



**Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Departamento de Ingeniería Industrial**

TRABAJO DE DIPLOMA

**TÍTULO: PROPUESTA DE GESTIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO
DE COGENERACIÓN ELÉCTRICA EN LA EMPRESA AZUCARERA
CIUDAD CARACAS.**

AUTOR: FERNANDO LÓPEZ MARTÍNEZ

TUTOR: ING. ERDWIN GARCIA ÁLVAREZ

CURSO 2009-2010

AGRADECIMIENTOS

A todos aquellos que hicieron posible mi formación profesional

DEDICATORIA

A mi familia

SINTESIS

Como resultado de la situación existente en la Empresa Azucarera Ciudad Caracas en cuanto a la baja producción de energía eléctrica, se procede a realizar un minucioso estudio de las posibles causas y factores que desembocan en que esta problemática esté limitando la potencialidad que presenta dicha fábrica, para además de cumplir con su producción fundamental que es la de producir azúcar, también pueda cumplir con el sistema de cogeneración de energía eléctrica que está instalado y que cuenta con una capacidad de generación de 8 Mw./h, dejando de producir el aporte necesario al sistema electro energético nacional y perdiendo ganancias para el sistema de la fábrica por la venta de este indicador tan necesario para el progreso y para el bienestar de nuestro pueblo.

En el desarrollo de este trabajo se hace un análisis de cuáles son los puntos críticos que están afectando la producción de vapor en el área de calderas, además de otros factores de las instalaciones de la industria, que también influyen en la situación antes mencionada, concentrando su estudio en problemas detectados como la caída de presión en las tuberías de vapor directo desde las calderas hasta los consumidores primarios de esta fábrica que son los turbo generadores, esta caída se encuentra en el orden de los 5 Kg./ cm², además se hace una valoración del sistema de condensados y las posibles soluciones para la posibilidad de entrega de agua con la mayor temperatura posible y se hace referencia a la mala calidad en el aislamiento térmico que presentan las tuberías tanto de vapor directo como de vapor de escape de cada una de las áreas de trabajo.

Para el desarrollo de este, se utilizaron métodos de cálculo de diferentes autores en cada una de las situaciones analizadas, tablas, estadísticas, se aplicaron técnicas de ingeniería industrial para determinar causas de los problemas, para graficar cada una de los escenarios y se revisaron métodos del personal técnico y el administrativo sobre cómo proyectarse para resolver esta problemática.

Índice

	PÁG.
Introducción	7
Problema científico	7
Hipótesis	8
Objetivo General	8
Objetivos específicos	8
<u>Capítulo 1: Marco teórico y referencial</u>	9
1.1 Introducción	9
1.2 Estado actual del consumo de energía eléctrica y cogeneración en el mundo	9
1.3 Cogeneración en la industria azucarera Cubana	11
1.4 Generalidades sobre la gestión por procesos	15
1.4.1 Clasificación de los procesos	20
1.4.2 Algunos Términos relacionados con la gestión por procesos	22
1.4.3 Otras características de la Gestión de Proceso.	23
1.5 Nociones sobre procedimientos	24
1.5.1 Técnicas y herramientas útiles para, la aplicación de los procedimientos	26
<u>Capítulo 2: Caracterización y diagnóstico en de la industria de la Empresa Azucarera Ciudad Caracas.</u>	28
2.1 Introducción	28
2.2 Caracterización de la Empresa Ciudad Caracas	28
2.3 Diagnóstico General Actual del Proceso	29
2.4 Diagnóstico por áreas, para la utilización del vapor y las condiciones que provocan ineficiencia en el proceso de cogeneración.	32
2.5 Puntos críticos en el proceso de generación de vapor	40
<u>Capítulo 3: Propuesta de gestión para el mejoramiento del proceso de cogeneración de Energía Eléctrica.</u>	60
3.1 Introducción	60
3.2 Sistema de monitoreo y control	60
3.2.1 Procedimiento y herramientas para organizar sistema de monitoreo y control para el proceso de cogeneración eléctrica	61
3.3 Importancia económica del mejoramiento del proceso de cogeneración de	

energía eléctrica	74
3.4 Recomendaciones para la ejecución del proceso de control	75
Conclusiones	78
Recomendaciones.	79
Bibliografía.	80
Anexos.	

INTRODUCCIÓN

En la época actual y en los momentos en que se desarrolla nuestra economía, el enfrentamiento a mercados cada vez más exigentes regidos por un mundo globalizado, en el cual todo el desarrollo científico, técnico e industrial se amplía cada día más. Resulta un marco propicio para que las industrias sitúen sus ansias competitivas en el mejoramiento de muchas dificultades existentes relacionadas con el proceso de producción, su tecnología, sus actividades, sus recursos humanos y el contexto laboral en el que se desarrollan.

En este sentido, son muchos los casos industriales que todavía en el presente tienen serios desafíos, ante lo cual la actitud de asumir riesgos y plantear estrategias flexibles y adaptables, requiere de un conocimiento profundo de los productos que ofrecen y los procesos empleados para elaborarlos, soporte que no permite la introducción de innovaciones aisladas, sino del desarrollo de políticas empresariales a través de mejoras continuas y sistemáticas.

Para la elaboración de este proyecto, tomamos el proceso de generación de vapor y energía eléctrica de la Empresa Azucarera Ciudad Caracas situada en la carretera al municipio de Lajas, la misma tiene como objetivo fundamental la producción de Azúcar tanto crudo como blanco directo, además de otras producciones que se generan del proceso productivo y que resultan de ganancia para la misma.

Haciendo una descripción del sistema podemos decir que el proceso a investigar incluye en general a toda la fábrica, pero en específico centra su atención en el área de Generación de Vapor y planta Eléctrica, en la primera se encuentran instaladas dos calderas con una capacidad de generación de 45 t/h y 60 t/h, por lo tanto estas suman 105 t/h de vapor consumidas primariamente por dos turbogeneradores de 4Mw/h cada uno, que abastecen el consumo de electricidad de la fábrica y la posibilidad de entregar el excedente de energía al Sistema Electro energético Nacional.

El trabajo realizado tiene como centro, el proceso conjunto de estas dos áreas, pero analizando también todos los elementos que inciden en que la calidad en la generación del vapor no sea la requerida para garantizar la estabilidad de la producción final.

Situación problémica:

La imposibilidad de mantener los índices de generación y entrega de energía eléctrica en los niveles para los que está diseñado el sistema de cogeneración de esta empresa.

Problema Científico:

El bajo índice de Cogeneración de Energía eléctrica y de entrega al Sistema Electroenergético Nacional (CEN).

Hipótesis:

Es posible mediante la aplicación de un plan de medidas, unido luego a un sistema de monitoreo y control de los parámetros de eficiencia, lograr una buena gestión para la explotación correcta del sistema de cogeneración eléctrica.

Objetivo General:

Elaborar de un plan de medidas para la eliminación de las deficiencias de diseño, mantenimiento y operación en cada una de las áreas implicadas y un sistema de monitoreo y control de los parámetros necesarios, para la estabilidad del sistema.

Objetivos específicos:

- 1- Investigar el estado del arte y la práctica en el mundo en la temática referente a la Energía eléctrica y la Cogeneración en la Industria Azucarera.
- 2- Realizar un diagnóstico general, para definir los puntos críticos que afectan la estabilidad del sistema.
- 3- Definir el plan de medidas que permita eliminar las causas que están provocando la ineficiencia del sistema de cogeneración.
- 4- Aplicar un sistema de monitoreo y control a partir del ciclo Deming.

Para la elaboración de este estudio, se utilizaron métodos de cálculos básicos, para las características de las diferentes áreas de trabajo, análisis estadísticos basados en períodos de operación para los equipos que son objeto de interés, además de análisis de datos para cálculos de pérdidas diarias en el ingenio, gráficos de pareto para el consumo de corriente por áreas de trabajo, y sobre la disciplina y el control tecnológico.

La investigación quedó estructurada en 3 capítulos:

Capítulo I: Marco Teórico y Referencial, Además se hace un recorrido por la situación actual en el mundo y en Cuba en lo referente al consumo, la energía eléctrica y cogeneración azucarera.

Capítulo II: Caracterización general de la empresa, incluyendo un diagnóstico de cada una de las áreas que intervienen en el proceso, haciéndose énfasis en los puntos en donde se producen las mayores pérdidas en esta industria.

Capítulo III: Se propone un plan de medidas, para resolver las causas que están provocando la problemática anteriormente señalada y además un sistema de monitoreo y control que permita mantener las variables del proceso analizado bajo vigilancia.

Capítulo 1: Marco Teórico y Referencial.

1.1 Introducción

En este capítulo se realiza un análisis de la teoría relacionada con el tema objeto de estudio, abarcando desde lo referido al consumo de energía eléctrica y la cogeneración, hasta profundizar en la gestión por proceso.

1.2 Estado actual del consumo de energía eléctrica y cogeneración en el mundo

En general, la creación de energía eléctrica consiste en transformar alguna clase de energía química, mecánica, térmica o luminosa, entre otras, en energía eléctrica. Para la generación industrial se recurre a instalaciones denominadas centrales eléctricas, que ejecutan alguna de las transformaciones citadas.

En la civilización moderna, la disponibilidad de energía esta fuertemente ligada al nivel de bienestar, a la salud y a la duración de vida del ser humano. En realidad vivimos en una sociedad que se podría denominar como "energívora". En esta sociedad, los países más pobres muestran los consumos más bajos de energía, mientras que los países más ricos utilizan grandes cantidades de la misma. Sin embargo este escenario está cambiando de forma drástica, cambio que se acentuará en los próximos años, donde serian precisamente los países en vías de desarrollo quienes experimenten con mayor rapidez un aumento en su consumo de energía debido al incremento que tendrán tanto en sus poblaciones como en sus economías

El consumo de energía en el mundo se incrementará en un 57% entre 2004 y 2030, a pesar de que se espera que el aumento de precios tanto del petróleo como del gas natural siga en aumento. Gran parte de este incremento sería producido por el experimentado en los países con economías emergentes. En cifras, el uso total de energía en el mundo crecerá:

Tabla: 1 Consumo total de energía. Unidades: cuatrillones de unidades térmicas inglesas. (Fuente: Internacional Outlook 2005 / Internacional Energía Outlook 2007).

2004	2010	2015	2020	2025	2030
447	511	559	607	654	702

El mundo moderno no concibe su existencia sin consumir la electricidad que se ha convertido en la fuente energética de una parte muy importante de la actividad socioeconómica. A pesar de la crisis del petróleo en la década del 70, sigue siendo este la principal fuente de producción

de energía eléctrica comercial con 42% del total seguido por el carbón con 31%, el gas natural 23% y la electricidad primaria obtenida de fuentes nucleares, eólicas, hidráulicas, geotérmicas y de biomasa con un 5%.

Durante el Siglo XX el mundo consumió mayor cantidad de energía que en los 3 millones de años que se estima que exista el hombre sobre la faz de la tierra más se corre el riesgo de que las reservas de combustibles fósiles - estimadas en 2 200 billones de toneladas de petróleo equivalente con un consumo aproximado de 7 billones de toneladas anuales - se agoten en menos de 300 años y, de ellos, el petróleo crudo en 100 años. Otros estimados más pesimistas aseguran que el petróleo durará solamente 60 años más si se continúa consumiendo al ritmo actual, el gas natural 80 años y el carbón 220 años.

El problema Energético que tiene que enfrentar la Humanidad en el presente siglo es enorme porque no solo afronta el aumento de las necesidades cada vez más crecientes de la población y su rápida ampliación, en donde la mayoría vive en condiciones precarias de existencia, sino que necesita incrementar considerablemente la producción de energía eléctrica sin provocar daños al medio ambiente a nivel global.

En el mundo se han desarrollado nuevas tecnologías para la producción de energía eléctrica utilizando como combustible la biomasa, este nuevo elemento sustituye en alguna medida aunque todavía no representa altos valores de utilización, si representa un gran potencial para su uso futuro debido a que estos biocombustibles son fuentes renovables y resultan mucho menos agresivos al entorno con el que interactúan.

Dentro de las nuevas tecnologías empleadas para producir energía eléctrica se encuentra la producida con la biomasa procedente de la caña de azúcar, este proceso se llama cogeneración en la industria azucarera, ejemplos de esto lo podemos encontrar en lugares como las Islas Hawai, las Islas Mauricio, Cuba y otros, con resultados satisfactorios, logrando, no solo auto abastecerse de energía eléctrica, sino también entregar el excedente a la red de consumidores públicos, lo que representa ventajas económicas y sociales para estos países, aunque nuestro país todavía no logra alcanzar los niveles de autoabastecimiento eléctrico en este campo, si existe una proyección futura para su desarrollo.

Los sistemas de cogeneración han tenido un gran progreso en virtud de varios problemas enfrentados por las sociedades, entre los cuales están la escasez de combustible, las necesidades de energía para el progreso y el desarrollo sustentable. Es necesario por tanto analizar las posibilidades de mejoras en estos sistemas y sus aplicaciones en el sector industrial.

Los análisis realizados en numerosas empresas a nivel mundial ponen de manifiesto el insuficiente nivel de gestión energética existente en muchas de ellas, así como las posibilidades de reducir los consumos y costos energéticos mediante la creación en las empresas de las capacidades técnicas organizativas para administrar eficientemente la energía.

Hasta el momento, el problema de explotar el recurso eficiencia energética se ha visto de una forma muy limitada, fundamentalmente mediante la realización de diagnósticos energéticos para detectar áreas de oportunidad, y posteriormente definir medidas o proyectos de ahorro o conservación energética. Esta vía, además de obviar parte de las causas que provocan una baja eficiencia energética en las empresas, generalmente tiene reducida efectividad por realizarse muchas veces sin la integralidad, los procedimientos y el equipamiento requerido, por limitaciones financieras para aplicar los proyectos, pero sobre todo, por no contar la empresa con la cultura ni con las capacidades técnico-administrativas necesarias para realizar el seguimiento y control requerido y lograr un adecuado nivel de consolidación de las medidas aplicadas (Gestión y Economía Energética 2006) .

La Industria Azucarera no ha permanecido ajena a los cambios que han caracterizado el entorno económico de esta década como la privatización, la desregulación, el libre comercio, la integración en bloques económicos y la desaparición del campo socialista europeo. Los cambios en el entorno de estos años han repercutido en la cadena del valor azucarero y están exigiendo a los industriales un aumento de las investigaciones y transferencia tecnológica, el uso de la informática, la mecanización, el aumento de las exigencias en cuanto a la organización industrial, el uso eficiente de la energía y la utilización de los residuos de la cosecha, así como la tendencia a la diversificación de la industria ampliando su espectro a la producción de alcoholes, alimentos para el ganado y energía eléctrica por cogeneración. Los cambios del entorno, en resumen, exigen un nuevo modelo de industria de la caña de azúcar que sea autofinanciable, ágil y dinámico frente a las cambiantes características con el objetivo de hacerla primero rentable y luego competitiva.

1.3 Cogeneración en la Industria Azucarera Cubana.

En Cuba, por ser un país eminentemente agrícola y azucarero, la biomasa cañera es la única alternativa con posibilidades reales de lograr incrementos considerables en la generación de energía eléctrica. Esta industria posee la característica de contar en la caña, además de con la materia prima para su proceso productivo, con la fuente energética que puede satisfacer las necesidades de la industria y, además, aportar considerable energía eléctrica a consumidores

externos. Esta posibilidad de hecho no ha sido explotada en la magnitud en que necesita la economía nacional, y que en otros países se aprovecha a un nivel considerablemente mayor.

En la actualidad es necesario lograr que los centrales azucareros cubanos puedan generar sus propias demandas energéticas y aportar excedentes a consumidores externos, es decir al sistema electro energético nacional con la sola utilización de su propio combustible (biomasa cañera), es preciso llevar a cabo una serie de acciones que permitan, a mediano o largo plazos, niveles de generación muy superiores a los actuales. Entre estas acciones debe primar la modernización de los sistemas energéticos, la introducción de ciclos termodinámicos más eficientes, sustitución de equipos de transferencia de calor por otros que garanticen la disminución de los consumos de vapor de escape en el proceso, uso de los residuos cañeros (RAC) como combustible, generar energía eléctrica todo el año, etc.

Es decir, llevar a nuestra primera industria hacia alcanzar eficiencias altas, tanto en la producción de azúcar como de energía eléctrica, o sea, convertirla en una industria sucroenergética.

Para avanzar hacia la aplicación de ciclos termodinámicos más eficientes que los actuales, resulta imprescindible acometer programas inversionistas encaminados a la construcción de instalaciones apropiadas de generación de energía eléctrica en los centrales azucareros o en sus inmediaciones, que permitan el aumento sustancial de los índices de generación, y que aunque inicialmente no sean totalmente competitivos con los sistemas tradicionales al menos sean rentables y que faciliten con su explotación el desarrollo de las tecnologías en el camino hacia la eficiencia económica.

Cuba cuenta con una industria azucarera que produce anualmente más de veinticuatro millones de toneladas de biomasa cañera; de estos, veinte millones son bagazo de caña, los cuales se someten a una baja eficiencia térmica en los generadores de vapor de las fábricas de azúcar (Consideraciones medioambientales de la gasificación de biomasa cañera en un central azucarero).

Los restantes cuatro millones de toneladas son residuos agrícolas cañeros (RAC) que se queman en los campos sin darle una utilización energética adecuada. La conversión energética es hasta ahora bastante inefectiva, ya que los procesos de cogeneración utilizados solo han tenido el objetivo de satisfacer los requerimientos de calor y potencia del propio proceso, aunque es posible obtener excesos de energía para consumidores externos, como ha sido demostrado en varios países.

Actualmente se estudian en nuestro país alternativas termo económicamente más factible para el incremento de la cogeneración de energía eléctrica, a partir de nuevos esquemas energéticos, como son:

- * Elevación de la presión en los generadores de vapor.
- * Uso de turbinas de extracción-condensación.
- * Uso de esquemas de gasificación de biomasa en ciclos BIG/GT.

El sistema de cogeneración Azucarero:

Es la instalación compuesta por una batería de calderas, turbogeneradores de vapor, paneles de fuerza, control, mando, protección y señalización donde se genera la electricidad consumida por los equipos del ingenio y en muchos casos por los consumidores del Sistema Electro energético Nacional (SEN).

Los turbogeneradores de mayor uso en nuestra industria son de contrapresión, los cuales trabajan con una presión de escape según las necesidades del proceso tecnológico.

También se instalan turbogeneradores de extracción - condensación, cuya extracción se utiliza para satisfacer las necesidades de vapor del proceso. Estos turbogeneradores pueden en tiempo inactivo continuar generando electricidad condensando todo el vapor.

La cantidad y potencia de los turbogeneradores está en dependencia en primer lugar, del balance energético del ingenio, el que estará influenciado en gran medida por la capacidad de molienda del ingenio, los parámetros de trabajo del vapor y el grado de electrificación que tenga, especialmente el tandem.

Entre las áreas del central azucarero, ésta es una de las de mayor complejidad e incidencia en el resultado final del trabajo, y junto con la planta de generación de vapor forman el bloque energético de esta industria.

El funcionamiento deficiente de cualquiera de estas áreas repercute negativamente en la actividad de las restantes. Sin electricidad no pueden trabajar ninguna de ellas. Esta dependencia de la planta eléctrica tiene una tendencia creciente, pues cada día se va a una electrificación mayor de los ingenios.

Es oportuno señalar que debido entre otras causas, a la poca disponibilidad de recursos energéticos con que cuenta nuestro país, el Gobierno ha insistido en la necesidad que nuestra Industria pase a ser, además de productora de azúcar, productora de la electricidad que consume, e incluso haga aportes de ésta, al Sistema Electro energético Nacional (SEN), tomando en cuenta que nuestra cogeneración eléctrica es muy eficiente y la hacemos en base al bagazo como combustible, que es una fuente renovable, para cumplir este propósito se ha trazado un programa a mediano y a largo plazo.

Este programa está constituido por cuatro modalidades de proyectos orientados hacia la producción de electricidad para satisfacer la demanda propia de la producción del sector y suministrar al SEN:

- Incremento de la capacidad instalada en los centrales azucareros para la época de zafra y aprovechamiento de las capacidades existentes.
- Incremento de la capacidad instalada con instalaciones adicionales de turbogeneradores condensantes o de extracción-condensación, en centrales
- Centrales eléctricas de Biomasa Cañera anexas a los centrales azucareros operando todo el año (CTB),
- Incremento de la eficiencia energética.

El potencial para la cogeneración de electricidad a partir de bagazo, de paja o de cohoyo en Cuba es muy grande. Actualmente la mayor parte de la cosecha de caña está mecanizada y el 50 por ciento de la paja permanece en el campo. El 50 por ciento restante se separa de la caña limpia en los centros de acopio y de limpieza. La mayoría se quema allá sin uso económico. El potencial total de los residuos agrícolas cañeros (el "RAC") para todo el país es de 35.2 Mton. De esta cifra se extraen 14.5 Mton de residuos que sirven para cobertura de campo. Estas 35.2 Mton presuponen una cantidad de energía primaria casi 2 veces superior al consumo total de petróleo para la generación de electricidad en Cuba en el año 1989. Por lo tanto, si se pudiese encontrar distintas maneras de almacenar los residuos agrícolas durante la no-zafra, la electricidad completa de Cuba podría generarse a partir del bagazo y de los demás residuos de la caña.

como combustible para todo el año.

El Ministerio del azúcar está muy interesado en la combinación del uso de bagazo, paja y leña de plantaciones energéticas como combustibles para la generación de electricidad durante todo el año. El programa energético es uno de los cuatro programas priorizados por el MINAZ. Este tiene como premisa fundamental el autoabastecimiento eléctrico de todo el sector, se orienta

sobre las medidas generales a adoptar en cada esfera para facilitar la obtención de los indicadores de eficiencia y constituye una herramienta de trabajo para todo el organismo. Cada entidad elabora su propio programa a partir de un diagnóstico inicial y como medidas comunes y generales a desarrollar se están controlando por el nivel central a todas las empresas las medidas siguientes:

- 1-Remodelación de generadores de vapor.
- 2-Cambio de generadores eléctricos.
- 3-Remodelación de tandems: disminución de unidades de molienda (eliminación de desmenuzadoras, molinos) y electrificación de molinos.
- 4-Mejoramiento de la instrumentación.
- 5-Diagnostico a generadores de vapor: mantener actualizado el diagnostico integral a los generadores de vapor.
- 6-Mejoramiento del aislamiento termino de tuberías, válvulas, equipos, etc.
- 7-Instalación de variadores de frecuencia.
- 8-Instalación y explotación de sopladores de hollín.
- 9-Mejoramiento y completamiento de los módulos de eficiencia.
- 10-Mejoramiento de las casas de bagazo: techos, pisos, paredes, iluminación, redes contra incendios y mecanización de éstas.
- 11- Presurización de los sistemas de condensados.
- 12-Mejorar los separadores de arrastre.
- 13-Mejorar los esquemas de fabricación de azúcar.
- 14-Montaje y explotación de magnetizadores.
- 15-Montar bancos de capacitores.
- 16-Descarga de todos los productos posibles por gravedad para eliminar bombeos, haciendo movimientos de tanques y equipos.

Como se puede apreciar, estas medidas están dirigidas fundamentalmente a la realización de inversiones, sin tener en cuenta las potencialidades existentes con la operación más eficiente de equipos y sistemas.

1.4 Generalidades sobre la gestión por proceso.

Basado en la situación general crítica que existe actualmente en el mundo, con respecto al consumo de energía y en particular en la industria azucarera, con la posibilidad del aprovechamiento de su materia prima, como combustible renovable, el autor ha querido orientar este marco teórico, hacia el interior del proceso de cogeneración azucarera y los factores que están afectando la eficiencia desde la óptica del mejoramiento en el

aprovechamiento de las potencialidades que tiene esta industria, para la entrega y el autoabastecimiento del recurso energía eléctrica .

En este capítulo pretendo abarcar, mediante un enfoque teórico la evolución de los sistemas socio – técnicos y lo necesario que resulta en la actualidad, lograr enfocar la organización hacia la gestión por procesos, al mejoramiento y a la reingeniería de procesos. Para lograr esto, es necesaria la utilización de técnicas, que dependen del tipo de proceso y de las características particulares de la industria que tomamos como objeto de estudio en este trabajo. La naturaleza humana es tal, que una actitud correcta hacia el trabajo de análisis no se desarrolla naturalmente. En cambio, la gente tiende a presumir de sus conocimientos de una determinada actividad. Cree que ha alcanzado su objetivo y que no necesita esforzarse más. Esta aptitud puede ser aceptable como una forma de asegurarse el sosiego para atender los trabajos cotidianos, pero hace imposible una labor de análisis. Si el analista cree que lo conoce todo sobre un cierto asunto y que no necesita considerar nada más allá, sólo asegura que no realizará ninguna mejora sobre el tema. Para mejorar cualquier proceso u operación, el analista debe enfocarlo con el firme convencimiento de que puede mejorarse.

Como resultado de muchas experiencias en la continua mejora de trabajos, los ingenieros industriales nunca hablan del “ mejor método ideado hasta ahora “. Siguiendo con este razonamiento, podríamos decir: “Cada vez que un hombre utiliza sus manos, hay una permanente oportunidad de mejora de métodos. Esta oportunidad existe hasta que la operación es mecanizada en un grado tal que la atención humana queda totalmente eliminada y los dispositivos mecánicos utilizados son de máxima simplicidad”.

Esta sentencia hace claro y simple que la operación automática es el objetivo final de cualquier programa de mejora de métodos. El mejor método para hacer una operación, desde el punto de vista económico, es alcanzado cuando la atención humana exigida ha sido reducida a cero y todo el complicado equipo de producción ha sido eliminado o simplificado. Hasta que se alcanza este punto, ulteriores mejoras son siempre posibles.

Este principio suministra la base para un enfoque del análisis operacional con vistas a la mejora de métodos y a la automatización. Si el analista valora su lógica, tendrá una mente Abierta. Si lo acepta, no será cegado por obstáculos mentales como el “ no funcionará ” o el “lo intentamos antes y no pudimos”. Fracasos en mejoras o en la automatización de cualquier tarea no han de interpretarse como que significan que la tarea no puede ser mejorada. Tal suceso es sólo una indicación de que el analistas no conoce el desarrollo que mejoraría la tarea o que el equipo disponible es todavía demasiado caro para ser económico. La aceptación del principio de continua oportunidad para la mejora combatirá cualquier tendencia a quedarse satisfecho con las cosas como son, e inspirará ataques renovados desde nuevos ángulos. Conduce al progreso.

Una mente abierta allana el camino para un trabajo analítico feliz, pero no es suficiente por sí sola. Uno puede ser de mente abierta en el sentido pasivo de ser receptivo a las sugerencias, pero este tipo de mentalidad no conducirá a ninguna realización. Para obtener resultados, el analista debe tomar la iniciativa provocando sugerencias.

En un mundo donde se dice que nada es nuevo, la mayor cantidad de originalidad (o de lo que pasa por original) viene de las personas que tienen una postura de mente interrogatoria. El hombre que constantemente pregunta y no hace concesiones, molesta a los miembros complacientes de la organización, pero origina nuevos y mejores caminos para hacer las cosas. El progreso comienza con la duda. La mejora comienza con el análisis de lo que se está haciendo y preguntando entonces qué nuevas técnicas están disponibles para que se pueda hacer mejor.

Una vez que este punto es comprendido, el ingeniero industrial desarrollará conscientemente lo que se conoce como "actitud interrogativa". Esta actitud es un estado de la mente que previene contra cualquier actitud laxa al investigar una tarea. Pregunta y provoca respuestas en base a los hechos. Previene contra la influencia de emociones, gustos, antipatías o prejuicios.

El hombre que tiene éxito en inducir mejoras tiene, solamente, una profunda convicción: que el método puede ser mejorado. No acepta que nada sea correcto sólo porque existe. En su lugar, pregunta y clasifica respuestas. Valora las posibles respuestas a la luz de su conocimiento y experiencia. Lo cuestiona todo. Investiga todas las fases de la tarea en la extensión que el tiempo se lo permite. Pregunta aunque las respuestas puedan parecer obvias, porque las cosas obvias frecuentemente señalan valiosas oportunidades de mejora.

Las preguntas que hace el ingeniero industrial toman la forma general de qué, por qué, cómo, quién, dónde y cuándo. ¿Qué o cuál es la operación? ¿Por qué se realiza? ¿Cómo se está haciendo? ¿Quién la hace? ¿Dónde se hace? ¿Cuándo se hace en relación con otras operaciones? Estas cuestiones, en una forma u otra, serán formuladas acerca de cada factor relacionado con la tarea o clase de trabajo que se esté analizando.

Cuando una tarea es examinada en detalle sistemáticamente y todos los factores relacionados con ella son investigados, las posibilidades de mejora son ciertamente descubiertas. La acción que se ejerza a partir de estas posibilidades dependerá de la posición de la persona que las descubre. Si tiene autoridad para emprender la acción y aprobar los gastos, indudablemente irá adelante y hará la mejora sin esperas. Si no tiene tal autoridad, debe presentar sus ideas en forma de sugerencias a la persona o personas que tienen tal autoridad.

Para el mejoramiento del presente trabajo en la Industria de la Empresa Azucarera Ciudad Caracas, quisimos tener también presente por supuesto la parte del recurso humano, sus opiniones, puntos de vistas, como realizan sus operaciones, sus insatisfacciones, necesidad de equipamiento que ellos entienden son necesarios.

La revisión bibliográfica es el proceso analítico que se sigue para el ordenamiento de las ideas básicas sobre temas específicos y la literatura con fines investigativos, incluyendo todos aquellos aspectos que están relacionados con el tema a tratar y que inciden decisivamente en el ahorro de tiempo y recursos en la investigación, ya que en ella se reflejan las experiencias anteriores tanto positivas como negativas, que permiten una mejor proyección hacia sus objetivos finales.

En el presente capítulo se reflejan los criterios de diferentes autores y se realiza un análisis de la bibliografía nacional e internacional actualizada en el tema objeto de estudio, se valoran todos los aspectos relacionados con el concepto de proceso, la Gestión de Proceso, técnicas y herramientas que fueron utilizadas.

Proceso: Un proceso es una secuencia de actividades que permite obtener un resultado ya sea para el cliente interno o para el cliente final. En la ejecución de un proceso se realizan tanto actividades materiales como informativas y financieras.

Todo proceso debe estar dotado de un conjunto de recursos (entradas) que deben ser transformadas en determinados resultados (salidas), estando los recursos en general asociados a materiales, dinero, mano de obra, información, equipos, energía. Los resultados fundamentales están dados por la obtención de un producto o la prestación de un servicio en determinada cantidad, variedad, plazo

De manera tradicional, las organizaciones se han estructurado sobre la base de áreas funcionales, que de marchar estas de manera aislada dificultan con ello, el cumplimiento de las estrategias y la orientación hacia el cliente. Se va hacia una sociedad donde el conocimiento va a jugar un papel de competitividad de primer orden y es el enfoque de proceso y no el funcional el capaz de responder a las exigencias de hoy en un mundo cada vez más competitivo, donde se requiere con ello constar con la capacidad de adaptación ante los cambios que se suceden.

Objetivo del análisis de proceso (documentos de ingeniería industrial, guía del profesor)

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, racionalizando toda aquella actividad que no agrega valor al cliente final. Con ello se logra un incremento significativo de la competitividad de la organización.

Para comprender la gestión de procesos es necesario conocer que es, un conjunto de actividades empresariales que garantizan la satisfacción de las necesidades de un cliente en términos de tiempo, costo y calidad, ¿por qué la gestión por proceso? Porque las organizaciones son tan eficientes como lo son sus procesos. La mayoría de las empresas y las organizaciones que han tomado conciencia de esto han reaccionado ante la ineficiencia que

representan las Organizaciones departamentales, con su nicho de poder y su inercia excesiva ante los cambios potenciando el concepto del proceso, con un foco común y trabajando con una visión de objetivo en el cliente.

La Gestión de o por proceso es la forma de gestionar toda la organización basándose en los procesos, no existe producto o servicio sin un proceso. Del mismo modo, no existe proceso sin un producto o servicio.

El entorno dinámico en el que se mueve actualmente cualquier organización se encuentra caracterizado fundamentalmente por lo que ha sido llamado: cambio, complejidad, clientes (peticiones de estos, aspecto prioritario a tener en cuenta por la organización), competencia (presión que esta ejerce), costes (impacto de estos e incidencias sobre la salud financiera de la organización) y condicionantes. Todas tienen un gran impacto sobre la capacidad de la organización para cumplir con sus metas y objetivos declarados.

Una organización cualquiera puede ser considerada como un sistema de procesos más o menos relacionados entre sí en los que buena parte de las entradas (Inputs) serán generadas por proveedores internos y cuyos resultados irán frecuentemente dirigidos hacia clientes también internos.

Se habla realmente de proceso si cumple las siguientes condiciones:

- Se pueden describir las ENTRADAS y las SALIDAS.
- El Proceso cruza uno o varios límites organizativos funcionales.
- Una de las características significativas de los procesos es que son capaces de cruzar verticalmente y horizontalmente la organización.
- Se requiere hablar de metas y fines en vez de acciones y medios. Un proceso responde a la pregunta "QUE", no al "COMO".
- El proceso tiene que ser fácilmente comprendido por cualquier persona de la organización.
- El nombre asignado a cada proceso debe ser sugerente de los conceptos y actividades incluidos en el mismo.
- Todos los procesos tienen que tener un Responsable designado que asegure su cumplimiento y eficacia continuados.
- Todos los procesos tienen que ser capaces de satisfacer el ciclo Gerencial de Deming PHVA.
- Todos los procesos tienen que tener indicadores que permitan visualizar de forma gráfica la evolución de los mismos. Tienen que ser planificados en la fase P, tienen que asegurarse su cumplimiento en la fase D, tienen que servir para realizar el seguimiento en la fase C y tiene que utilizarse en la fase A para ajustar y/o establecer objetivos.

Están presentes en la gestión de procesos, otras características que le confieren una personalidad bien diferenciada de otras estrategias y que suponen, en algunos casos, puntos de vista radicalmente novedosos en relación con los tradicionales.

Objetivos fundamentales de la gestión de o por Proceso:

- Incrementar la eficacia.
- Reducir costos.
- Mejorar la calidad del proceso y con ello la calidad de sus salidas.
- Acortar los tiempos y reducir, así, los plazos de producción y entrega del ser.

Barreras que se oponen al éxito de la Gestión

Las personas idóneas para asumir determinada función dentro del programa, se excusan por estar sobrecargadas.

Los jefes de áreas no ofrecen tiempo a sus subordinados para esta tarea.

El líder del programa no tiene tiempo, no logra apoyo o tiene otras prioridades.

La dirección no reconoce el esfuerzo del equipo de trabajo y no ofrece refuerzos positivos.

La dirección no es paciente y juzga el trabajo solo por los resultados inmediatos.

No se logra conformar un equipo con buen balance interdisciplinario o interdepartamental.

Falta de comunicación con los niveles de toma de decisiones.

La dirección ignora las recomendaciones derivadas del programa.

El equipo de trabajo se aparta de la metodología disciplina y enfoque sistemático.

Errores que se cometen en la Gestión

Se atacan los efectos y no las causas de los problemas.

- Los esfuerzos son aislados, no hay mejora integral en todo el sistema.
- No se atacan los puntos vitales.
- No se detectan y cuantifican adecuadamente los potenciales de ahorro.
- Se consideran las soluciones como definitivas.

1.4.1 Clasificación de los Procesos.

Harrington [1993] clasifica los procesos en dos formas:

- Proceso de producción

➤ Proceso de la empresa

En el primero él incluye todos los procesos que entren en contacto físico con el producto que se entregará al cliente externo, sin incluir los procesos de embarque y distribución. Y en el segundo aborda todos los procesos de servicio y los que respaldan a los de producción, es decir, un conjunto de tareas lógicamente relacionadas que emplean los recursos de la organización para dar resultados definitivos en apoyo de los objetivos de la compañía.

Los procesos de la empresa según Manganeli [1994] se componen de tres tipos principales de actividades:

- Las que agregan valor (actividades importantes para los clientes).
- Actividades de traspaso (las que mueven el flujo de trabajo a través de fronteras que son principalmente funcionales, departamentales u organizacionales).
- Actividades de control (las que se crean en su mayor parte para controlar los traspasos a través de las fronteras mencionadas).

Existen diferentes TIPOS DE PROCOSOS a identificar dentro de sus organizaciones. Una posible clasificación de los mismos es la que les detallamos a continuación:

Procesos estratégicos: tienen como fin el desarrollo de la misión y visión del servicio. Establece, revisan y actualizan la política y estrategia.

Procesos operativos o clave: son los que están orientados al cliente y los que involucran un alto porcentaje de los recursos de la organización. Son la razón de ser del Servicio y definen su actividad: diseño de nuevos tratamientos, la prestación de los propios tratamientos médicos, altas y bajas, etc.

Procesos de soporte: Dan apoyo a los procesos clave. Son los relacionados con RR.HH., sistemas de información, financieros, limpieza, mantenimiento etc.

Dentro de todos ellos, periódicamente se establecen los denominados Procesos Críticos que son los que suponen un alto riesgo técnico o tecnológico, o los que pueden presentar de forma continua o esporádica, situaciones o riesgos de operar “fuera de control” o presentar resultados que no cumplen con los requerimientos del cliente. Varían en el tiempo y requieren un seguimiento exhaustivo.

Para visualizar la interrelación entre los procesos se construyen los mapas de procesos.

El problema que les puede plantear la Gestión por Procesos es la propia identificación de los procesos. Ante esto, ¿qué criterios pueden seguir para identificar los procesos adecuadamente? Los criterios que nosotros les proponemos para asignar prioridades a efectos de selección son:

- Escuchar la voz del cliente.
- Factores críticos de éxito.

- Razones de competencia.
- Cambios en el entorno que afectan al proceso.
- Benchmarking.
- Evaluación negativa del proceso.
- Nuevas tecnologías.
- Innovación.
- Impacto en las personas.

Los procesos se pueden dividir en varios subprocesos según sea el caso. Al igual que un proceso, un subproceso tiene varios insumos y rendimientos, la única diferencia es que los rendimientos de este son los insumos del siguiente. Es posible dividir aún más un subproceso en actividades y estas a su vez en una serie de pasos.

Para gestionar y mejorar un proceso es necesario en primer lugar describirlo adecuadamente.

Los elementos que van a describir adecuadamente el proceso son:

- Salida: Resultado del proceso
- Destinatario: Persona o conjunto de personas que reciben y valoran la salida del proceso
- Los intervinientes: Personas o grupos de personas que desarrollan la secuencia de actividades del proceso
- Secuencia de actividades: Es la descripción de las acciones que tienen que realizar los intervinientes.
- Recursos: Elementos materiales o de información que el proceso consume o necesita para poder generar la salida
- Indicadores: Son mediciones del funcionamiento de un proceso. Pueden ser de dos tipos:
 - De eficacia: Miden lo bien o mal que la salida cumple con las expectativas de los clientes.
 - De eficiencia. Miden el consumo de los recursos.

Estos indicadores se pueden aplicar al funcionamiento global del proceso o a una parte

1.4.2 Algunos términos relacionados con la Gestión de Proceso.

Proceso clave: Son aquellos procesos que inciden de manera significativa en los objetivos estratégicos, volcados directamente al alcance de la misión de la empresa y son críticos para el éxito del negocio.

Sistema: Estructura organizativa, procedimientos, procesos y recursos necesarios para implantar una gestión determinada, como por ejemplo la gestión de la calidad. Normalmente están basados en una norma de reconocimiento internacional que tiene como finalidad servir de herramienta de gestión en el aseguramiento de los procesos.

Procedimiento: forma específica de llevar a cabo una actividad. En muchos casos los procedimientos se expresan en documentos que contienen el objeto y el campo de aplicación de una actividad; qué debe hacerse y quien debe hacerlo; cuando, dónde y cómo se debe llevar a cabo; qué materiales, equipos y documentos deben utilizarse; y cómo debe controlarse y registrarse.

Indicador: es un dato o conjunto de datos que ayudan a medir objetivamente la evolución de un proceso o de una actividad.

Los macro procesos: son todas las actividades que abarcan operaciones ejecutadas por más de un departamento o área funcional dentro de la organización. Estos también son llamados procesos ínter funcionales.

Los micro procesos: son todas las actividades de exclusiva competencia de un determinado departamento ejecutadas apenas dentro de una única unidad organizacional-funcional. Estos también son llamados procesos funcionales.

Los clientes: son personas, instituciones u órganos que determinan la calidad de un proceso que pretenden servirlo determinando las medidas en que este con su salida a logrado satisfacer sus necesidades y expectativas.

Los proveedores: son personas, instituciones u órganos que proveen, observando las exigencias del cliente, información, equipamiento, materiales, etc.

El ejecutor: es cualquier persona, institución, departamento o grupo que realiza determinada actividad en función de producir un producto o servicio.

El diagnóstico: de los procesos de producción puede hacerse atendiendo a diversos criterios. Lo primero sería buscar la existencia en la empresa de algún diagnóstico previamente realizado.

1.4.3 Otras características de la Gestión de Proceso.

Identificación y documentación: Lo habitual en las organizaciones es que los procesos no estén identificados y, por consiguiente, no se documenten ni se delimiten. Los procesos fluyen a través de distintos departamentos y puestos de la organización funcional, que no suele percibirlos en su totalidad y como conjuntos diferenciados y en muchos casos interrelacionados.

Definición de objetivos: La descripción y definición operativa de los objetivos es una actividad propia de la Gestión. La característica del enfoque que nos ocupa es definir explícitamente esos objetivos en términos del cliente. Esto permitirá orientar los procesos hacia la satisfacción de necesidades y expectativas.

Especificación de responsables de los procesos: Al estar por lo común distribuidas las actividades de un proceso entre diferentes áreas funcionales, lo habitual es que nadie se responsabilice del mismo, ni de sus resultados finales.

La gestión de proceso introduce la figura esencial de propietario del proceso. El dueño del proceso es una persona que participa en sus actividades. Será esta persona la responsable última, teniendo control sobre el mismo desde el principio hasta el final.

Generalmente este papel es asignado a un mando o directivo.

Reducción de etapas y tiempos: Generalmente existe una sustancial diferencia entre los tiempos de proceso y ciclo. La gestión de procesos incide en los tiempos de ciclo, y en la reducción de las etapas, de manera que el tiempo total del proceso disminuya.

Simplificación: Intenta reducir el número de personas y departamentos implicados en un ejercicio de simplificación característico de esta estrategia de gestión.

Reducción y eliminación de actividades sin valor añadido: Es frecuente encontrar que buena parte de las actividades de un proceso no aportan nada al resultado final. Puede tratarse de actividades de control duplicadas o, simplemente, que se llevan a cabo porque surgieron, por alguna razón más o menos operativa en principio, pero que no han justificado su presencia en la actualidad. La gestión de proceso cuestiona estas actividades dejando perdurar las estrictamente necesarias.

1.5 Nociones sobre procedimientos.

Un procedimiento es un documento que describe clara e inconfundiblemente los pasos consecutivos para iniciar, desarrollar y concluir una actividad u operación relacionada con el proceso productivo o de suministro de servicios, los elementos técnicos a emplear, las condiciones requeridas, los alcances y limitaciones fijadas, el número y característica del personal que interviene, etc. Debe incluir, ineludiblemente, datos precisos sobre las personas que se responsabilizan de los resultados a obtener y su posible delegación. La índole de un proceso puede requerir la intervención de elementos variados cuya operatividad requiera, a su vez, de indicaciones para su utilización. Se trata de las instrucciones, las cuales aunque sean semejantes en la forma a los procedimientos, se diferencian de éstos en su fondo; mientras aquellos indican también responsabilidades; las instrucciones son interpersonales y se limitan a indicar la forma de operar, utilizar o realizar algo.

Para la construcción de procedimientos se debe tener en cuenta las relaciones jerárquicas y de colaboración dentro de la estructura organizativa empresarial, por ello no ha de sorprender a nadie que se apueste decididamente por la participación, en su elaboración de todos los que directamente o indirectamente tengan algo que ganar con disponer de procedimientos para obtener una mejora en un proceso determinado. Al decir todos, se refiere a la cadena proveedor-cliente interna, pero contando con sus dos extremos externos: proveedores iniciales y clientes finales. No se debe renunciar al aporte de ninguna idea, opinión o sugerencia, que pudiese favorecer la obtención de un instrumento más eficiente y que sea, fundamentalmente, asumido como propio por un número amplio de personas que estarán más predispuestas a su aplicación.

No se puede olvidar que el sentido de propiedad, tiene mucho que ver con la sensación de paternidad que proporciona al ser humano la reflexión, y posterior puesta en práctica de sus ideas. Por otra parte, la oportunidad de elaborar procedimientos permite educar en la sistematización, el análisis de las relaciones entre funciones, procesos, actividades y personas, y la verificación previa en una visualización (a modo de maqueta de la actividad descrita) que facilita evitar errores.

El primer paso será entonces saber, para cada actividad contemplada, qué se quiere o qué se espera obtener de ella. El segundo paso requiere el conocimiento o información acerca de cómo se realiza y, naturalmente, con que medios. El paso final implica definir cómo se verifica lo obtenido. Si estos tres pasos se efectúan para alcanzar los pequeños objetivos que integran

los más grandes y ambiciosos, la participación amplia traerá aparejada una positiva movilización de los aspectos más positiva del grupo humano que participa.

Las características del procedimiento han de posibilitar su disponibilidad y consulta fácil y directa. Esto nos conduce a considerar que aunque en principio casi cualquier soporte es apto para contenerlo, son los materiales impresos, antes que cualquiera de los recursos magnéticos o informáticos, los que en la mayoría de los casos le sirvan de vehículos. A este respecto es necesario tener en cuenta:

- Dónde se utilizará.
- Cuántas personas lo manipularán.
- Durante cuanto tiempo.

Contar con un entorno que rodeará al documento significa valorar su posible exposición a la acción de entes agresivos naturales (sol, humedad, viento, etc.) y artificiales (cualquier tipo de emanaciones, abrasivos, líquidos, etc.), provenientes generalmente estos últimos del proceso productivo. El número de personas incide porque multiplica la acción de la manipulación humana y también la del medio, ya descrita.

1.5.1 Técnicas y herramientas útiles para la aplicación de los procedimientos.

Diagrama de Pareto. También llamado Ley del 20 - 80 o Sistema ABC.

Fue creado por el economista italiano Wilfredo Pareto (1848-1923) quien realizó un estudio sobre la distribución de la riqueza, en el cual descubrió que la minoría de la población poseía la mayor parte de la riqueza y la mayoría de la población poseía la menor parte de la riqueza. Con esto estableció la llamada "Ley de Pareto" según la cual la desigualdad económica es inevitable en las sociedades capitalistas.

Pero no fue hasta unos 30 años más tarde que el norteamericano Ford Dickie de la General Eléctrica Corporación popularizó su uso. El Dr. Joseph Juran aplicó este concepto a la calidad

Se fundamenta en el principio siguiente:

En cualquier sistema una pequeña cantidad de elementos contendrá la mayor fracción de causas, problemas. O lo que es lo mismo, hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves, (pocos vitales, muchos triviales). Ya que por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos.

Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema.

En realidad esta gráfica es muy útil al permitir identificar visualmente en una sola revisión tales minorías de características vitales a las que es importante prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción correctiva sin malgastar esfuerzos ó sea concentrarlos en los fundamentales.

Conclusiones parciales

- Se realizó una panorámica sobre la situación mundial y la utilización de la cogeneración energía eléctrica, el consumo, y las variantes actuales para sustituir los combustibles fósiles, aplicando la variante de la biomasa como energía.
- Fue descrita la situación actual de Cuba con respecto a el tema cogeneración y las variantes de estrategias, que se plantea la industria azucarera, para la utilización de la biomasa cañera como combustible.
- La bibliografía consultada sobre la gestión de los procesos permitió llegar a conclusiones precisas sobre el mejoramiento de la situación en esta empresa.

Capítulo 2: Caracterización y Diagnóstico en la Industria de la Empresa Ciudad Caracas.

2.1 Introducción

Para comenzar este capítulo, el autor quisiera hacer una breve caracterización de esta empresa, con el objetivo de mostrar el objeto social y algunas de sus características fundamentales antes de entrar a su análisis. Además de realizar un diagnóstico específico por las áreas de la industria, se determinan los puntos críticos que afectan al proceso de cogeneración de electricidad.

2.2 Caracterización de la Empresa Ciudad Caracas.

La Empresa Azucarera Ciudad Caracas, esta situada en el batey de la carretera que conduce al municipio Santa Isabel de Las Lajas, perteneciente a la provincia de Cienfuegos. Su industria cuenta con una capacidad de molienda de 350000 arrobas diarias, dentro de la misma tenemos como áreas fundamentales, el basculador, molinos, generación de vapor, planta eléctrica, fabricación de azúcar y otras que conforman el proceso de este ingenio, que tiene la posibilidad de generar otras producciones secundarias derivadas, que le reportan grandes ingresos, por ejemplo: miel, bagazo a granel, bagazo desmedulado empacado, cachaza y generación de energía eléctrica, muy importante para el ahorro de combustible fósil en nuestro país. También está compuesta por una extensa área cañera integrada por diez unidades productoras y una C. P.A que son las encargadas de cultivar y suministrar todo el volumen de caña necesario para garantizar la zafra sin afectaciones en la cantidad ni en la calidad del producto final.

Misión:

Producir Azúcares de alta calidad, alimentos con competitividad y sostenibilidad que satisfaga las necesidades del cliente y la elevación del nivel de vida de los trabajadores.

Visión:

La producción de azúcar, mieles, derivados, energía y alimentos a pesar de haber disminuido su peso relativo en la economía cubana continua siendo importante para el desarrollo económico social del país y la satisfacción de la demanda interna de todas estas producciones que también generan empleo para nuestros trabajadores.

Las producciones tradicionales de nuestra empresa mantienen su importancia como garantía para la conexión de créditos y financiamientos.

Las producciones agropecuarias en los suelos liberados de caña sumados a los que desde antes se utilizaban con otro fin alcanzan volúmenes superiores y contribuyen junto con las que realiza el MINAGRI , a satisfacer la demanda interna de alimentos alcanzando niveles de eficiencia superiores .

A partir de un uso adecuado de la ciencia y la técnica habremos aprendido a convivir y producir con eficiencia, a pesar de los diferentes fenómenos climáticos que nos afectan todos los años como sequías, huracanes, etc., cuyas consecuencias son imprevisibles.

La empresa ha incrementado los niveles de producción de caña, producciones no cañeras, así como la productividad del trabajo ejecutado eficientemente en las actividades de reparación y mantenimiento de todos los elementos de la misma lo que permite trabajar con eficiencia.

La eficiente gestión de los recursos humanos y un adecuado sistema de retribución y estimulación del trabajo favorece la motivación, participación y responsabilidad de los trabajadores en el proceso productivo.

El desarrollo del capital humano como consecuencia del programa de superación que tiene lugar alcanza niveles superiores en todos los ámbitos de la organización.

Proveedor:

Al área de Generación de Vapor le llega el suministro de combustible por parte de los molinos que aportan todo el bagazo de la molida.

Cliente:

Todos las Áreas y procesos que intervienen en la producción de esta empresa, que consumen vapor y energía eléctrica.

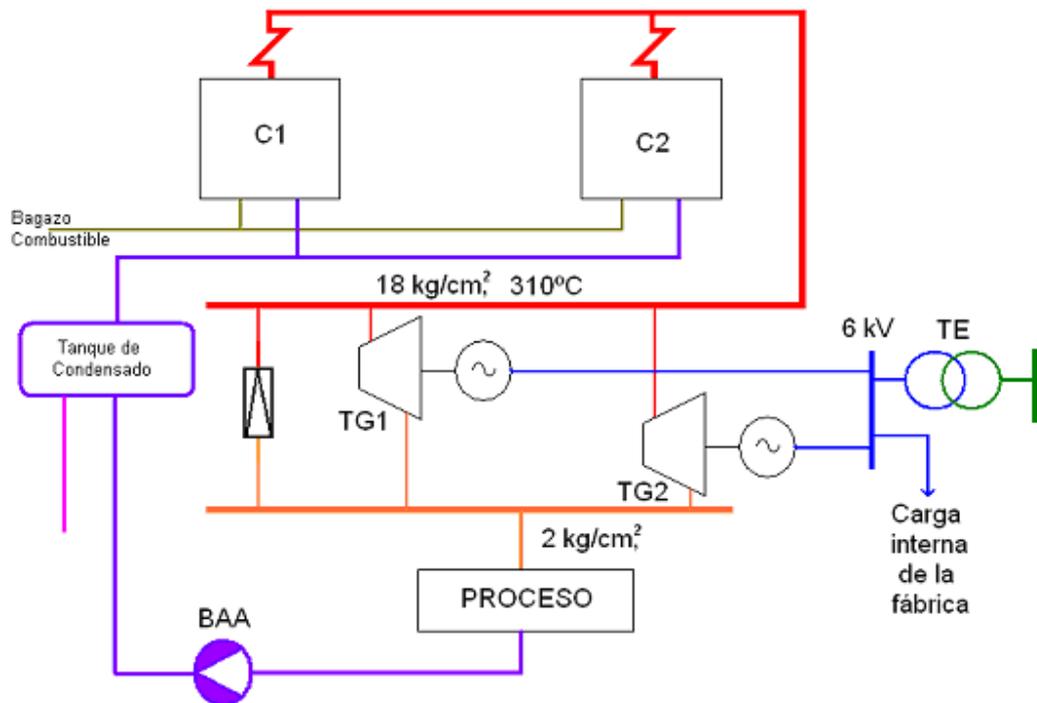
Cantera:

Azúcar crudo, blanco directo, miel, bagazo desmedulado, bagazo a granel, cachaza y energía eléctrica.

2.3 Diagnóstico General Actual del proceso

Antes de pasar al interior del capítulo, el autor considera necesario mostrar el esquema térmico simplificado del proceso de cogeneración de esta empresa.

Fig. 2.1 Esquema Energético Empresa Ciudad Caracas (fuente elaboración propia).



Los generadores de vapor, representados como C1 y C2 son del tipo Retal de 45 t/h y Típica de 60 t/h respectivamente, se encuentran dentro de los equipos de mayor eficiencia (76 %) que se instalan en el sector. Se caracterizan por presentar equipos recuperadores del calor (economizadores y calentadores de aire), sistema de tiro balanceado, hornos de parrilla basculante que queman en suspensión y sobrecalentamiento del vapor hasta los 310 °C.

Después de ofrecer esta reseña y algunos datos importantes, pasaremos a analizar la situación que presenta esta empresa, comenzaremos con el diagrama del proceso productivo **Anexo 1**, para brindar una mayor comprensión de los elementos que componen este sistema.

- Basculador:

Es el encargado de transportar la materia prima (caña) en sus conductores o esteras, desde que es descargada por los carros de ferrocarril o automotores hasta los diferentes equipos de preparación como son los niveladores y juegos de cuchillas que se encargan de dar un nivel de descompactación de las fibras de la caña para extraer la mayor cantidad de jugo posible.

- Molinos:

En esta área se encuentran las unidades de extracción del guarapo contenido en la caña, formada por cinco molinos de tres mazas cada uno de ellos, además de las esteras conductoras encargadas de transportar el colchón de bagazo de caña de uno hacia el otro,

también hallamos las bombas que son las encargadas de enviar el flujo de guarapo hacia el área de calentadores y cuádruple efecto perteneciente al departamento de Fabricación de azúcar.

Siguiendo el flujo del proceso podemos decir que desde esta Área parte la materia prima (bagazo) hacia el departamento de generación de vapor.

- Generación de Vapor:

Esta área es determinante en cualquier proceso en donde la energía del vapor resulte el motor para la correcta operación o sea que deben bien analizados tanto su proveedor interno de materia prima (molinos), como sus clientes del sistema que analizamos (planta eléctrica, fabricación de azúcar).

La misma esta formada por dos generadores de vapor de 45 t/h y 60 t/h, cuatro conductores de bagazo encargados de distribuir y alimentar el combustible a cada uno de los hornos, tres bombas de alimentar agua a las calderas, una planta de tratamiento químico de agua, bombas y sistemas auxiliares.

Es necesario resaltar la importancia que representa esta área, el manejo y la correcta operación son determinantes para la estabilidad del proceso en general por lo que la disciplina tecnológica del recurso humano capacitado es fundamental.

- Planta Eléctrica:

Representa el consumidor primario de vapor directo de la fábrica o sea las 105 toneladas de vapor directo por hora generadas en las calderas pasan a través de los dos turbogeneradores de cuatro megawatts cada uno, con esta producción de energía se abastece la demanda del proceso, evitando así el consumo de la red nacional y además se aporta corriente al mismo.

En esta área también tenemos bombas de aceite de cada turbo, excitatrices, sistemas de control automático de admisión y escape de vapor, válvulas de vapor directo y de escape, transformadores, sistema de tuberías que conducen vapor a diferentes presiones y un enfriadero para el aceite de los turbos.

- Fabricación de azúcar:

En este departamento como su nombre lo indica se realiza el proceso de obtención del azúcar de caña, utilizando el vapor de escape a la salida de los turbogeneradores para evaporar en diferentes equipos de transferencia de calor el agua contenida en el guarapo que es extraído en los molinos, el mismo está formado por diferentes áreas de trabajo como son evaporación, purificación, cristalización, centrifugación y manipulación y envase.

Se hace necesario resaltar el alto consumo energético que tiene lugar en esta parte de la fábrica para la elaboración del producto final.

- Almacén de Azúcar

Es el lugar destinado para el almacenamiento del Azúcar elaborado en el proceso de producción, en este lugar deben existir las condiciones necesarias para evitar la humedad, polvo, pérdidas y deterioro en general de la materia prima obtenida.

También en este existen las condiciones para la estiba de la producción en camiones y en tolvas hacia su lugar de destino.

Una vez definidas y descritas las diferentes áreas que componen el proceso de producción de esta empresa, se hace necesario la evaluación y el análisis en cada una de ellas, de las incidencias y los factores que intervienen en que el mal uso o el no aprovechamiento correcto y eficiente de la energía del vapor, ocasione pérdidas que sumadas en su totalidad provoquen la situación que hace objeto de estudio este trabajo.

2.4 Diagnóstico por áreas, para la utilización del vapor y las condiciones que provocan ineficiencia en el proceso de cogeneración:

A continuación, pasamos a examinar la situación existente, apoyándonos en una herramienta ó modelo muy importante para el planteamiento de un problema en una empresa, esta es un diagrama causa - efecto, el mismo tiene la ventaja de mencionar todas las causas (primarias y secundarias), y al considerar la relación entre la causa y el efecto, se hace muy completo.

Para la construcción de este diagrama, también se utilizó la Tormenta de ideas, la misma es una herramienta de trabajo grupal que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado. La también llamada, lluvias de ideas es una técnica de grupo, para generar ideas originales en un ambiente relajado.

Esta herramienta fue creada en el año 1941, por Alex Osborne, cuando su búsqueda de ideas creativas resultó en un proceso interactivo de grupo no estructurado que generaba más y mejores ideas que las que los individuos podían producir trabajando de forma independiente; dando oportunidad de sugerir sobre un determinado asunto y aprovechando la capacidad creativa de los participantes.

Se utiliza cuando exista la necesidad de:

- Liberar la creatividad de los equipos
- Generar un número extenso de ideas

- Involucrar oportunidades para mejora

Posibilidades de aplicación:

- Plantear y resolver los problemas existentes
- Plantear posibles causas Plantear soluciones alternativas
- Desarrollar la creatividad.
- Discutir conceptos nuevos

En el caso del análisis en esta empresa, la tormenta de ideas sobre este tema en específico que se trata, se produjo convocando para la misma al consejo técnico asesor, el mismo esta compuesto por personal calificado, de alto nivel en conocimientos, experiencia y disciplina. En la ejecución de esta se utilizó el método de rueda libre, tiende el mismo a ser, creativo, muy espontáneo, fácil para contribuir a las ideas de otros integrantes.

Consejo técnico Asesor de la Empresa Ciudad Caracas:

Integrantes: Director General.

Director de producción.

Director de Mantenimiento.

Director de Fábrica.

Director de negocios.

Técnico Especialista en Tratamiento de Aguas y Residuales.

J de Área de Generación de vapor.

J de Dpto. de fabricación

J de Recursos Humanos.

J de Planta Eléctrica.

J de Molinos.

Técnicos en maquinaria y mantenimiento.

Técnico en Calderas.

Obreros con experiencia y calificación.

En este caso los integrantes de esta técnica pudieron ofrecer sus opiniones, sobre cada uno de los factores por áreas que provocan ineficiencia en el proceso de cogeneración de energía de esta empresa.

Después de realizado este análisis se procede a la construcción de un diagrama causa efecto en el cual se pueden plasmar gráficamente cada uno de los inconvenientes que Generan la problemática de que es objeto este trabajo.

J de Molinos.

Técnicos en maquinaria y mantenimiento.

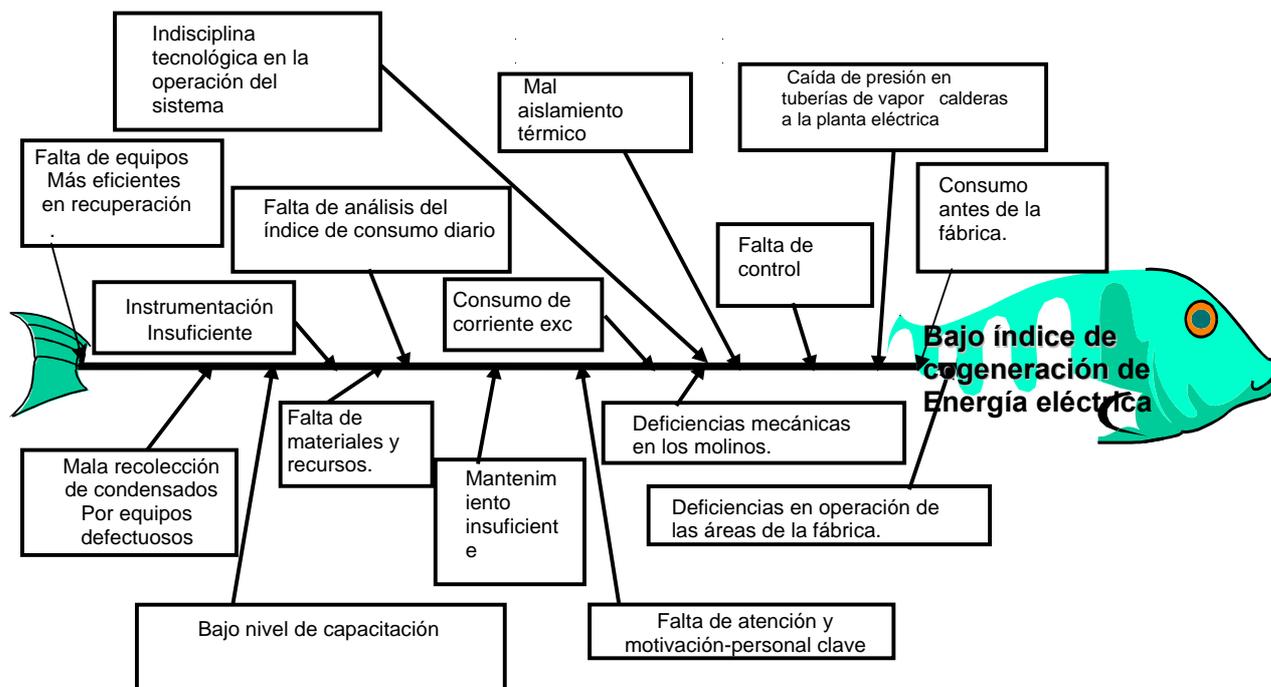
Técnico en Calderas.

Obreros con experiencia y calificación.

En este caso los integrantes de esta técnica pudieron ofrecer sus opiniones, sobre cada uno de los factores por áreas que provocan ineficiencia en el proceso de cogeneración de energía de esta empresa.

Después de realizado este análisis se procede a la construcción de un diagrama causa efecto en el cual se pueden plasmar gráficamente cada uno de los inconvenientes que Generan la problemática de que es objeto este trabajo.

Fig. 1 Diagrama Causa – Efecto, en la Empresa Ciudad Caracas, para el Proceso de Cogeneración de Energía Eléctrica [Fuente: Elaboración propia].



Basculador:

En esta área no está presente el vapor para su operación, por lo tanto no es objeto de análisis para este trabajo.

Molinos:

Al igual que la anterior, en estos no se utiliza vapor para su funcionamiento, solamente pequeñas cantidades para la limpieza que no representan un consumo significativo, sin

embargo si puede haber influencia directa en la producción de vapor, pues de ellos parte el combustible (bagazo) para la combustión en los hornos de los generadores.

Factores que inciden en la eficiencia para la generación de vapor:

- Humedad del bagazo (combustible) por encima de 50%.
- Altura incorrecta del colchón de bagazo.
- Vacíos en las esteras alimentadoras de caña.
- Deficiencias mecánicas en los molinos.
- Falta de coordinación en la molienda.
- Exceso de agua en baldeos de las bandejas inferiores, que disminuyen el brix del jugo excesivamente.

Como se puede apreciar existen elementos tanto de mantenimiento como de operatividad del hombre que determinan en que el consumidor de este combustible se vea afectado por cualquiera de estos motivos.

A partir de esta área analizada se divide el proceso de producción de la industria de esta empresa, esto se puede apreciar en el diagrama de flujo anterior, una rama marcha hacia el departamento de fabricación y la otra hacia el departamento de generación de vapor.

A continuación realizaremos un diagnóstico al departamento de fabricación de azúcar, el mismo está dividido en un conjunto de áreas, siendo estas grandes consumidoras de vapor de escape y en alguna medida aunque pequeña, todavía se consume vapor directo en limpiezas de tachos.

Área de purificación:

La función principal de los procesos de purificación es la de eliminar impurezas y otros no azúcares presentes en el guarapo, al menor costo y con el mínimo de pérdidas en azúcar.

Esta puede afectar la eficiencia energética de la fábrica, si no es aprovechada correctamente la temperatura del vapor de escape y también si los elementos como tuberías y accesorios que conducen tanto el vapor como el guarapo, no se encuentran insulados como deben estar para cada uno de los diámetros, con el objetivo de evitar pérdidas de calor al ambiente.

Factores que inciden en la eficiencia para la generación de vapor:

- Suciedad interna de los equipos de transferencia de calor.
- Falta de insulación en tuberías, tanques y accesorios del sistema.
- Consumo de corriente adicional en motores.
 - Malas operaciones.

Área de Evaporación:

La estación evaporadora es la responsable de concentrar el jugo y convertirlo en meladura por la acción del vapor bajo el principio del múltiple efecto, descubierto por el Norteamericano Robert Riellux y se define como el centro de balance energético de los ingenios pues ella recibe vapores de escape de alta presión y entrega vapores vegetales a calentadores y tachos; por ello su operación, limpieza y mantenimiento están estrechamente vinculadas a la eficiencia energética del ingenio.

En esta operación del proceso se lleva a cabo la evaporación del 73 al 75 % del agua presente en evaporadores a simple y múltiple efecto. Lográndose con este proceso concentrar el jugo desde 15.5 hasta 65 °Brix.

Se consideran equipos a simple efecto a los vapor cell y pre evaporadores; como múltiple efecto a los dobles, triples, cuádruples y quíntuples efectos. La forma diseño y arreglos de los esquemas de evaporación, aunque dependen de la capacidad del ingenio, presiones de operación y diseño de los equipos, responden siempre al principio de obtener la mayor evaporación posible con la menor cantidad de equipos; buscando además el más bajo consumo de vapor para mantener la meladura en el rango de 60 a 65 °Brix.

De la correcta operación de la estación de evaporación dependerá el que el ingenio pueda asumir la molida horaria, pues los tachos no podrán procesar la meladura floja correspondiente a ella; también determinará la máxima recolección de los condensados con la mayor temperatura posible para la reposición necesaria del agua de alimentar calderas y para usos tecnológicos.

Esta representa una gran consumidora de vapor de escape, siendo de gran utilidad para la fábrica porque su manejo correcto puede influir en la eficiencia del esquema energético.

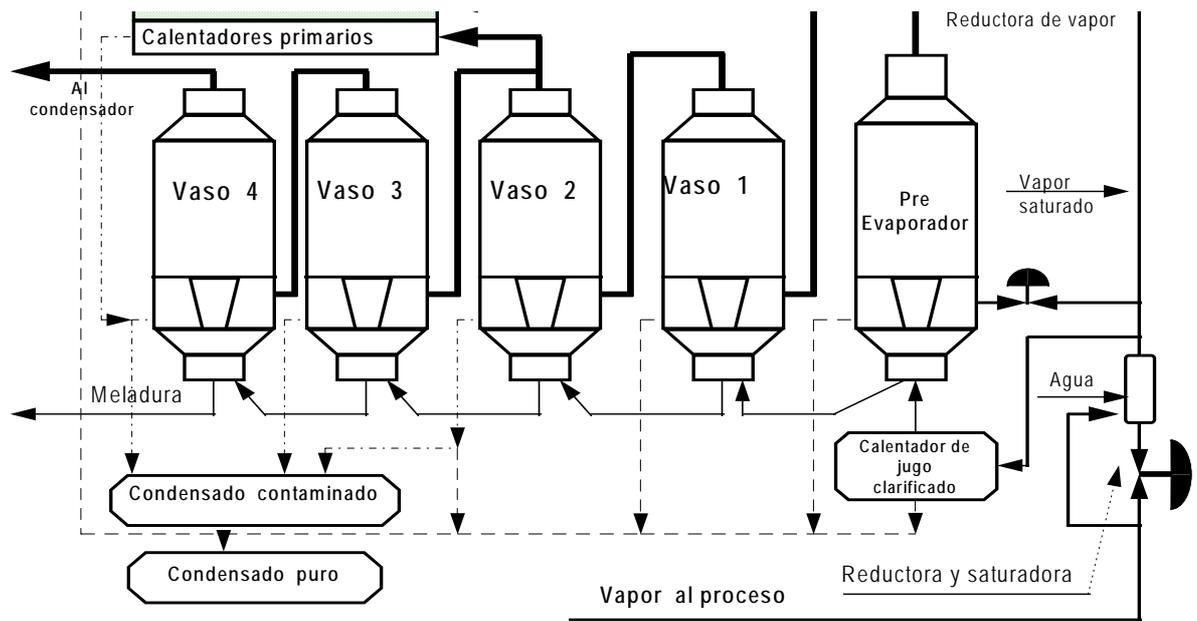


fig. 2: Esquema de Evaporación (Fuente: Elaboración propia)

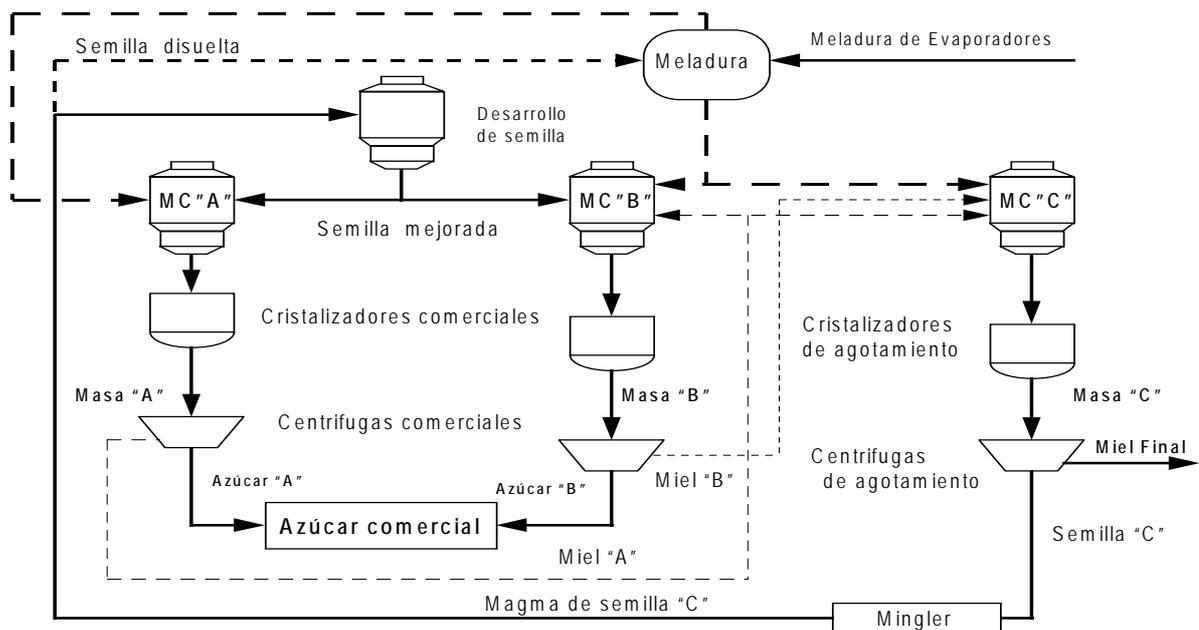
Factores que inciden en la eficiencia para la generación de vapor:

- Altos niveles de guarapo en los equipos de transferencia de calor que provocan arrastres de azúcar en su interior y contaminan las aguas de condensados para calderas.
- Deficiente aislamiento térmico en tuberías, válvulas y equipos de transferencia de calor provocando pérdida de energía al medio.
- Suciedad e incrustaciones de azúcar en la superficie de transferencia de calor del cuádruple efecto.
- Mal aprovechamiento de los periodos de mantenimiento programados.
- Motores eléctricos funcionando innecesariamente en ocasiones.
- Indisciplina laboral en el proceso.

Área de cristalización y centrifugación:

En los tachos y equipos auxiliares se continúa la evaporación, ahora más lenta hasta obtener el grano de azúcar cristalizado. A partir de aquí el proceso deja de ser continuo pues la cristalización y el crecimiento de los granos de azúcar en los tachos es hasta hoy en la mayoría de los ingenios un proceso por lotes.

Fig. 3: Esquema de tachos y centrifugas (Fuente: Elaboración propia)



Centrifugación

Es la última operación básica de ingeniería del proceso de producción de azúcar crudo, en los casos en que se comercializa sin secarse. El área recibe la masa cocida de los tachos, la acondiciona en los mezcladores para posteriormente someterla a un proceso de centrifugación para separar los granos de azúcar producidos de su licor madre, podemos decir que en esta zona no tenemos ningún consumo de vapor.

De ahí es que la adecuada explotación de las centrifugas define la calidad del azúcar y el agotamiento de las mieles, como aspectos básicos, pero también influye determinadamente en la molienda horaria y en el equilibrio de purificación, evaporación y tachos afectando la estabilidad del proceso de la fábrica.

Factores que inciden en la eficiencia para la generación de vapor:

- Deficiente aislamiento térmico en tuberías, válvulas y equipos de transferencia de calor provocando pérdida de energía al medio.
- Suciedad e incrustaciones de azúcar en la superficie de transferencia de calor de los tachos
- Mal aprovechamiento de los periodos de mantenimiento programados.
- Malas operaciones, provocando gastos adicionales en el consumo de vapor.

Área de Almacén de Azúcar (envase y manipulación)

Es la última etapa del proceso de producción, en la que se recibe todo el producto terminado y apto para la comercialización, aspecto que define todo el proceso anterior por cuanto si estos productos no tienen las condiciones adecuadas para su conservación dentro de los límites de la

norma para la que se produjeron se afecta su valor comercial y sería la causa del encarecimiento de los costos de producción.

En esta se consume una pequeña cantidad de vapor directo en el secado del azúcar.

Factores que inciden en la eficiencia para la generación de vapor:

- Deficiente aislamiento térmico en tuberías, válvulas y equipos de transferencia de calor (secador de azúcar). provocando pérdida de energía al medio.
- Utilización incorrecta de la aplicación de vapor.

Para proseguir el diagnóstico por las áreas de esta fábrica, el autor ha querido dejar para un análisis más profundo al departamento de generación de vapor y planta eléctrica debido a la incidencia directa de los equipos, tuberías y accesorios de estas dos en la eficiencia del proceso de cogeneración de energía eléctrica de esta empresa.

Área Generación de Vapor

En los Centrales Azucareros la energía principal que se utiliza en el proceso proviene del vapor generado en las calderas por lo que las mismas se convierten en el elemento fundamental de la fábrica determinando su correcto funcionamiento la estabilidad de la misma.

La esencia en el funcionamiento de un generador de vapor o caldera consiste en disponer la superficie total de absorción de calor de una manera tal, que se extraiga el calor máximo obtenible del combustible y de los productos de la combustión. Al mismo tiempo aparece el problema económico de obtener la máxima eficiencia al coste mínimo posible. Para una economía máxima cada parte componente y cada proceso debe estar en correcta proporción en relación con los demás elementos y procesos.

Esta área está formada por:

- Caldera de vapor
- Hornos
- Conductores alimentadores de bagazo
- Bombas de agua de alimentación
- Bombas auxiliares
- Planta de tratamiento de agua
- Sistema de recolección de agua de condensados
- Sistema de tuberías de vapor directo.
- Tanque de almacenamiento de agua.

- Ventiladores de tiro inducido, forzado y secundario.
- Sistema de control por autómatas para la operación de la caldera.
- Casa de bagazo

Las calderas utilizadas son del tipo Retal de 45 t/h y Típica de 60 t/h, se encuentran dentro de los equipos eficientes (76 %) que se instalan. Se caracterizan por presentar equipos como economizadores y calentadores de aire, sistema de tiro balanceado, hornos de parrilla basculante que queman en suspensión y sobrecalentamiento del vapor hasta los 310 °C.

2.5 Puntos críticos en el proceso de generación de vapor.

Entre los componentes elementales de esta área y que el autor considera necesario su estudio, está el **sistema de condensados**, el mismo resulta de gran importancia, pues su operación correcta aporta el agua de alimentación para el proceso de generación de vapor, esta agua debe venir con la mayor temperatura y cantidad posible, determinando en gran medida la eficiencia con la que trabajará el ciclo y su respuesta ante la demanda de vapor de sus consumidores primarios (turbo generadores) para la producción de energía eléctrica.

Otro de los elementos que resulta necesario para la valoración de esta parte del proceso es el **sistema de tuberías de vapor directo**, el mismo es el encargado de hacer llegar el vapor vivo desde las calderas hasta la planta eléctrica, esta compuesto por colectores, tuberías de diferentes diámetros, válvulas, codos y accesorios.

El **aislamiento térmico** es un factor que afecta de forma general a toda la industria, pero en específico en esta se siente un mayor peso, pues se considera el centro de energía de toda la fábrica.

También resulta de interés y necesario tomar en consideración la parte del **recurso humano** en la manipulación correcta de todas las partes y equipos que componen el sistema analizado pues las operaciones incorrectas repercuten directamente en la eficiencia del proceso.

Análisis del sistema de Condensados:

Para que un sistema de producción de vapor sea lo más eficaz posible y pueda aprovechar todas las ventajas del ciclo, es necesario un sistema de recuperación condensado que sea eficiente, donde todos los retornos se recolecten y se destinen de acuerdo a su calidad y características para los diferentes usos industriales.

El agua de condensados puede ser un agua químicamente pura, pero en ocasiones su recolección no se atiende como se debe y tampoco evitamos su contaminación y los arrastres con métodos eficientes desde el punto de vista tecnológico, por lo que es necesario utilizar agua de fuentes externas, que no presenta la misma calidad desde el punto de vista químico y

su temperatura es muy baja con respecto a la de los retornos afectando en gran medida al proceso.

En este análisis se calculan los **flujos de condensados por equipos tecnológicos**, se realiza un balance de las **necesidades de agua para diferentes usos en el proceso** de producción y se evalúan las **capacidades de almacenamiento** existentes de agua pura de alimentación de calderas y de aguas contaminadas con trazas de azúcar.

Al sistema de condensados llegan todas las aguas del proceso azucarero que son recuperadas después de cambiar de la fase de vapor a líquido, los equipos que aportan estas son los que integran las áreas de evaporación – cocción.

El **calentamiento del jugo** se realiza en tres etapas, las dos primeras utilizan el vapor procedente de las extracciones de los Pre – evaporadores y la última etapa de rectificación se realiza con vapor de escape proveniente de los turbogeneradores, el resto de los calentadores se mantienen en reserva o de limpieza.

Cada calentador posee 43 tubos por cada pase, con tubos de 32 x 1.5 x 4950 mm de cobre, para una superficie calorica de 128m², la extracción del condensado se realiza por medio de sifas telescópicas que envían esta agua a los tanques de agua de uso tecnológicos.

La parte del sistema de condensado del área de **evaporación** esta formada por dos Pre – evaporadores y un cuádruple efecto, los Pre-evaporadores uno tiene una superficie calórica de 836.1 m² y el otro 1394 m², los mismos utilizan para calentar al jugo, el vapor de escape procedente de los turbogeneradores y la evaporación es enviada a la línea de escape de baja que alimenta a la primera y segunda etapa de calentamiento, al primer vaso del cuádruple efecto y a los tachos, el jugo es alimentado en serie, primero por el Pre – evaporador de 1394m² y después pasa por el de 836.1 m². La extracción de condensados es realizada por medio de columnas hidrodinámicas, en este aspecto encontramos una situación que afecta la recolección de condensados, este problema se encuentra en la columna hidrodinámica del Pre – evaporador de 836.1m² pues la misma se encuentra a muy baja altura para la presión de vapor a la que trabaja y se lleva el sello provocando perdidas en este sistema.

El cuádruple efecto no tiene extracción de vapor y posee una superficie calórica total de 3530 m², distribuidos de la siguiente forma los vasos 1 y 2 poseen cada uno 1006m² y los dos últimos 759 m² cada uno, , el primer vaso es alimentado con la evaporación de los Pre – evaporadores. La extracción de los condensados se realiza mediante sifas, el condensado del vaso I es dirigida al tanque de traspaso de alimentar calderas y los de los vasos 2, 3,4 es enviado al calentador líquido – líquido y después a los tanques de uso tecnológico.

El área de **cocción** esta compuesta por 6 tachos utilizando vapor de la evaporación de los Pre – evaporadores y sus condensados tienen la posibilidad de ser enviados al tanque de uso

tecnológico o al de traspaso de agua de alimentar calderas de acuerdo a su calidad y/o necesidad para un uso u otro.

Balance de Condensados.

Para conocer el flujo de condensados de cada equipo, el autor se auxilió en el programa de simulación de sistemas termoenergéticos azucareros (TERMOAZÚCAR). Además de un estudio realizado en esta empresa por INGEMAT Villa Clara.

Los datos obtenidos fueron proporcionados por especialistas y técnicos de las diferentes áreas de la industria, para una molida de 350000 arrobas / día o sea 4025 t/día se tomó un flujo de jugo mezclado y claro igual a 167,7t/h (100 % de la molida), con un brix de14,7 y 86% de pureza para el jugo mezclado y 15,1 brix y 86 % de pureza para el jugo claro. La presión en la calandria de los Pre – evaporadores de 18 libras y 125 grados centígrados y en el cuerpo del equipo 12 psig (26.7psia).

A continuación se ofrecen los cálculos para las diferentes áreas que intervienen en el sistema de condensado:

Tabla 2.1: Área de Calentamiento (Fuente: Elaboración propia)

Parámetros	U.M	Primera Etapa	Segunda Etapa	Tercera Etapa
Temperatura de Entrada	oC	45	77	94
Temperatura de Salida	oC	77	94	105
Velocidad de Salida	m/s	1,37	1,37	1,37
Coeficiente transferencia de calor	Btu/h	146,1	137,1	115,5
	Kcal/h	713,7	669,4	564,3
Efectividad		0,439	0,41	0,36
Consumo de Vapor	t/h	9,4	5,04	3,3

Tabla 2.2: Pre – Evaporadores (Resultados) (Fuente: Elaboración propia)

Parámetros	U.M	Pre 1	Pre 2
Brix de Entrada	Brix	15,1	19
Brix de Salida	Brix	19	23
Jugo de Entrada	t/h	167,7	133,2
Jugo de Salida	t/h	133,2	110,1
Coeficiente transferencia de Calor.	Btu/h	534,03	526,1
	Kcl/h	1448,5	1427,1

	- m2		
Tasa de Evaporación	Lb/h -ft2	5,14	5,76
Evaporación	t/h	34,4	23,1
Consumo de Vapor	t/h	43,3	24,9

Tabla 2.3: Cuadruple Efecto (Resultados) (Fuente: Elaboración propia)

Parámetros	U/M	Vaso 1	Vaso 2	Vaso 3	Vaso 4
Presión en calandria	psia	26,7	20,5	14,3	8,1
Temp. Vapor Entrada	oC	117,7	109,7	99,3	84,1
Presión Cuerpo	psia	20,5	14,3	8,1	1,93
Temp. en el Cuerpo	oC	109,7	99,3	84,1	51,4
Brix de Entrada	Brix	23	27	32,9	42,9
Brix de Salida	Brix	27	32,9	42,9	64
Jugo Entrada	t/h	110,1	93,7	76,7	58,9
Jugo Salida	t/h	93,7	76,7	58,9	39,5
Coeficiente Transferencia de Calor.	Btu/h-ft2	227,6	186,9	182,2	89,7
	Kcal/h-m2	617,5	506,9	494,3	243,3
Tasa Evaporación	lb/h- ft2	3,38	3,5	4,8	5,3
Evaporación	t/h	16,3	16,9	17,7	19,38
Consumo de Vapor	t/h	15,9	16,3	16,9	17,7

En cuanto al área de tachos o cocción, el autor consideró que para este análisis es posible asumir todos los equipos del área como un tacho equivalente, sin entrar en los detalles de cantidades de masas y detalles del tipo de templa de azúcar, para este el consumo de vapor puede ser considerado entre un 14 o 16 % de vapor en caña, en este caso considerando un 16% el consumo en esta área será de 26,8 t/h de vapor.

Es necesario aclarar que los resultados muestran un valor fijo pero en realidad el trabajo de estos equipos es discontinuo dentro del proceso por lo que tiene gran repercusión en el balance energético de la industria.

Resumen del Balance de Condensados

Tabla 2.4: Resumen del Balance de Condensados.

Equipo	Flujo de Condensado	Temp.	Presión		Entalpía	
	t/h	oC	psia	Kg/cm2	Btu/lb	Kcal/kg
Calentador 1	9,4	117,7	26,7	1,87	212,5	118,06
Calentador 2	5,4	117,7	26,7	1,87	212,5	118,06
Calentador 3	3,3	124,1	32,7	2,29	242,2	124,56
Pre-evaporadores	68,2	124,1	32,7	2,29	242,2	124,56
Vaso 1	15,9	117,1	26,7	1,87	212,5	118,06
Vaso 2	16,3	109,7	20,5	1,44	197,9	109,96
Vaso 3	16,9	99,3	14,3	1,005	179,2	99,54
Vaso 4	17,7	84,1	8,1	0,56	151,8	84,36
Tachos	26,8	117,1	26,7	1,87	212,5	118,06
Total	179,54					

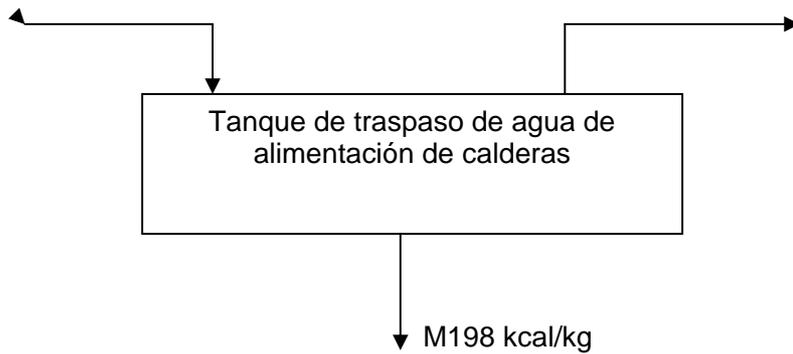
Como se puede apreciar tenemos el total de condensados disponibles 179,54 t/h, de estos se consideran aptos para la alimentación de calderas, los condensados provenientes de los Pre – evaporadores y el primer vaso del cuádruple efecto que suman 84,1 t/h de agua con una temperatura de 122,7 oC y se destina para usos tecnológicos 95,44 t/h.

Para la cantidad exacta de agua para la alimentación de calderas procedemos a calcular la cantidad que se pierde por concepto del flasheo que se produce en el tanque de traspaso donde se almacena esta agua, antes de ser bombeada hacia las calderas.

Fig. 5: Balance de Masa.

84,1 t/h 124,7 Kcal/kg

M2 639,17kcal/kg



Balance de masa: $M1 + M2 = 84,1$ — $M1 = 84,1 - M2$

Balance de Energía: $M1 * 98 + M2 * 639,17 = 84,1 * 124,7$

Sustituyendo: $(84,1 - M2) * 98 + M2 * 639,17 = 10487,27$

$8241,8 - 98 * M2 + 639,17 * M2 = 10487,27$

$541,17 * M2 = 2245,47$

$M2 = 4,14 \text{ t/h}$

$M1 = 79,96 \text{ t/h}$

Entonces tenemos que el agua para alimentar calderas solamente utilizando los retornos de los dos Pre – evaporadores y el primer vaso del cuádruple efecto es de 79,96 t/h.

Esta agua utilizada para el proceso es muy importante porque presenta alta temperatura y buena calidad química para la generación de vapor y energía eléctrica. En general es eficiencia para el buen desarrollo del sistema industrial.

A continuación y como resultado también del balance de condensados se muestran algunos datos interesantes del sistema analizado.

- Consumo de vapor de escape del proceso: 71,5 toneladas de vapor/ hora (43% v/caña).
- Con 3% de pérdidas por fugas en equipos, tuberías y válvulas es necesario generar 2,14 t/h para suplir las mismas, entonces la cantidad de vapor total a generar es de 73,6 t/h de vapor.
- La necesidad de agua de alimentación de calderas debe ser de un 5% por encima de su producción para compensar las pérdidas por extracciones (3,68t/h) entonces se tiene una demanda de agua de 77,28 t/h.
- La cantidad de agua disponible para alimentar calderas con pre evaporadores y primer vaso es de 79,96 t/h, existe entonces un sobrante de 2,68 t/h considerando 20 horas de molido al día, por lo tanto la cantidad sobrante diaria será de 53,6 t/día
- En las paradas se consume el 50% del vapor que se genera cuando se muele, por lo tanto el agua sobrante solo alcanzará para alimentar las calderas durante 1,45 horas de paradas.

En la situación actual, en los ingenios azucareros se calcula el factor de molienda para un porcentaje de acuerdo al balance de las capacidades entre la agricultura y la industria, esto quiere decir que se planifican las horas de molienda aproximadas y en el caso de esta empresa, el tiempo de paradas se mantienen generando vapor y energía eléctrica debido al potencial de generación que presenta en la planta eléctrica de 8 MW/h.

Por lo anteriormente planteado es necesario entonces el aumento del volumen sobrante de agua de condensados, para poder asumir la generación eléctrica tanto en tiempo de molienda como en paradas por falta de caña, por roturas e interrupciones operativas.

Otro de los resultados encontrados en el estudio del sistema de condensados de esta empresa, es la capacidad de almacenaje para los diferentes tipos de aguas, debido a la importancia para su uso posterior en el proceso, sin tener que recurrir a la incorporación de aguas de fuentes externas con baja temperatura provocando ineficiencia en los procesos.

De lo anterior tenemos:

Para la industria de esta empresa según (Índice de Capacidades para Ingenios de Crudo de Cuba).

Para este ingenio de 4025 t/ día:

Tabla 2.5: Capacidad de almacenamiento de agua para diferentes usos

Nombre	Existente M3	Necesario M3	Diferencia M3
Capac. de almacenaje de agua alimentar calderas.	23,5	26,5	2,9
Capac. Almacenaje A. Alimentar Calderas (reserva)	500	662	162
Capac. de almacenaje de A. de uso tecnológico	48,2	95,4	47,1

Como se puede apreciar la capacidad de almacenaje de ambas aguas es inferior al recomendado y por tanto en ocasiones son enviadas a zanjas grandes cantidades de agua y utilizar de fuentes externas para la reposición.

Análisis del Sistema de Tuberías de Vapor Directo

Para proseguir con los puntos considerados como críticos en esta parte del proceso pasaremos ahora al Sistema de Tuberías de Vapor Directo, las mismas conducen la producción de vapor de la batería de calderas, hasta los turbo generadores de la planta eléctrica.

Los antecedentes que se presentan en este caso, vienen dados por la gran diferencia o (caída) de presión de vapor que existe desde las calderas hasta los turbogeneradores, es decir se han tomado mediciones en sus manómetros y los valores de la diferencia llegan a alcanzar los 5 Kg /cm².

Haciendo un analisis detallado de esta situación trataremos de determinar las posibles causas de esta caída de presión de vapor.

Para la realización del estudio fue necesario auxiliarse de los técnicos del área y además por INGEMAT Villa Clara, para algunos datos específicos y métodos de cálculos, pasamos a desarrollar esta parte del trabajo.

Para este caso en específico se asume que las calderas generarán a su máxima capacidad (100% de razón de evaporación).

También se toma para nuestro caso, tratándose de vapor sobrecalentado, una velocidad del vapor de hasta 45m/s.

Datos del sistema

Tabla 2.6: Generadores de vapor I

Unidad de generación	t/h
Caldera 1	45
Caldera 2	60

Tabla 2.7: Consumidores de Vapor II

Unidad de consumo	t/h
Turbogenerador 1	50
Turbogenerador 2	50

Tabla2. 8: Colectores de vapor III

Unidad	t/h
Colector 1	45
Colector 2	105
Colector 3	60

Tabla 2.9: Ramas de tuberías I

Tuberías de alimentación				
Unidad	Diámetro Nominal	Desde	Hasta	Long. Mts.
	D(pulg)			
Rama 1	12	Caldera 1	Colector 1	20
Rama 2	10	Caldera 2	Colector 2	24,1

Tabla 2.10: Ramas de tuberías II

Tuberías de alimentación				
Unidad	Diámetro Nominal	Desde	Hasta	Long. Mts.
	D(pulg)			
Rama 1	8	Colector 2	Turbo 1	15,5
Rama 2	8	Colector 3	Turbo 2	15,5

C Tabla2.11: Cantidad de colectores III

Colectores				
Unidad	Diámetro Nominal	Desde	Hasta	Long. Mts.
	D(pulg)			
Colector 1	14	Caldera 1	Caldera 2	43,5
Colector 2 2	14	Caldera 2	Turbo 1	46,6
Colector 3	14	Turbo 1	Turbo 2	7,95

El sistema debe trabajar con vapor sobrecalentado a 18kg/cm² manométricos y 360 grados centígrados, pero los parámetros de vapor que se obtienen la mayor parte del tiempo varían desde 18 hasta 16 kg/cm² en el cabezal general de calderas y las temperaturas varían hasta valores por debajo de los 350 grados en las entradas de los turbogeneradores.

A continuación se muestra en forma de tabla, el resultado de las mediciones y cálculos realizados para las diferentes presiones y temperaturas utilizadas en cada uno de los tramos en los que ha sido dividido el sistema de tuberías de vapor directo analizado.

Tabla2.12: Valores de presión y temperatura por tramos de tubería.

Desde	Hasta	ΔP (variación de la presión de vapor)					
		18kg/cm ² ,360oC		18kg/cm ² ,340oC		16kg/cm ² ,340oC	
		Kg/cm ²	lb./pulg ²	Kg/cm ²	lb./pulg ²	Kg/cm ²	lb./pulg ²
Caldera 1	Colector 1	0,335	4,763	0,322	4,584	0,362	5,145
Caldera 2	Colector 2	0,900	12,801	0,839	11,935	0,942	13,396
Colector 2		0,310	4,409	0,298	4,243	0,335	4,763
Colect.2(final)	Turbo 1	1,293	18,398	1,245	17,706	1,397	19,874
Colect.3(final)	Turbo 2	1,293	18,398	1,245	17,706	1,397	19,874

Debemos agregar la caída de presión que provoca el separador de arrastres que se encuentra instalado en la tubería de vapor directo (aproximadamente 10lbs/pulg²).

Tabla2.13: Valores de presión y temperatura por tramos de tubería + separador de arrastre

Desde	Hasta	ΔP (variación de la presión de vapor)					
		18kg/cm ² ,360oC		18kg/cm ² ,340oC		16kg/cm ² ,340oC	
		Kg/cm ²	Kg/cm ² total	Kg/cm ²	Kg/cm ² total	Kg/cm ²	Kg/cm ² total
Caldera 1	Colector 1	0,335		0,322		0,362	

Caldera 2	Colector 2	0,900		0,839		0,942	
Colector 2		1,013	3,207	1,001	3,085	1,038	3,377
Colect.2(final)	Turbo 1	1,293		1,245		1,397	
Colect.3(final)	Turbo 2	1,293		1,245		1,397	

En las anteriores tablas se puede apreciar los valores de caídas de presión tan altos que existen hasta los turbogeneradores y como estas se incrementan con la disminución y el deterioro de los parámetros del vapor generado:

De lo anterior podemos concluir que:

1. En la medida que se reduce la presión y la temperatura del vapor, aumentan las caídas de presión en las tuberías.
2. Existe una restricción en los diámetros de algunas secciones de tuberías que provocan una excesiva caída de presión, afectando directamente la capacidad de generación de electricidad.
3. Las mayores caídas de presión están en:
 - Los ramales de tuberías de alimentación a los Turbogeneradores que salen del cabezal general de vapor directo.
 - En el colector desde el punto donde se incorpora el vapor de la caldera 2 hasta la entrada al turbo 1.
 - En el ramal desde la válvula de salida de la caldera 2 hasta el colector general.
 - El diámetro nominal existente, en la tubería de salida de vapor de la caldera de 60 t/h es de 10 pulgadas o 250 mm y por cálculos para la máxima producción de vapor, esta debe ser de más de 10 o sea 12 pulgadas o 305mm.
 - El diámetro existente del colector general de vapor para las dos calderas es de 14 pulgadas o 356mm y por cálculos debe instalarse una tubería que tenga más de 15 pulgadas o sea 16 pulgadas o 406 mm
 - En este sistema también existen un grupo de restricciones que hacen aumentar las pérdidas de presión, las mismas son codos, válvulas y cambios de sección que se tomaron en cuenta para determinar las pérdidas de forma general.

Otro punto que se debe analizar en esta área de trabajo, es el **aislamiento térmico** de las tuberías y equipos que por ser el centro de producción de toda la energía calorífica de la industria, es donde se registran los mayores valores de presión y temperatura, por lo tanto si no

existe un buen trabajo de amiantado, las pérdidas por radiación y conducción al ambiente serán mayores.

El aislamiento térmico trata de reducir las elevadas pérdidas de calor en equipos, depósitos y tuberías que se producen a través de los componentes metálicos con altos niveles de conductividad térmica, la reducción del flujo de calor aportada por el aislamiento, supone en primer lugar un ahorro importante en el costo energético y posibilita el desarrollo eficiente del proceso industrial, además con la reducción de las fugas térmicas se obtiene un mejor control de la temperatura ambiente que supone un riesgo de quemaduras para las personas que se encuentran laborando en el proceso de producción.

En general la fábrica presenta grandes problemas con el aislamiento térmico en equipos y tuberías, pero nos concentraremos en esta área de trabajo como un ejemplo:

- La tubería de salida de vapor directo de la Caldera 2 de 60 t/h no presenta casi aislamiento térmico.
- Los colectores de vapor directo y de escape, desde esta área hasta planta eléctrica y fabricación respectivamente presentan deficiente aislamiento térmico.
- El separador de arrastre de la línea de vapor directo presenta problemas con el aislamiento térmico.
- También el colector general de vapor directo presenta niveles bajos de aislamiento.
- Los colectores de aguas de condensados, tanto puros como contaminados presentan un aislamiento térmico en pésimo estado.
- El aislamiento en el sistema de precalentamiento del agua de reposición para alimentar calderas presenta serios problemas.

En cuanto al punto del recurso humano, este está presente en la mayoría de los puestos de la Fábrica pues se presenta inestabilidad con el personal de operación de todas las áreas, debido a esta situación, en ocasiones algunas interrupciones operativas

Se producen por la inexperiencia del personal entrante, porque no se ha preparado lo suficiente para obtener los conocimientos en la operación correcta sin que afecte la estabilidad del proceso, algunos de estos puestos son claves en la eficiencia de la industria pero el déficit de mano de obra, no permite un plan de capacitación estable y se hace necesario capacitar al personal en el mismo proceso de producción.

Área Planta Eléctrica

Antes de comenzar con esta, debe mostrarse una secuencia de datos estadísticos recopilados de varias zafas con el objetivo de comparar el funcionamiento en los períodos 2005/2006 y 2006/2007 con 2007/2008.

Para esto se utilizaran los parámetros del índice de Generación y el índice de Entrega de estas zafas.

Tabla 2.14: Comportamiento por años /zafa del Índice de generación y Entrega

Decenas de Zafa	Índice de Generación de Energía Eléctrica			Índice de Entrega de Energía Eléctrica		
	Años 2005	2006	2007	2005	2006	2007
1	40,60	42,38	35,81	9,54	10,69	12,32
2	40,89	42,81	41,25	9,12	10,26	8,45
3	44,51	40,52	39,10	12,89	8,93	9,90
4	44,72	42,41	40,29	12,77	11,48	9,40
5	43,32	42,32	33,57	12,56	11,90	10,39
6	43,72	43,94	36,97	12,41	12,65	10,31
7	44,70	46,56	36,96	13,45	14,04	10,70
8	45,81	45,78	44,30	14,21	13,27	11,08
9	46,28	45,51	35,07	14,17	13,13	9,96
10	44,99	45,19	37,92	11,81	12,67	5,94
11	43,42	43,38	38,11	13,79	11,16	6,25
Resumen promedio	43,90	43,7	37,2	12,42	11,8	9,51

En esta tabla se puede comprobar la caída que se viene produciendo en estos indicadores de la producción en la planta Eléctrica de esta empresa azucarera, haciéndose más críticos en la zafa 2007/2008.

La planta eléctrica, es donde tiene lugar la producción secuencial de energía eléctrica y térmica necesaria para el proceso de producción, el equipo motriz de los generadores lo

constituyen turbinas de contrapresión (dos unidades) cuyas características técnicas fundamentales se muestran a continuación:

Tabla 2.15: Datos técnicos fundamentales de las turbinas R-4-20/2TK.

Tipo	Potencia nominal en los bornes del Generador (Kw).	Frecuencia de rotación (rpm)	Parámetros nominales del vapor directo		Consumo de vapor con potencia y parámetros del vapor nominales (Tn/h)	Consumo específico de vapor en este caso (Kg/Kwh.)	Contrapresión nominal (kg/cm ² abs)
			Presión (kg/cm ² abs)	Temp. ratura (°C)			
R-4-20/2TK	4000	3600	18	310	42.5	10.62	2

El vapor de escape a la salida de las turbinas es utilizado como fuente de energía térmica en el proceso de producción y esta demanda es quien define la producción de vapor en las calderas y por ende, la generación de electricidad. La energía eléctrica producida es utilizada para satisfacer la demanda interna de la fábrica y los excedentes son exportados al SEN a través del transformador de enlace.

Como podemos apreciar, en las características técnicas de estos equipos se muestran los valores de los parámetros de operación para presión, temperatura y contrapresión nominales. Pasaremos ahora a analizar los parámetros de operación(contrapresión, presión y temperatura) que intervienen directamente en el proceso de cogeneración y determinar cuales de estos están afectando la eficiencia de este, para ello se utilizaron datos estadísticos obtenidos del proceso durante la zafra 2007/2008, los mismos fueron introducidos en un programa de análisis estadístico obteniéndose estos resultados:

Contrapresión:

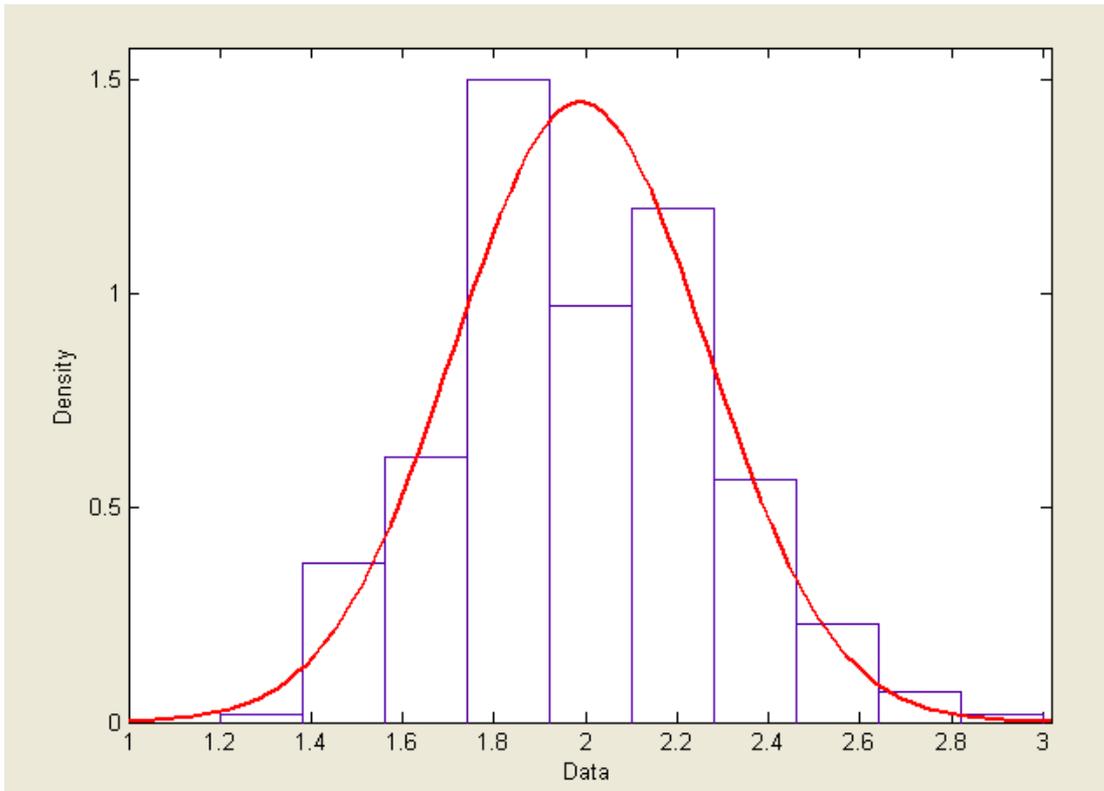
Distribución: normal

Media: 1,98889

La varianza: 0,07602

El parámetro estimado de error estándar: 1,98889

Fig. 6 Contrapresión



Para una mejor comprensión de este análisis, podemos decir que la **contrapresión** nominal según los datos técnicos de estos turbogeneradores puede llegar hasta los 2kg/cm² y en los datos obtenidos y la gráfica se puede apreciar que los valores tuvieron una media de 1,98889 kg/cm² por lo que la contrapresión no representó un problema para el proceso de cogeneración de esta empresa.

Temperatura del vapor directo en los turbos:

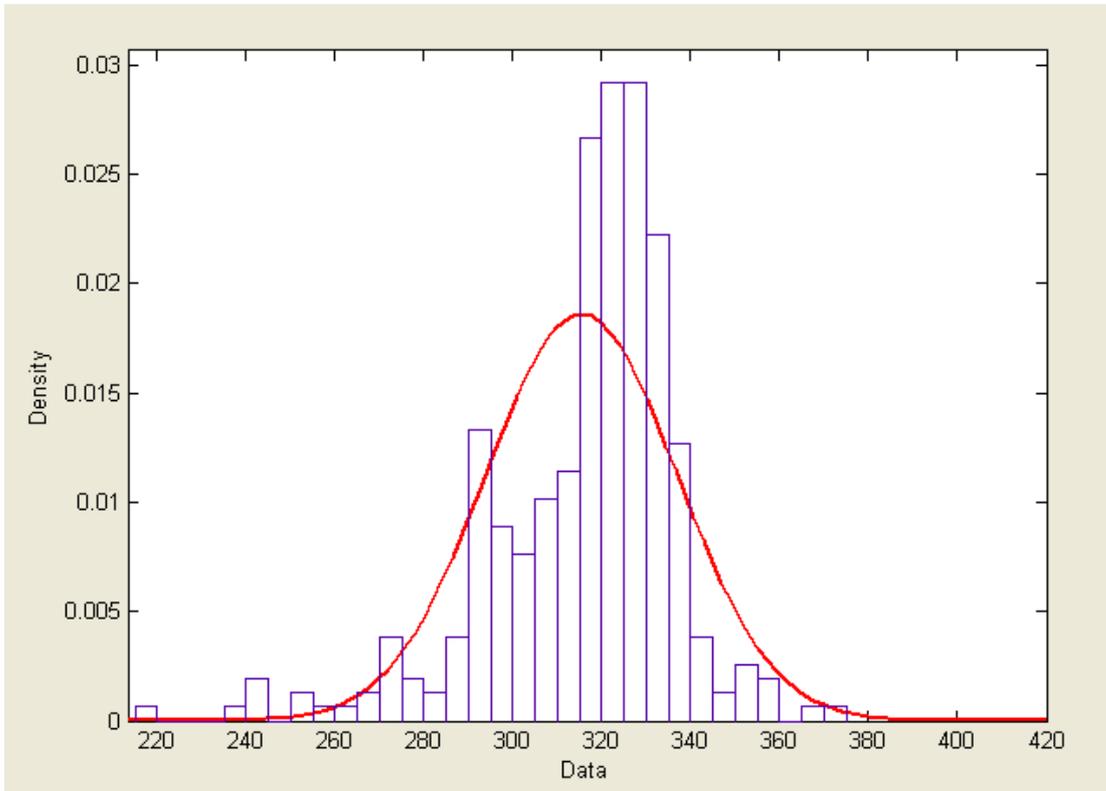
Distribución: Normal

Media: 315.432

La varianza: 459.272

El parámetro estimado de error estándar: Mu 315.432 1.20748

Fig. 7 Temperatura de vapor



En este parámetro, por los datos técnicos de los turbogeneradores, estos pueden alcanzar para 18kg/cm² de presión de vapor una **temperatura** de 310 grados centígrados y los resultados del análisis plantean que los mismos se mantuvieron en una media de 315,432 grados centígrados, por lo que podemos concluir este aspecto definiendo que el factor temperatura del vapor no significó un impedimento para el correcto funcionamiento del proceso de cogeneración eléctrica de esta empresa

Presión de Vapor Directo:

Distribución: normal

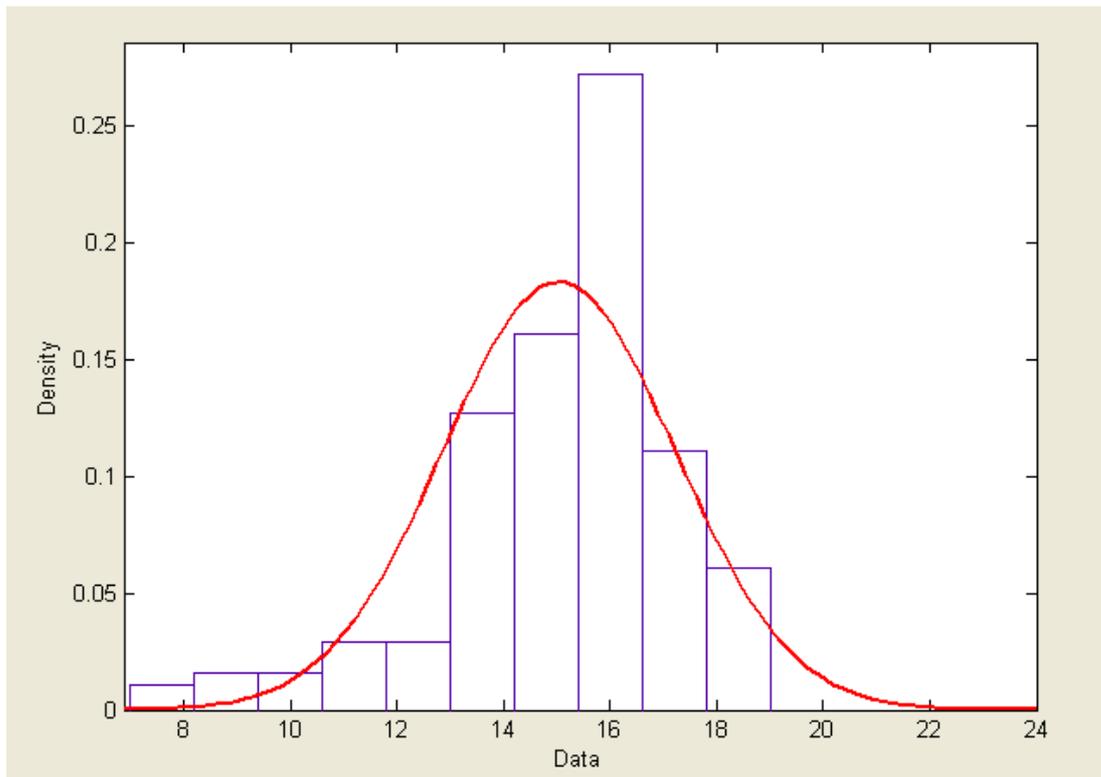
Media: 15,0413

La varianza: 4,729

El parámetro estimado: μ 15,0413

Error: 1,22529

Fig. 8 Presión de vapor directo



En el análisis de la presión de vapor directo si encontramos serios problemas para mantener la seguridad y la eficiencia del proceso de cogeneración eléctrica, pues la media de este indicador se mantuvo en los 15,0413 kg/cm² demostrando que hubo afectaciones en la generación y en la estabilidad del sistema de abastecimiento de vapor a los turbogeneradores de esta industria, provocando bajos índices de entrega y altos índices de consumo del sistema electroenergético nacional, teniendo en cuenta que por los datos técnicos de estos equipos la presión de vapor directo debe mantenerse lo más próximo a 18 kg/cm² para garantizar que se produzca la mayor cantidad de energía con la menor cantidad de vapor posible.

Para que se tenga una idea de la inestabilidad del trabajo en la producción de energía eléctrica de esta empresa, se procesaron en un programa estadístico, una recopilación de datos de la generación de cada uno de los turbogeneradores que se encuentran instalados, los mismos pueden generar como lo indican sus parámetros técnicos hasta 4000kw /h.

Generación Eléctrica Zafra 2007/2008:

Turbogenerador - 1

Distribución: Normal

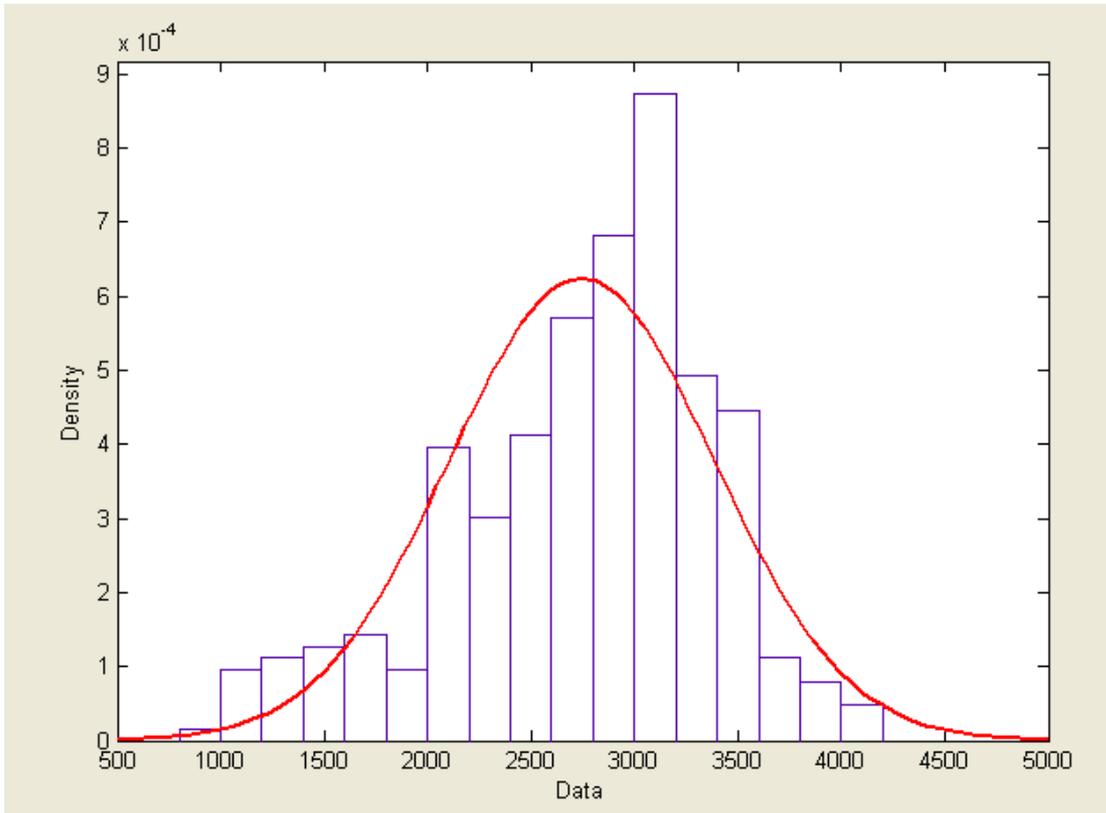
Media: 2745,37

La varianza: 408977

El parámetro estándar estimado: Mu 2745.37

Error: 36.0325

Fig.9 Turbogenerador 1



Generación Eléctrica Zafra 2007/2008:

Turbogenerador – 2

Distribución: Normal

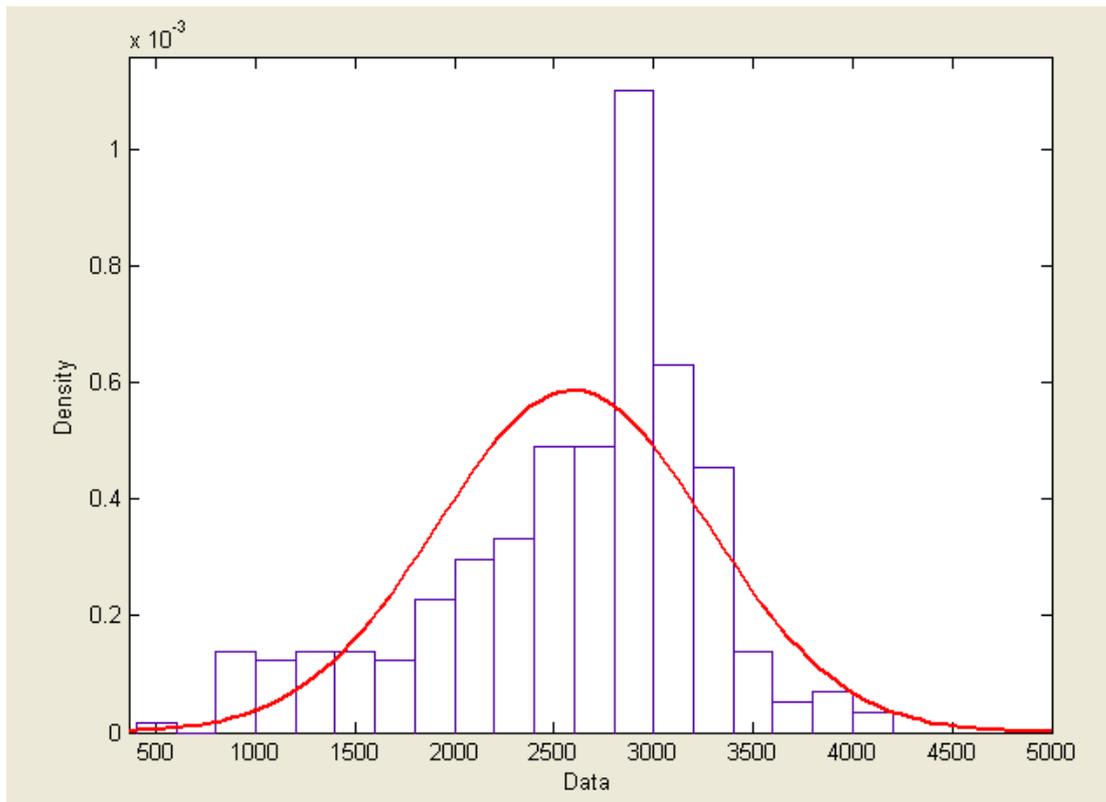
Media: 2593,06

La varianza: 461600

El parámetro estimado: Mu 2593,06

error: 40,1744

Fig.10 Turbogenerador 2



Como se puede ver en este análisis los turbogeneradores solamente llegan a generar 2745,37 y 2593,06 kw/h desaprovechando todo el potencial de generación eléctrica que es de 8000 Mw/h o sea 4000 Mw/h por cada uno de ellos.

Conclusiones Parciales del Capítulo 2:

1. Mediante la descripción realizada, se da a conocer las características, fortalezas y debilidades de esta empresa en la organización azucarera del país.
2. A través de herramientas valiosas aplicadas en este capítulo, como la tormenta de ideas, el diagrama Causa - efecto, la recopilación y procesamiento de datos estadísticos, se determina primeramente los problemas fundamentales sobre los que se necesita accionar los mecanismos necesarios para resolver el problema existente en esta industria.
3. Como resultado del análisis realizado en cada área de trabajo, se obtienen los puntos con mayores incidencias en la inestabilidad y pérdida de eficiencia del sistema de cogeneración.
4. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en este capítulo se procede a proponer un sistema de acción o gestión, para el mejoramiento del proceso de cogeneración de energía

eléctrica en esta empresa, basado en un plan de medidas y en un sistema de monitoreo y control de las variables de eficiencia del sistema.

Capítulo 3: Propuesta de Gestión para el mejoramiento del proceso de cogeneración de Energía Eléctrica.

3.1 Introducción:

En este capítulo se procederá a proponer la aplicación de un procedimiento que modifique la situación actual de los puntos más críticos de la fábrica que afectan la producción de energía eléctrica, estos presentan problemas de diseño, mantenimiento y operación. Así como la propuesta de un Plan de medidas tecnológicas necesarias a ejecutar, para eliminar las causas que provocan afectaciones al sistema.

El análisis realizado en el anterior capítulo de los principales problemas presentados por la Empresa Azucarera Ciudad Caracas con respecto a la producción y venta de energía eléctrica, evidenció que está presente la necesidad de un procedimiento de gestión que incluya un sistema de monitoreo y control, además de medidas, que proporcionen un cambio en los equipos que determinan la estabilidad y eficiencia del proceso en esta fábrica, enfocado hacia el equipamiento necesario a instalarse, medidas organizativas para la operación correcta de todo el sistema, formas de control y revisión, atención y verificación de la recopilación de datos estadísticos obtenidos en el transcurso de toda la zafra.

3.2 Sistema de Monitoreo y Control

En general, el **control** es la acción de hacer coincidir los resultados con los objetivos. Persigue elevar al máximo el nivel de efectividad de cualquier proceso. Para que exista la acción de control debe existir un estándar (objetivo a lograr), una medición del resultado, herramientas que permitan comparar los resultados con el estándar e identificar las causas de sus desviaciones, y variables de control, sobre las cuales actuar para acercar el resultado al estándar.

Muchas empresas realizan muchos registros de indicadores, sin embargo, su uso es mayormente informativo, ya que no han establecido un sistema de control, perdiendo una buena parte de los costos en que incurren en el sistema de información.

En el **Anexo 1** se propone el Esquema para el Sistema de Monitoreo y Control del proceso de Cogeneración de Energía eléctrica en la Empresa Azucarera Ciudad Caracas.

Necesidad de Control

El control de cualquier proceso es una necesidad real, ya que el medio en que se desarrollan los procesos es dinámico y provoca desviaciones que deben ser corregidas.

También la acción del hombre que actúa sobre el proceso es imperfecta y los equipos que componen el proceso fallan o se deterioran en el tiempo. El control permite identificar todas las desviaciones y corregir las que sean posibles, señalando cuándo se hace necesario efectuar una mejora general en el proceso.

En el caso de la eficiencia del proceso de cogeneración de energía eléctrica la necesidad del control se justifica basada en:

- Factores internos y externos al proceso que influyen en la variación de la eficiencia el combustible, la calidad de la materia prima y el consumo injustificado de energía eléctrica por bloques de trabajo.
- Existencia de errores en el diseño y montaje de tuberías y colectores de presión de vapor directo.
- La operación correcta y eficiente del sistema en general de la fábrica.

Sólo un sistema de control para el proceso de cogeneración de energía eléctrica puede mantener la atención sobre estos aspectos y lograr hacer coincidir los resultados en materia de eficiencia con los estándares o metas fijadas.

3.2.1 Procedimiento y herramientas para organizar un sistema de monitoreo y control para el proceso de cogeneración.

El proceso de control puede realizarse de diferentes formas. En este sistema de control es recomendable utilizar el método de control selectivo. La selección de las áreas y equipos se realiza sobre la base de la estructura de consumo y de pérdidas de de la empresa. Se cubre el 20% de las áreas o equipos que provocan el 80% del consumo y las pérdidas. Este método incluye el control por excepción, o sea, dentro de estas áreas o equipos se priorizan aquellas que tienen tendencia a las mayores desviaciones.

El procedimiento a seguir para la organización de este sistema de monitoreo y control consta de las siguientes etapas:

I. Preparación del trabajo.

- **Compromiso de la Dirección.**

En todo esfuerzo para el mejoramiento de procesos se necesita del apoyo y el liderazgo de la alta dirección, de lo contrario el proyecto fracasa. Una vez vencida esta etapa se procede entonces a la creación de equipos con especialistas y obreros con experiencia que serán los encargados de identificar y caracterizar el proceso previamente seleccionado.

- **Creación del equipo de mejoramiento de proceso.**

Cuando se forma grupos o equipos de trabajo, estos pasan por diferentes períodos, uno es el de unirse como grupo con un objetivo, pero he aquí que cada persona tiene un concepto diferente de cómo debe cumplirse el objetivo, una percepción de lo que pasará y cómo pasará, aquí las personas tienen cierta tensión, expectación por lo que pasará y también por el desconocimiento de los otros.

En un segundo momento se desarrolla el conocimiento, se entabla la relación, cada persona saca una conclusión de cómo son las otras, qué personalidad, carácter o actitudes tienen y qué esperar de ellas.

Después de haber hecho una preparación en todas las temáticas de la operación de los Factores de la fábrica que afectan la estabilidad en la producción de energía eléctrica debemos centrar nuestra atención en la creación de un equipo de trabajo que sea el encargado de la supervisión y el control de la información, además de las posibles propuestas de mejoramiento al proceso.

Este equipo de trabajo será el encargado de controlar:

- Qué se va a monitorear.
- Como se va a monitorear.
- Con qué frecuencia se va a monitorear.
- Donde se va a monitorear.
- Quién va a monitorear.
- Por qué se necesita el monitoreo.

El equipo de trabajo para la aplicación del sistema de monitoreo y control debe estar caracterizado por:

1. Tener una meta definida.
2. Que el trabajo se distribuya en base a las habilidades personales, o bien abriendo las posibilidades del desarrollo de nuevas experiencias.
3. Cada miembro del equipo está en comunicación con los demás para asegurar resultados.

4. Existe un coordinador que enlaza los avances, comunica dificultades, muestra avances parciales a todo el equipo, el mismo sería el energético de la empresa.
5. Los logros son méritos de todo el equipo de trabajo.
6. Elevado nivel de compromiso, los miembros del equipo realizaran su mayor esfuerzo en la obtención de buenos resultados.
7. Si alguien termina una parte se busca ayudar a recolectar información o mejorarla a otros miembros del equipo, o se buscan nuevas funciones mientras el trabajo no esté terminado.
8. Las conclusiones son colectivas.
9. Todos los miembros desarrollan nuevas experiencias de aprendizaje que pueden incorporar nuevas experiencias de autoaprendizaje.
10. Existe la práctica de los valores de: honestidad, responsabilidad, liderazgo, innovación y espíritu de superación personal.
11. La auto evaluación está presente a lo largo de todo el trabajo de equipo.

Responsabilidad

Entre las responsabilidades de un equipo de mejoramiento se encuentran:

- Comunicar la necesidad del Mejoramiento de los Procesos a toda la organización.
- Facilitar la documentación de apoyo necesaria.
- Identificar procesos con problemas que requieren mejoramiento.
- Nombrar responsables de los procesos.
- Realizar un seguimiento para garantizar que el mejoramiento del proceso sea una prioridad de la organización.
- Evaluar el éxito del esfuerzo de mejoramiento.

Inicialmente, los equipos deben reunirse un día fijo todas las semanas, para alcanzar con éxito el esfuerzo de mejoramiento debido a que el periodo de zafra de esta empresa dura aproximadamente entre trece y catorce semanas, además se propone que el resultado diario de muchos de estos resultados sea analizado diariamente en los consejos de dirección . A medida que este esfuerzo va ganando impulso, el número de reuniones puede reducirse a una quincenal, para revisar el estado de los proyectos en marcha y hacer nuevas asignaciones. Por lo general, esta supervisión es necesaria.

Una de las tareas claves de un equipo de mejoramiento consiste en adquirir educación sobre el **Mejoramiento**, de manera que el equipo pueda liderar el concepto del Mejoramiento de los Procesos y entrenar a sus directivos y obreros.

Después de realizada la zafra se deben convocar talleres de capacitación sobre el resultado de esta experiencia, donde se reflejen los resultados obtenidos con esta gestión:

1. Una explicación sobre el programa y los objetivos del taller.
2. Una revisión de los principales pasos del Mejoramiento de los Procesos en la Industria.
3. Una revisión de los demás pasos fundamentales, proporcionando sólo la información esencial (por ejemplo, metas, métodos, desafíos y la contribución y el apoyo que se esperan en cada paso).
4. Una revisión más detallada sobre la manera de emplear las herramientas del Mejoramiento de este Proceso.

Durante este análisis pueden tratarse los siguientes temas:

- Los puntos críticos de la empresa en consumo de electricidad por equipos y áreas.
- Estudios externos de casos.
- Definición de la visión del Equipo.
- Definición de la misión del Equipo.
- Desarrollo de procedimientos para los procesos.
- Nuevas perspectivas de incorporación e introducción de equipamiento más eficiente.

Para un mejor trabajo de este equipo y del proceso que se intenta mejorar se debe utilizar un modelo de diagnóstico como una herramienta más para el control y la verificación de todas las partes que componen este sistema.

Siempre que se pretende iniciar proyectos nuevos, trabajos que modifiquen un poco los antiguos hábitos de los obreros y de la administración, nos encontraremos con inconvenientes por diversas razones:

- **Capacitación General.**

En el **ANEXO 2** se observa el plan de capacitación bien concebido que incluya todo lo necesario y que sea asimilado por todos los niveles de calificación que intervendrán en el mismo, es decir el curso debe adaptarse a los obreros, a los integrantes del departamento técnico y al personal de dirección, cada una con sus particularidades, pero en general que cumpla con el objetivo fundamental para la organización del trabajo y la operación de la empresa.

Se muestra como podemos tener acceso a una preparación para enfrentar el desconocimiento en la operación, aprovechamiento correcto y la reutilización de todas las fuentes de energía posible, tanto las de procedencia, como las procedentes de la fuente de abasto.

Esta preparación sería el primer paso en una planificación segura, para el buen desenvolvimiento de las futuras zafas en este aspecto, ya que se impartiría en una época llamada no zafra, en el que los trabajadores y administrativos están dedicados al período de reparaciones, pero siempre se determina una etapa para la elevación del nivel teórico de conocimientos de todo el personal que intervendrá en la contienda.

Es necesario también profundizar esta capacitación en el equipo de trabajo creado, pues tendrá la responsabilidad de la recogida de datos, para que la información no sufra alteraciones y los valores reflejen verdaderamente la situación real del proceso, para poder tomar las decisiones correctas en cada caso específico, además de llevar un registro de control, con los gráficos necesarios del comportamiento y las incidencias más significativas ocurridas en el proceso de producción del azúcar vinculadas con la cadena generación de vapor y energía eléctrica.

II. Establecimiento de los objetos de control:

La selección de los objetos de control se realizará de la siguiente forma:

- **Establecimiento del diagrama productivo de la empresa.**

Este diagrama permite comprender la secuencia del flujo productivo en la Industria de esta empresa. (**Anexo 3**).

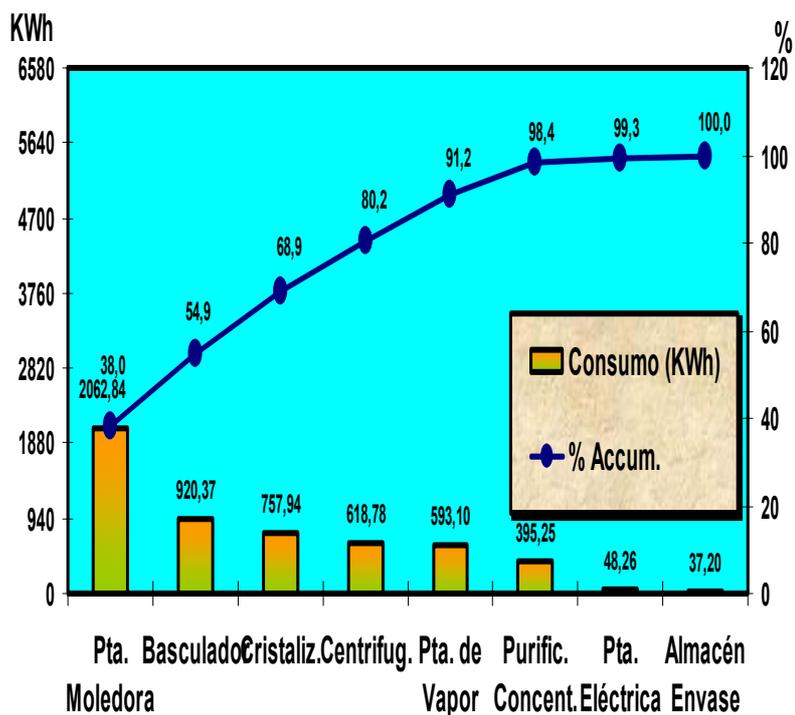
- **Establecimiento de la estructura de consumo de energía eléctrica de la empresa por áreas.**

Para este paso fue necesario apoyarse en los diagramas de Pareto, gracias a que permiten visualizar claramente el consumo eléctrico de los equipos por cada área.

Para la construcción de estos gráfico fue necesario, la recopilación de datos, a través de lecturas tomadas en el proceso productivo, directamente en los puntos específicos y necesarios para este estudio, además fueron procesados y calculados cuidadosamente para su interpretación y poder llevar a cabo el proceso de resolución de problemas/ toma de decisiones. Se utilizó en esta parte del estudio, para denotar la incidencia de cada una de las áreas del proceso en el consumo de energía y determinar las de mayor responsabilidad.

Fig. 3.1 Gráfico de Pareto de todas las áreas en general de la industria(fuente elaboración propia).

Consumos por Áreas



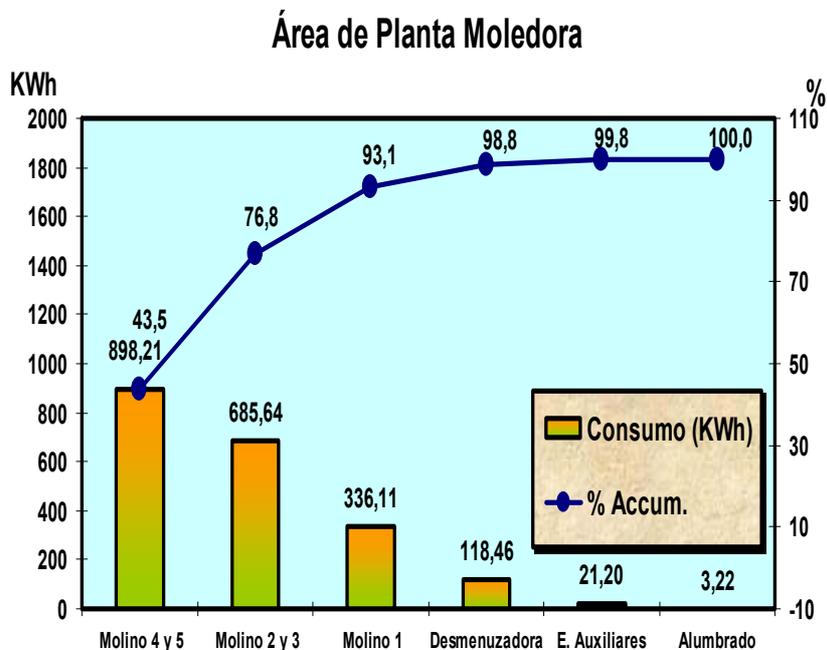
Haciendo una valoración sobre el Pareto anterior, podemos apreciar el consumo de todas las áreas de la fábrica, siendo las de mayores, por orden de consumos:

- El área de la planta moledora o molinos con 38,0 % del consumo total de la industria, basado en los grandes motores que se utilizan en los mismos.
- El área de Basculador con 16,9% de consumo siendo responsables de esto los motores de las cuchillas de picar caña.
- El área de cristalización con un 14% de consumo.
- El área de centrifugas con 11,3% de consumo de energía eléctrica.

Este diagrama de Pareto nos demuestra que el 80% del consumo de energía eléctrica de la fábrica se concentra en estas cuatro áreas en específico, aunque son las que mayor control necesitan, no debemos dejar de valorar que en todas en general es necesario, aumentar la exigencia para disminuir los índices de consumo, ya que esto en general aportarían mayor cantidad de energía eléctrica excedente, para aumentar el índice de ventas y entrega de este importante renglón para la economía del país, para el beneficio económico de los obreros y de la población en general.

A continuación el autor procede con el análisis de las áreas que representan el mayor consumo de energía eléctrica de esta industria, para determinar mediante esta herramienta de la ingeniería, ¿Cuáles son dentro de estas los equipos que representan los más consumidores.

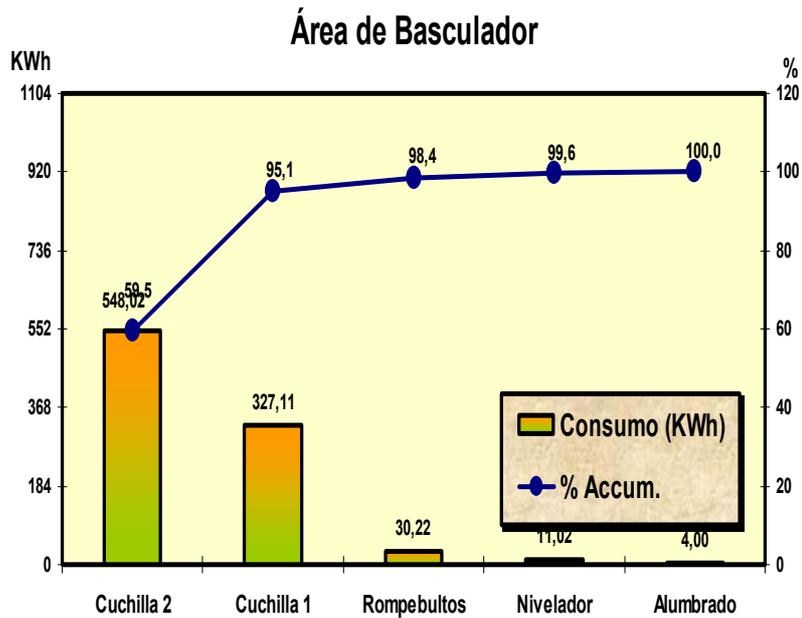
Fig. 3.2 Gráfico de Pareto del Área de Planta Moledora (fuente elaboración propia).



En este Gráfico podemos observar como el mayor consumo se concentra por orden, en los motores de los molinos 4 y 5, además del 2do y 3er molino en los que se concentra el 76, 8 % de gasto eléctrico de esta planta.

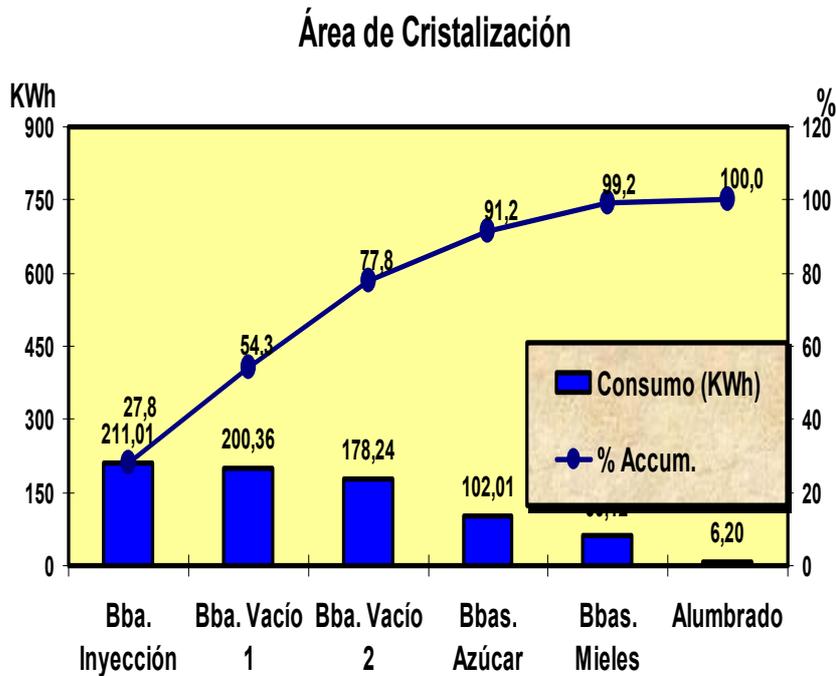
Es necesario que se tenga la mayor disciplina en la operación de esta área debido a que los motores que en esta se trabaja, en ocasiones de paradas del central se mantienen trabajando en vacío y aunque están sin carga, también representa perdidas al sistema.

Fig. 3.3 Gráfico de Pareto del área del Basculador (fuente elaboración propia).



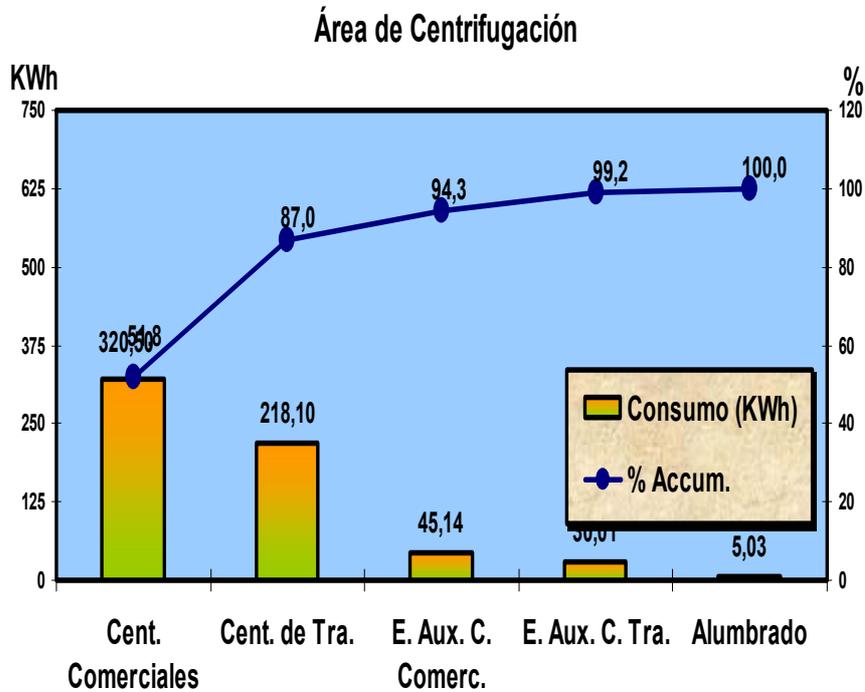
El análisis de este gráfico, deja ver con mucha claridad donde se concentra el mayor consumo de corriente, pues solamente en dos motores se concentra el 95% de este, o sea que actuando con control y disciplina, podemos en algún momento determinado evitar que estos estén trabajando en vacío sin necesidad.

Fig. 3.4 Gráfico de Pareto del área de Cristalización (fuente elaboración propia)



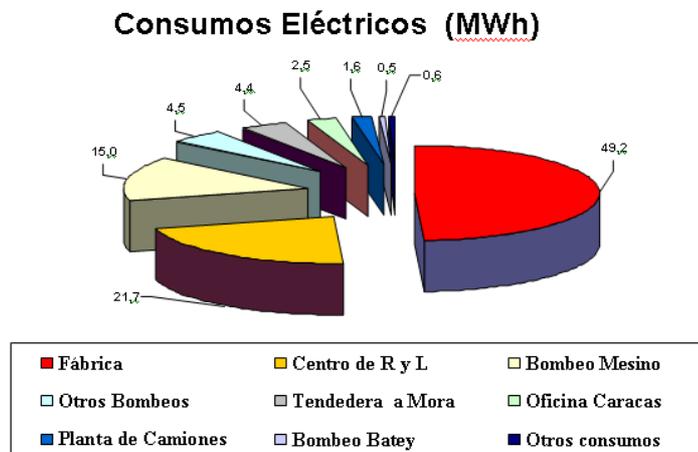
Anteriormente se demuestra que los mayores consumos en esta área se concentran en: bomba de inyección, bomba de vacío 1 y 2, las cuales consumen un 77,8% del gasto eléctrico total.

Fig. 3.5 Gráfico de Pareto del área de Centrifugas (fuente elaboración propia).



En este caso se puede apreciar que los motores de las centrifugas comerciales y los motores de las centrifugas de tercera consumen el 80 % de la energía eléctrica del área que estamos analizando.

Fig. 3.6 Gráfico de consumos eléctricos de la empresa en general (fuente elaboración propia).



Este Gráfico de Pastel representa todo el consumo de energía eléctrica de la empresa en su totalidad, o sea, que no solo es consumidora la industria o la fábrica, sino que existen otras dependencias que pertenecen al sistema como tal y que es necesario controlar para poder tener mejores resultados en el ahorro de corriente.

III. Establecer indicadores de control:

Identificación de posibles indicadores de control de la empresa y de las áreas a partir del diagrama productivo: por ejemplo lectura horaria del % de humedad que presenta el combustible(bagazo), grados brix de la meladura de entrada a los PRE evaporadores índice de consumo de agua por tonelada de caña molida, energía consumida por bombeo de agua, consumo específico de energía eléctrica por áreas de trabajo, debido a que frecuentemente se mantienen grandes motores consumiendo corriente innecesariamente, estando el central parado por cualquier motivo, consumo de vapor de los turbogeneradores, índice de generación, índice de entrega de energía eléctrica, todos los parámetros de eficiencia de la producción de vapor en las calderas control de las extracciones continuas y periódicas en calderas, control de sistema de condensados, además de un balance semanal del consumo de cada uno de los equipos o áreas del proceso considerados en este estudio como críticos en el consumo de este indicador, el cual servirá como dato de entrada para la elaboración posterior de una gráfica de tendencia en el transcurso de la zafra, que es el periodo donde se manifiesta la demanda de agua, etc.

Proceso del basculador:

Emplea los siguientes datos:

- ◆ Vacíos de caña producidos en las esteras alimentadoras.
- ◆ Sobrecarga y consumo de los motores de las cuchillas.
- ◆ Consumo de corriente por unidad de trabajo.

Datos almacenados:

- ◆ Vacíos producidos en las esteras alimentadoras.
- ◆ Sobrecarga y consumo de los motores de las cuchillas.
- ◆ Consumo de corriente por unidad de trabajo.

Personal de recogida de datos:

- ◆ J´de Brigada de basculador.
- ◆ Electricista de turno.
- ◆ Frecuencia: Diaria

Proceso de molienda de caña (molinos).

Emplea los siguientes datos:

- Recopilación de los datos con el laboratorio sobre la cantidad de agua de imbibición diaria.
- Control de la humedad del bagazo, menor del 50% (combustible).
- Recopilación de datos del laboratorio sobre el brix del jugo.
- Controlar y reducir a cero el consumo de agua cruda en el proceso de imbibición de los molinos.
- Altura correcta del colchón de bagazo.
- Coordinación, para realizar paradas intermedias.
- Consumo de corriente por unidad de trabajo.

Datos de almacenamiento.

- Recopilación de los datos con el laboratorio sobre la cantidad de agua de imbibición diaria.
- Control de la humedad del bagazo, menor del 50% (combustible).
- Recopilación de datos del laboratorio sobre el brix del jugo.
- Consumo de corriente por unidad de trabajo.

Personal de recogida de datos:

Equipo de trabajo, recogida de laboratorio

Frecuencia: horaria, diaria.

Proceso de Generación de vapor:

Emplea los siguientes datos:

- Lectura y almacenamiento de los datos recogidos durante todo el turno de trabajo.
- Recopilación de los resultados de los Análisis del agua de Calderas.
- Control de las extracciones tanto periódicas, como continuas (frecuencia).
- Lectura de producción (t/h) de vapor de cada Caldera (Flujómetro).
- Lectura horaria de la temperatura del vapor directo a turbogeneradores.
- Recopilación de resultados de los análisis del sistema de condensados
- Lectura horaria de la temperatura del agua de alimentar calderas.
- Consumo de corriente por unidad de trabajo.

Datos almacenados:

- Todos

Personal de recogida de datos: J's de brigadas de calderas, Químicos de planta tratamiento de agua, operadores de calderas y operadores de Condensados.

Frecuencia: Esta recogida de datos se efectuará cada una hora.

Proceso de Planta Eléctrica:

Emplea los siguientes datos:

- Lectura de presión de vapor directo a la entrada de los turbogeneradores.
- Lectura de presión de vapor de escape (contrapresión).
- Lectura de temperatura del vapor directo a la entrada de los turbogeneradores.
- Lectura de temperatura del vapor de escape a la salida de los turbogeneradores.
- Lectura de la generación de energía eléctrica.
- Lectura del consumo de energía eléctrica en la fábrica.
- Lectura de entrega de energía eléctrica al sistema electroenergético nacional.
- Índice de generación de energía eléctrica.
- Índice de consumo de energía eléctrica.
- Índice de entrega de energía eléctrica al sistema electroenergético nacional.
- Consumo eléctrico total.

Datos almacenados:

- Todos

Personal de recogida de datos:

Equipo de trabajo, operadores de cuadro.

Frecuencia: Esta recogida de datos se efectuará cada una hora.

Proceso de Fabricación de azúcar:

Emplea los siguientes datos:

- Control en la operación de los equipos del cuádruple efecto especialmente en los PRE - evaporadores, en los que se debe mantener un nivel de jugos adecuado salpicando la

primera luceta, para evitar que los posibles arrastres en los vapores de jugo contaminen el agua caliente y pura de alimentación que se inyecta a las calderas.

- Controlar las operaciones para evitar consumos adicionales de vapor de escape
- Trabajar con un esquema lo más eficiente posible.
- Lectura de temperatura del vapor de escape a la entrada y salida de los PRE evaporadores.
- Lectura de los brix de entrada y salida en los PRE evaporadores, en los análisis de laboratorio.
- Controlar el consumo de electricidad en los motores del área.
- Apagado de equipos y motores altos consumidores de corriente cuando se originen paradas prolongadas del ingenio.
- Mantener el nivel de insulación correcto para evitar pérdidas de energía al ambiente.

Datos de almacenamiento:

Todos

Personal de recogida de datos: Equipo de trabajo y recogida de laboratorio.

Frecuencia: diaria

En este momento, después de estudiadas las características del consumo y las pérdidas producidas en el día, se deben discutir diariamente en el consejo de dirección, específicamente en el análisis de eficiencia que se realiza para el control de los indicadores del proceso.

Además:

- Análisis del consumo de Electricidad por turnos de trabajo, en los cambios de turno y diariamente en los consejillos de zafra, adoptándose las medidas pertinentes.
- Mantener un plan de acción permanente, para que exista coordinación entre las áreas de generación de vapor y la planta eléctrica en el momento de la limpieza de los hornos.
- Apagado de forma general de los motores altos consumidores de corriente.
- Aprovechar la norma potencial de molida al máximo posible.
- Incluir de forma permanente en el sistema de estimulación salarial de la empresa, el parámetro consumo de electricidad o índice diario de consumo.

2. Establecer herramientas de medición de indicadores de control

- a. Definir períodos de medición.
- b. Definir la toma de muestra y el flujo de la información.

- c. Establecer la toma de medición: medición directa, cálculos, estimaciones, balances, toma de muestras.
- d. Definir la forma de registro.

3. Establecer estándares:

Para ello utilizar cuatro fuentes de información:

- Comportamiento histórico. Precisar mejores valores del comportamiento.
- Datos técnicos del equipo o sistema.
- Comparaciones con equipos o sistemas similares (“benchmarking”).
- Pruebas técnicas en condiciones controladas.

IV. Plan de Medidas Tecnológicas necesarias, para el mejoramiento del proceso de cogeneración de Energía eléctrica.

En la actualidad es necesaria la eficiencia energética, concebida como la eficiencia en la producción, distribución y uso de la energía, todo esto es necesario para garantizar eficacia total del sistema, también es parte del conjunto de problemas que afectan la competitividad de las empresas, significa esto el poder lograr un nivel de producción o servicios, con los requisitos establecidos por el cliente, con el menor consumo y gasto energético posible, y la menor contaminación ambiental por este concepto.

El incremento de la eficiencia energética se logra mediante las acciones tomadas por productores o consumidores que reducen el uso de energía por unidad de producto o servicio, sin afectar la calidad del mismo.

Formando parte de la propuesta de este autor, para el sistema de monitoreo, control, y las modificaciones necesarias a ejecutar para la eliminación o minimización de las causas anteriormente señaladas, se realizó a partir de la 5W y H, dicho resultado se encuentra en el **Anexo 4.**

3.3 Importancia económica del mejoramiento del proceso de cogeneración de energía eléctrica y su ahorro.

Después de expuestas las medidas propuestas, podemos plantear que el valor esperado de pérdidas por concepto de caídas de presión en el sistema conjunto generación de vapor y planta eléctrica debe resultar en una apreciable reducción del nivel anterior de caída de

presión, pues las mismas no deben sobrepasar 1kg/ cm² desde las caldera hasta los turbogeneradores.

Después de hacer referencia a todos estos cambios necesarios para el mejoramiento del índice de generación y entrega de energía eléctrica en el proceso azucarero, se debe llevar a niveles de conocimiento de los directivos de la empresa para su estudio en conjunto con el consejo técnico asesor y con el equipo de trabajo creado para el mejoramiento de procesos, para que se confirme la aprobación de forma paulatina, la instalación y la realización de cada uno de estos, los mismos se incluirían en los planes de reparaciones de cada año, los cuales no deben ser muy demorados pues las pérdidas de energía eléctrica que se producen en este sector son muy elevadas y hoy en día este recurso es tan necesario como la vida misma.

Para que se tenga una idea de la importancia de la energía eléctrica, el autor procede a realizar una valoración de las pérdidas que están ocurriendo en esta empresa.

La energía eléctrica producida tiene varios precios según el horario del día en que se genera y se vende al sistema electroenergético nacional:

Horario: pico	Valor: \$ 102	Moneda: USD/MWh
Horario: día	Valor: \$ 61	Moneda: USD/MWh
Horario: Madrugada	Valor: \$ 47	Moneda: USD/MWh

Es decir, que cada Mw./h dejado de producir, por las deficiencias anteriormente señaladas, representa grandes pérdidas, para el sistema, para el País y para los trabajadores que también se benefician por la bonificación de la venta de este renglón.

Haciendo una valoración más extensa del comportamiento de la venta de energía eléctrica, podemos estimar que el proceso se mantiene estable durante 20 horas de molida sin afectaciones, teniendo como insumo de la fábrica aproximadamente 5 Mw/h, es decir que el excedente de corriente para la venta se aproxima a los 2 Mw/h, teniendo en cuenta que se promedien los pagos según el horario y que el mismo sea 63 USD/Mw/h, entonces las ganancias de ese día por concepto de energía eléctrica asciende a 1260 USD/Mw/h.

3.4. Recomendaciones para la ejecución del Proceso de Control.

El proceso de control, en su ejecución, constará de las siguientes etapas:

- Recolección de datos
- Determinación del resultado
- Comparación del resultado con los estándares
- Ejecución del diagnóstico de causas de derivaciones

- Modificación de las variables de control o corrección de desviaciones.

El proceso de control general incluye también una etapa de mejoramiento del proceso, cuando la acción sobre las variables de control no es suficiente para corregir las constantes variaciones que en este se presentan. Esta etapa consiste en una revisión periódica de procedimientos y evaluación técnico-económica de posibilidades de inversión que producen, sin duda, un cambio en los estándares y en los resultados del control frecuente.

También en el intervalo de la detección de las causas que provocaban las interrupciones en el proceso de cogeneración de energía eléctrica de esta empresa se patentizó la actividad del obrero en la operación del ingenio. El ambiente organizacional es determinante en cualquier proceso de mejora, ya que está implícita la actividad del hombre y es necesario incidir sobre los cambios en hábitos, que deben ser conducidos adecuadamente, previo conocimiento del patrón cultural que rige dicho comportamiento.

Para mejorar el proceso en el que estamos trabajando, es necesaria la aplicación del ciclo de mejora PDCA (Planificar, hacer, verificar, actuar) (norma ISO 9000 – 2000).

Planificar los objetivos de mejora para el mismo y la manera que se van a alcanzar.

Ejecutar las actividades planificadas para la mejora del proceso.

Comprobar la efectividad de las actividades de mejora.

Actualizar la nueva forma de hacer ocurrir el proceso con las mejoras que hayan demostrado su efectividad.

Hammer plantea que “hacer que la gente acepte la idea de un cambio radical en su vida de trabajo, en su empleo, es una campaña educativa y de comunicaciones que acompaña a la reingeniería desde el principio hasta el fin” Es un trabajo de persuasión que comienza con la convicción de que es necesario rediseñar, y no termina hasta que los procesos rediseñados estén ya funcionando. Este trabajo de persuasión se basa en la formulación de dos mensajes claves que deben ser comunicados y expuestos al personal que trabaja en la organización. El primero de ellos es: Aquí es donde estamos y ésta es la razón por la cual la empresa no puede quedarse donde está. El segundo es: Aquí es donde tenemos que llegar como organización.

El cambio radical produce en una organización una tensión considerable. Teniendo esto en cuenta, y dado que muchos proyectos de reingeniería, o bien fracasan del todo, o bien producen resultados menos que satisfactorios, la reingeniería de procesos no se puede clasificar como un proceso de bajo riesgo. Una metodología apropiada, por tanto, puede proporcionar la seguridad de que semejantes infortunios no ocurran una vez que el proyecto se ha puesto en marcha.

Existen muchas técnicas administrativas (Modelación de procesos, medida de desempeño, análisis del flujo de trabajo, entre otras) que producen resultados valiosos, aun cuando no son afines en sí mismas en cuanto a reingeniería de procesos.

En el caso que ocupa, el autor comienza proponiendo una serie de pasos o medidas necesarias para que tecnológicamente la fábrica vaya incluyendo en sus planes de negocios y de reparaciones cada una de las modificaciones precisas en las áreas, los equipos necesarios para aumentar el ahorro y disminuir el consumo de cada una de las áreas del proceso donde no sea necesario consumir en un momento de parada del ingenio. Es necesario **planificar** ordenadamente la ejecución de cada uno de ellos, teniendo en cuenta la disposición de recursos económicos y materiales de que dispone esta empresa.

También es necesaria la planificación y el control de la operación de estos equipos, por lo que la primera acción de este procedimiento, debe ser la de establecer un sistema de capacitación general de todo el recurso humano que interviene en el proceso de producción de este ingenio, incluyendo al personal técnico y al administrativo, con el objetivo de comenzar una labor de asimilación de la importancia del aprovechamiento y la operación correcta de todos los sistemas en los que interviene el recurso Vapor y Energía Eléctrica en esta fábrica.

Después de esta importante guía y de estas observaciones, podemos pasar a la propuesta de un diagrama que integre todo el sistema de recolección de datos, estudio, comparación, diagnóstico, modificación, revisión periódica y establecimiento de nuevos procedimientos o inversiones.

Una de las herramientas que utilizará constantemente el equipo de trabajo creado para el mejoramiento de este proceso de cogeneración, lo es sin dudas:

El análisis de Flujo de Datos (AFD)

El análisis de flujo de datos da respuesta a cuatro preguntas:

1. ¿Qué proceso integra el sistema?
2. ¿Qué datos emplea cada proceso?
3. ¿Qué datos son almacenados?
4. ¿Qué datos ingresan y abandonan el sistema?

Conclusiones

1. El amplio análisis bibliográfico realizado constituyó un material científico muy importante para llegar a cabo la investigación en el desarrollo de este trabajo.
2. Se confirma mediante el análisis bibliográfico que, el desarrollo de investigaciones donde se vinculen herramientas para el control y mejora de procesos industriales y estudios organizacionales, en diferentes entornos, resulta importante para los resultados que se alcanzan en el ámbito empresarial y para mejorar los niveles actuales de estabilidad del proceso y de eficiencia industrial.
3. Se logró realizar un diagnóstico, por cada una de las áreas, determinando los puntos críticos que afectan al proceso de cogeneración de electricidad en esta empresa.
4. Fueron determinadas las áreas de esta industria, que representan el mayor porcentaje de incidencia negativa en la estabilidad de la eficiencia, para el proceso de cogeneración eléctrica.
5. La elaboración del plan de medidas , basado en una técnica muy valiosa conocida como 5w y H, mostró el camino y la forma de lograr eliminar las causas que provocan la situación problemática planteada con anterioridad.
6. La propuesta del sistema de monitoreo y control, basada en la identificación de las variables que se hace necesario analizar, constituye una herramienta, para medir el comportamiento y determinar las estrategias correctas a utilizar, para actuar sobre las mejoras de la eficiencia de este proceso.
7. Se plantea una forma específica, de como llevar el control estadístico y la ingeniería para el control del proceso de cogeneración.

Recomendaciones

1. Extender la aplicación del procedimiento a otras etapas del proceso industrial azucarero, que presenten inestabilidad e ineficiencia.
2. La Empresa Azucarera Ciudad Caracas , debe proceder y ejecutar lo antes posible los trabajos de montaje de tuberías de vapor directo y todos los trabajos incluidos dentro del plan de medidas propuestos.
3. Se recomienda la extensión de la experiencia a otras empresas azucareras que necesiten solucionar una situación parecida.
4. Incluir en los análisis de eficiencia de la industria, el resultado de los datos recogidos por el equipo de mejoramiento de proceso.
5. Crear una base de datos que facilite la recogida de información para realizar estudios.
6. Aplicar el resultado de esta investigación de manera inmediata como una herramienta en la operación correcta del proceso de cogeneración de Energía Eléctrica en esta fábrica.

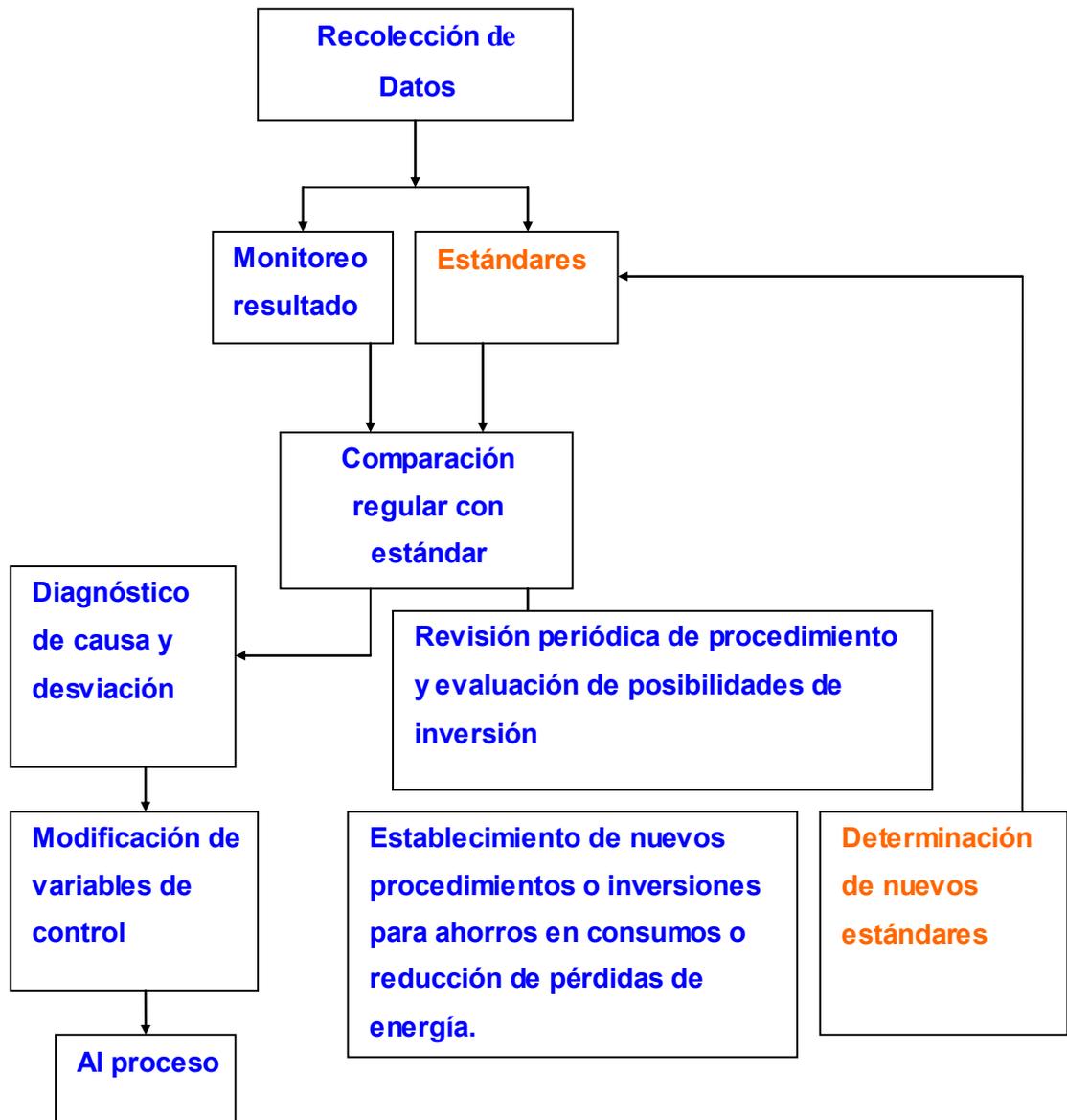
Bibliografía

- AENOR (2007) SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA.
 - CASTRO, F. (1993) Señalamientos del Comandante. *Granma*. La Habana.
 - CEMA (2006) Gestión y Economía Energética. *Departamento CEMA*. Cienfuegos, Universidad Carlos Rafael Rodríguez.
 - DR MARTÍN, W. F. (2003) *Gestión y uso Racional del Agua*, Cienfuegos, UNIVERSO SUR.
 - GARCIA ÁLVAREZ, E. (2009) PROPUESTA DE GESTIÓN, PARA EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA INDUSTRIAL, EN LA EMPRESA AZUCARERA CIUDAD CARACAS. *Departamento de Ingeniería Industrial*. Cienfuegos, Universidad Carlos Rafael Rodríguez.
 - GÓMEZ DORTA, R. (2001) Procedimientos para el mejoramiento de la calidad de generación y el consumo de energía. Cienfuegos, Universidad Carlos Rafael Rodríguez.
 - HARRINGTON, J. (1993) *Mejoramiento de los procesos de la Empresa*, Colombia, Mc Graw Hill Internacional.
 - ING. ROJAS VALDÉS, M. (2008) Análisis de las tuberías de vapor directo en la empresa azucarera Ciudad Caracas. Santa Clara, Universidad Central de las Villas.
 - ING. ALONSO BASTERRA, E. (2008) Análisis del sistema de condensado en la empresa azucarera Ciudad Caracas. Santa Clara, Universidad Central de las Villas.
 - INRH (2003) Bloque tecnológico para el ahorro de agua y energía en los centrales azucareros.
 - ISHIKAWA, K. (1989) *¿Que es el control de la calidad? La modalidad Japonesa*, La Habana., Ciencias Sociales.
 - MANGANELLI, M. M. K. (1994) Como Hacer Reingeniería.
 - MICHAEL HAMMER, J. C. (1996) Reingeniería.
- MINAZ (1989) Tratamiento de agua en la Industria Azucarera.
- MINAZ (1995) Manual de trabajo de reingeniería de procesos.
- MINAZ (1996) *Manual de operaciones para la producción de azúcar crudo de caña*.
- NACIONES, U. (2003) Tercer Foro Mundial del agua.
- NC (2000) ISO 9000: Sistema de Gestión de la Calidad. Principios Fundamentales y vocabulario.
 - NC (2000) ISO 9001: Sistema de Gestión de la Calidad. Requisitos. .
 - NC (2000) ISO 9002: Sistema de Gestión de la Calidad. Implementación. .
- RASO, A. (2000) Criterios.

RODRÍGUEZ, D. A. J. U. (2004) Técnicas de uso frecuente en Ingeniería Industrial.
SHRODER, R. (2002) *Administración de Operaciones tercera edición.*

ANEXOS

Anexo 1: Esquema Propuesto para el Sistema de Monitoreo y Control del proceso de Cogeneración de Energía eléctrica en la Empresa Azucarera Ciudad Caracas. [Fuente: Elaboración propia].

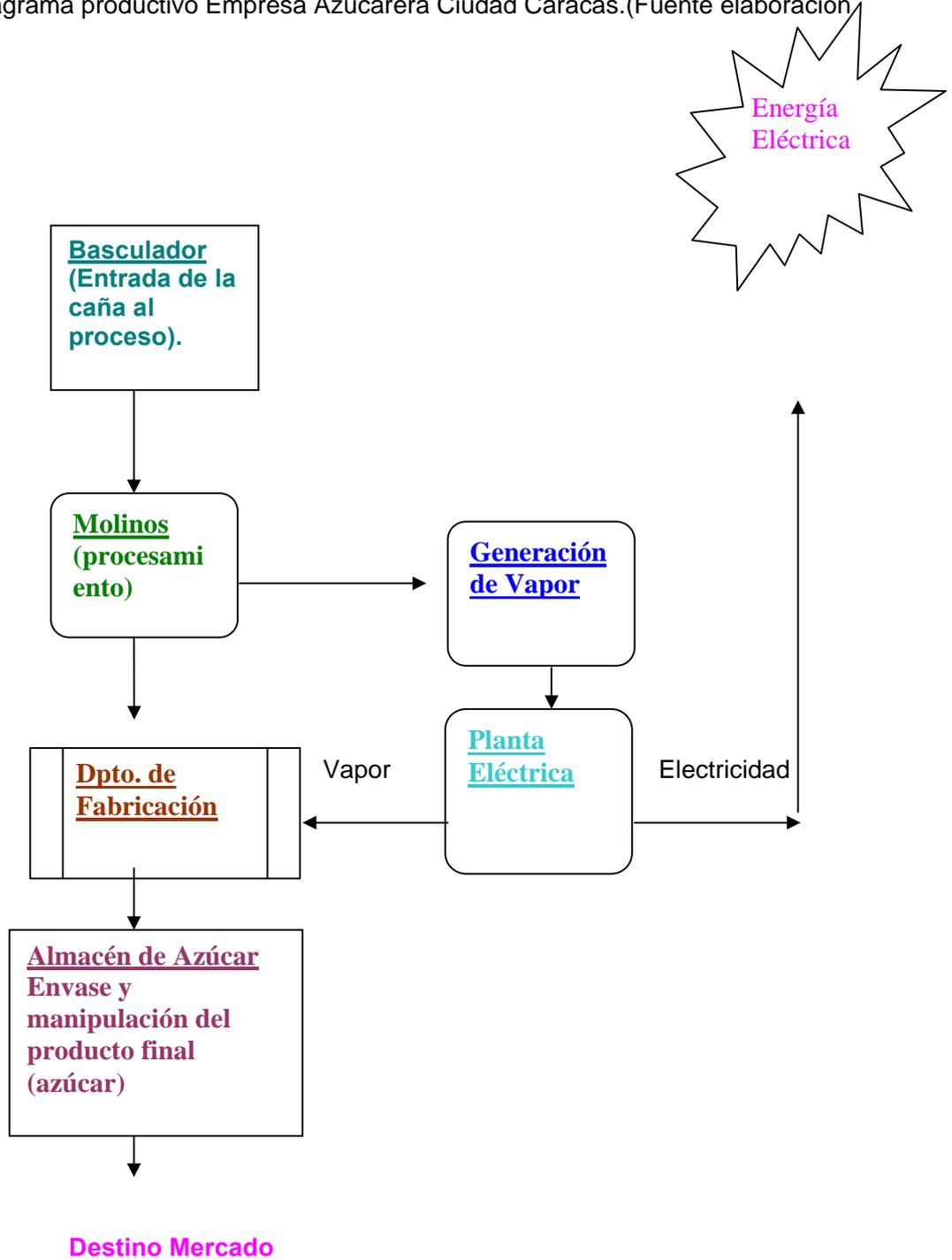


Anexo 2: Planificación de la capacitación propuesta, sobre el proceso de cogeneración de energía eléctrica en la Empresa Ciudad Caracas.

[Fuente: Elaboración propia].

Capacitación General sobre Cogeneración Eléctrica.		
:	Cantidad de Participantes: 70	
	Fecha de inicio : semanal	
	Fecha de terminación: diciembre	
Temas	Objetivos	Instructores
Conferencia # 1 1-Introducción sobre el Diagrama de flujo de la Fábrica	Que los Alumnos sean capaces de identificar el proceso en su totalidad Lograr en ellos conocimientos sobre los equipos que intervienen en el proceso y las mayores pérdidas en los sistemas.	Energético
Conferencia # 2 Clasificación y funcionamiento de Las áreas del proceso que afectan la eficiencia cogeneración	Definir con los alumnos la Clasificación de equipos y los factores de cada una de ellas que afectan la eficiencia y la estabilidad del proceso de cogeneración	Energético
Conferencia #3 Recogida y análisis del flujo de datos	Establecer con los alumnos el Orden, la frecuencia y el control que sobre la toma de muestras y los análisis se debe tener Para garantizar la calidad de los resultados.	Energético

Anexo: 3 Diagrama productivo Empresa Azucarera Ciudad Caracas. (Fuente elaboración propia)



Anexo 4: Plan de medidas para el mejoramiento del proceso de cogeneración de energía eléctrica a partir de las 5W y H.
[Fuente: Elaboración propia].

¿Qué	¿Cómo	¿Quién	¿Cuándo	¿Dónde	¿Por qué
Plan de capacitación	Aglutinando a todos los factores que intervienen en el proceso de producción de la Fábrica.	Administrativos, técnicos y obreros. Energético como capacitador	En período de no zafra o reparaciones	Aulas de la empresa, habilitadas para estas clases, además en la industria directo con los equipos.	Para alcanzar orientaciones necesarias y los conocimientos precisos en cuales son los mecanismos o las variantes más económicas en cada caso que se presente.
Plan de recuperación del aislamiento térmico de la industria.	Reponiendo todo el material de aislamiento en cada equipo de transferencia	Brigadas de insulación de la fábrica.	En período de reparaciones	Áreas y equipos de la industria que lo necesiten.	logra evitar que parte de la energía térmica que se genera en las calderas y equipos escape al ambiente.
Control estricto sobre las variables del proceso de cogeneración.	Utilizando el sistema de control propuesto para vigilar el funcionamiento industrial	Equipo de trabajo para el mejoramiento del proceso y el consejo de dirección.	En el periodo de zafra	En la fábrica.	Para tomar en cada caso la decisión correcta, en aras de mantener la eficiencia
Aumentar el volumen de almacenamiento de agua (Tanques).	Montando tanques para los diferentes tipos de aguas	Brigada de paileros y montaje.	En periodo de reparaciones	En el sistema de condensados y generación de vapor	La capacidad actual está por debajo y se pierde mucha agua.
Montaje de sistema de alimentación presurizado.	Eliminando el sistema actual y acoplado el sistema	Brigada de pailería y montaje.	En periodo de reparaciones	En el sistema de condensados y generación de vapor	Es necesario eliminar las pérdidas de energía y aumentar la

	presurizado				temperatura del agua de alimentar calderas.
Incrementar la cantidad de agua de alimentar calderas utilizando el retorno de los tachos (50% no contaminados).	Determinando según el resultado de los análisis de agua de condensados	Operador analista del sistema de condensados	En zafra en operación	Laboratorio del sistema de condensados	Porque el sobrante actualmente es de 2,68 t/h y para poder disponer de una mayor cantidad de agua para generar se necesita incorporar esta agua de tachos.
Montaje de tanque elevado (uso tecnológico)	Mediante adquisición, elevación con grúa y soldaduras.	Brigada de paileros y montaje.	En periodo de reparaciones	Sistema de condensados	Porque es necesario eliminar Tanques y bombes intermedios para ahorrar corriente
Montaje de la columna hidrodinámica del PRE evaporador	Quitando la actual	Brigada de paileros y montaje.	En el periodo de reparaciones	PRE- evaporador de 9000 pies.	Porque se producen pérdidas de vapor al no tener la altura requerida y romper el sello.
Cambiar la tubería de salida de vapor directo de la caldera 2 de 60 t/h, que tiene un diámetro de 10 por una tubería de 12 pulgadas	Eliminando la anterior y colocando la nueva con el diámetro correcto.	Brigada de paileros y montaje.	En el periodo de reparaciones	generación de vapor	Porque se produce una caída de presión del vapor directo que va hacia los turbogeneradores.
Colocar manómetros y termómetros Entrada y salir	Instalando el la línea	Brigada instrumentista	Reparaciones	Separador de vapor directo.	monitorear presiones y temperaturas de trabajo.