,8	560,191	12,52	291,930	73,620	11,10	95260	23880	0,251	0,252
2697,70	27,0	17,0	615,779	12,38	329,180	80,920	11,13	97520	24690	0,253	0,246
2354,48	42,0	16,5	537,436	12,44	267,040	50,700	11,13	95510	31940	0,334	0,190
2685,17	44,0	15,3	612,919	11,73	296,110	55,040	11,02	112380	37290	0,332	0,186
2475,40	48,5	15,7	565,037	12,24	204,400	74,250	10,82	86940	30630	0,352	0,363
2939,74	51,8	15,3	671,028	13,01	317,900	69,800	10,83	119950	36390	0,303	0,220
2415,78	53,3	15,2	551,428	13,03	215,150	77,300	10,55	92230	31420	0,341	0,359
2460,04	45,8	15,2	561,531	12,80	262,940	80,020	10,30	79360	16690	0,210	0,304
2454,37	54,8	16,9	560,237	12,43	230,090	73,360	10,00	79400	15420	0,194	0,319
2905,58	44,6	16,6	663,230	11,68	346,420	42,640	10,00	98030	22118	0,226	0,123
2463,00	41,7	16,3	562,207	12,39	178,870	50,200	9,80	90220	23440	0,260	0,281

Anexo No. 3.7 Matriz genérica



**Anexo No. 3.7 Matriz genérica: Continuación**



**Anexo No. 3.8 Diagramas Ishikawa**

