



# TRABAJO DE DIPLOMA

**TÍTULO:** PROPUESTA PARA LA MEJORA DE LA  
EFICIENCIA EN LA CENTRAL ELÉCTRICA DE  
YAGUARAMAS

**Autor:** Luis Valentín Estrada Santos

**Tutores:** Ing. Julio Cesar González Quintana

Cienfuegos, Junio 2010  
“Año 52 de la Revolución”

## Pensamiento

*“Hemos encontrado, afortunadamente, algo más importante, el ahorro de energía, que es como encontrar un gran yacimiento”.*

*Fidel Castro Ruz*  
*5 de mayo de 2006*

## **Dedicatoria.**

A mis hijos Luisito y Cristian,

A mi esposa Margarita,

A mi madre Emelina,

A mis hermanas,

A mi familia y

A mis amigos.

## **Agradecimientos**

Son muchas las personas que contribuyeron mi realización como profesional y a la realización de este trabajo, quiero darles las gracias a todos, en especial a:

A todos mis compañeros de grupo.

## INDICE

<b>Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>Capítulo I: Consideraciones Teóricas.</b> .....	<b>3</b>
<b>1.1 La Función de Calidad</b> .....	<b>3</b>
<b>1.2 Los expertos de la calidad: una visión contemporánea de la calidad.</b> .....	<b>7</b>
<b>1.3 Generación Distribuida Energía de Calidad</b> .....	<b>10</b>
<b>1.3.1 Definición de Generación Distribuida</b> .....	<b>10</b>
<b>1.3.2 La generación distribuida en otros países</b> .....	<b>11</b>
<b>1.3.3 Tecnologías de generación distribuida</b> .....	<b>12</b>
<b>1.3.4 Calidad de la energía</b> .....	<b>13</b>
<b>1.4 Gestión de Procesos.</b> .....	<b>14</b>
<b>1.4.1 Gestión de Procesos Generalidades.</b> .....	<b>14</b>
<b>1.4.2 Características de la Gestión de Procesos.</b> .....	<b>15</b>
<b>1.4.3 La mejora de procesos.</b> .....	<b>17</b>
<b>1.4.4 La reingeniería y sus efectos</b> .....	<b>17</b>
<b>1.4.5 Comparación de Rediseño radical y Mejora continua.</b> .....	<b>17</b>
<b>1.5 Mejora de la calidad</b> .....	<b>19</b>
<b>1.5.1 Experiencia con los primeros programas de mejora</b> .....	<b>19</b>
<b>1.6 Conclusiones del capítulo.</b> .....	<b>20</b>
<b>Capítulo II: Caracterización de la Generación Distribuida en Cuba.</b> .....	<b>21</b>
<b>2.1 Inicio de Generación Distribuida en Cuba.</b> .....	<b>21</b>
<b>2.2 La Central Eléctrica Fuel Oil Yaguaramas</b> .....	<b>23</b>
<b>2.2.1 Datos Generales de la Inversión</b> .....	<b>23</b>
<b>2.3 Proceso Tecnológico de Generación de Electricidad en la Central Eléctrica Fuel oil Yaguaramas.</b> .....	<b>26</b>
<b>2.3.1 Operación del proceso tecnológico</b> .....	<b>28</b>
<b>2.4 La Secuencia Universal del salto adelante (según Juran).</b> .....	<b>29</b>
<b>2.4.1 Prueba de necesidad.</b> .....	<b>29</b>
<b>2.4.2 Identificación de proyecto.</b> .....	<b>30</b>

---

<b>2.4.3 Organización para dirigir los proyectos.</b> -----	<b>30</b>
<b>2.4.4 Organización para la diagnosis. Análisis de los proyectos.</b> -----	<b>32</b>
<b>2.4.5. Diagnosis. Hallazgo de las causas.</b> -----	<b>33</b>
<b>2.4.6 Desarrollo de los remedios.</b> -----	<b>36</b>
<b>2.4.7 Prueba de los remedios</b> -----	<b>37</b>
<b>2.4.8 La resistencia cultural al cambio.</b> -----	<b>37</b>
<b>2.4.9 Control al nuevo nivel.</b> -----	<b>38</b>
<b>2.5 Conclusiones del Capítulo.</b> -----	<b>39</b>
<b>Capítulo III: Implementación de la mejora de la calidad en la eficiencia de la Central Eléctrica de Yaguaramas.</b> -----	<b>40</b>
<b>3.1 Aplicación del procedimiento para la mejora de la calidad.</b> -----	<b>40</b>
<b>3.1.1 Prueba de necesidad.</b> -----	<b>40</b>
<b>3.1.2 Identificación del proyecto.</b> -----	<b>40</b>
<b>3.1.3 Organización para el desarrollo del proyecto.</b> -----	<b>42</b>
<b>3.1.4 Diagnosis. Hallazgo de las causas</b> -----	<b>42</b>
<b>3.1.5 Desarrollo de remedios y prueba de los remedios</b> -----	<b>50</b>
<b>3.1.6 Resistencia al cambio.</b> -----	<b>51</b>
<b>3.1.7 Control al nuevo nivel.</b> -----	<b>52</b>
<b>3.2 Conclusiones del Capítulo.</b> -----	<b>52</b>
<b>Conclusiones</b> -----	<b>53</b>
<b>Recomendaciones.</b> -----	<b>54</b>
<b>Bibliografía.</b> -----	<b>55</b>
<b>Anexos</b> -----	<b>57</b>

## **Resumen**

El presente trabajo fue realizado durante el segundo semestre del año 2009, en la central eléctrica de Yaguaramas. El objetivo principal del mismo fue el análisis del proceso de generación eléctrica, con vistas a elaborar una propuesta para la mejora de la calidad para obtener una mejora en la eficiencia de dicho proceso. En el se utiliza la metodología propuesta por Juran, “La secuencia universal del salto adelante”.

Como resultado se determinó el defecto fundamental en el proceso y se proponen acciones específicas de mejora para corregirlo. Para su validación se utilizó como herramientas, experimentos en tiempo real, un diagrama de flujo y disección del proceso.

## **Introducción**

En el año 2005 la dirección del país bajo el programa de la revolución energética decide pasar de una generación concentrada en solo una decena de puntos en el país a una generación distribuida a base de motores de combustión interna en una primera etapa, en más de 200 puntos.

En el año 2009 fruto de este programa energético de la generación distribuida en Cuba es sincronizado al sistema electro energético nacional la central eléctrica Fuel Oil de Yaguaramas de tecnología HYUNDAI con una capacidad de generación de 20,4M/h.

La realización del presente trabajo persigue como objetivo realizar una mejora de la calidad dentro del proceso de generación eléctrico de la central basado en un procedimiento de Calidad reconocido internacionalmente, este procedimiento es “La secuencia universal del salto adelante” propuesta por Juran, la cual posibilita el empleo de un grupo de técnicas y valiosas herramientas de calidad que permitan obtener como resultado el incremento de la eficiencia de la central eléctrica.

De acuerdo a este propósito, se establecieron una serie de tareas encaminadas a revisar de forma crítica la literatura sobre la Gestión de Procesos, describir las condiciones específicas de la central eléctrica Yaguaramas y demostrar la necesidad de realizar un proyecto de mejora en el proceso de generación eléctrica.

Como resultado el trabajo quedó estructurado en tres capítulos:

**CAPÍTULO #1:** Se realiza una extensa búsqueda bibliográfica sobre temas relacionados con la Calidad, particularizando en la generación distribuida y las mejores prácticas en la gestión de procesos, haciendo énfasis en la mejora continua.

**CAPÍTULO #2:** Se realiza una caracterización de la Generación distribuida en Cuba, particularizando en la Central Eléctrica de Yaguaramas, se analiza y avalúa el proceso de generación eléctrica, posteriormente se describe “La secuencia universal del salto adelante” como procedimiento de mejora propuesto por Juran 5ta Edición.

**CAPÍTULO #3:** Se identifica la necesidad para la implementación de un proyecto de mejora para el proceso de Generación de electricidad. Se describe el proceso de Generación de electricidad, se exponen las principales herramientas utilizadas.

Finalmente se elabora y valida una propuesta de mejora que posibilite disminuir el consumo específico de combustible por Kw. generado.

**Situación Problemática:**

Después de un análisis del banco de problema de la central eléctrica de Yaguaramas y del comportamiento de las principales indicadores de eficiencia alcanzado durante un período de 60000 horas se ve deteriorado el índice de consumo de combustible (g/Kwh.) por lo que se pone de manifiesto la necesidad de mejorar los procesos para elevar los niveles de eficiencia alcanzado.

**Problema científico:**

La no utilización de herramientas de diagnóstico ha impedido determinar las causas del alto índice de consumo de combustible en la central eléctrica de Yaguaramas.

**Hipótesis:**

Con la utilización de La secuencia universal del salto adelante, como metodología para el mejoramiento de la calidad en el proceso de generación de electricidad se podrá reducir el índice de consumo (g/ Kwh.).

**Objetivo General:**

Elaborar una propuesta de mejora para el proceso de generación de electricidad en la central eléctrica de Yaguaramas, basado en un proceso de mejora de la calidad que permite reducir el índice de consumo.

**Objetivos específicos:**

1. Elaborar un marco teórico que sirva de hilo conductor para el desarrollo de la investigación.
2. Caracterización general de la central eléctrica de Yaguaramas.
3. Analizar y evaluar los resultados del proceso de generación eléctrica en la central eléctrica Yaguaramas para determinar las causas que inciden directamente en el incremento del índice de consumo de combustible.
4. Elaborar una propuesta de mejoras que permite reducir el consumo específico de combustible por Kw. generado.
5. Validar la propuesta de mejoras.

## **Capítulo I: Consideraciones Teóricas.**

En este capítulo se realiza un análisis de los principales conceptos de la calidad, teniendo en cuenta su desarrollo histórico, enfatizando en las principales características de la empresa de servicio y sus mejores prácticas. El mapa conceptual de este capítulo puede verse en el **Anexo 1**

### **1.1 La Función de Calidad**

El logro de la calidad requiere el desempeño de una amplia variedad de actividades o tareas de calidad, como son la investigación de mercado, servicio al cliente, apoyo administrativo de comercialización, pruebas de inspección, producción y control de procesos, planeación, compras, diseño y desarrollo del producto; además de todas estas actividades se necesita de actividades administrativas y de apoyo como finanzas, recursos humanos, distribución y ventas y procesamiento de datos.

La colección completa de actividades a través de las cuales se logra la adecuación para el uso, sin importar en donde se realicen, no es más que la función de calidad, ejemplos obvios son el estudio de necesidad de calidad de los clientes, la revisión de diseño, las pruebas del producto y el análisis de las quejas reales; estas actividades cuando se diseñan y coordinan bien, se convierten en objetivos de calidad.

De los muchos significados de la palabra calidad, dos son de importancia crítica para la gestión de la calidad:

1. Calidad significa aquellas características del producto que se ajustan a las necesidades del cliente y que, por tanto, le satisfacen. El objetivo de una calidad tan alta es proporcionar mayor satisfacción al cliente e incrementar los ingresos. No obstante, proporcionar más y mejores características de calidad requiere normalmente una inversión, lo que implica aumento de costes.
2. Calidad significa ausencia de deficiencias: ausencia de errores que requieran rehacer el trabajo o que resulten en fallos en operación, insatisfacción del cliente, quejas del cliente, etc., este significado se orienta a los costes y una calidad de nivel más alto cuesta menos.

Necesidades del cliente y conformidad con las especificaciones. La mayoría de los departamentos de calidad creían que los productos que estuvieran conformes con las especificaciones se ajustarían también a las necesidades del cliente. Esta suposición era lógica, ya que estos departamentos raras veces tenían contacto directo con los clientes. Sin embargo, la suposición podía ser gravemente errónea. Las necesidades del cliente incluyen más cosas que no se encuentran en las especificaciones del producto: explicaciones del servicio en

lenguaje sencillo, confidencialidad, verse libre de papeleos pesados. Este enfoque ha provocado que los departamentos de calidad revisen su definición de calidad para incluir las necesidades del cliente que no forman parte de las especificaciones del producto.

Las definiciones de calidad incluyen ciertas palabras claves que a su vez requieren definiciones:

- Producto: Consiste en el resultado de cualquier proceso.
- Características del producto: Propiedad que poseen los bienes y servicio que se adaptan a las necesidades del cliente.
- Cliente: Cualquiera que esté afectado por el producto o por el proceso usado para producir el producto. Los clientes pueden ser externos o internos.
- Satisfacción del cliente: Situación en que los clientes sienten que las características del producto han cumplido sus expectativas.
- Deficiencia: Cualquier falta (defecto o error) que menoscaba la adecuación al uso del producto.
- Insatisfacción del cliente: Situación en que las deficiencias (en bienes o servicios) dan como resultado el enfado, las quejas o las reclamaciones del cliente.

En el mundo de la gestión de la calidad hay todavía una notable falta de normalización de los significados de las palabras claves. No obstante, cualquier organización puede hacer mucho por disminuir la confusión interna si normaliza las definiciones de las frases y palabras claves. Estas definiciones no permanecen estáticas, a veces sufren grandes cambios; uno de estos ocurrió durante la década de los 80, se originó en la crisis creciente de la calidad y se conoció como concepto de calidad integral o gran Q. La tabla siguiente demuestra el contraste entre calidad integral o gran Q y pequeña Q

Tabla 1.1. *Contraste entre calidad integral o gran Q y pequeña Q.*

Tema	Contenido de la pequeña Q	Contenido de la gran Q
Productos	Bienes manufacturados.	Todos los productos, bienes y servicios, sean o no para venta.
Procesos	Procesos relacionados con la fabricación de bienes.	Todos los procesos; apoyo a la manufactura, negocio, etc.

Sectores	Manufactura	Todos los sectores, manufactura, servicios, gobierno, etc., sean o no lucrativas.
La calidad se ve como:	Un problema tecnológico	Un problema de empresa
Cliente	Clientes que compran los productos	Todos los que están afectados sean externos o internos.
Como pensar sobre la calidad	Basada en cultura de departamentos funcionales	Basada en trilogía universal
Los objetivos de calidad están incluidos:	Entre las metas de la fábrica.	En el plan de negocio de la empresa.
Coste de la baja calidad	Costes ligados a bienes deficientemente manufacturados	Todos los costes que desaparecerían si todo fuera perfecto.
Evaluación de calidad basada principalmente en:	Conformidad con normas, procedimientos y especificaciones de fábricas.	Receptividad a las necesidades del cliente.
Mejora dirigida a :	Resultados del departamentos	Resultados de la empresa
La formación en gestión de la calidad está:	Concentrada en el departamento de calidad	Extendido por toda la empresa.
La coordinación está a cargo de :	El director de la calidad	Un comité de calidad de los altos directivos.

Fuente: *Tomado del Manual de Calidad de Juran, 5ta edición.*

### **CALIDAD: EFECTOS FINANCIEROS**

Las deficiencias del producto también pueden tener un efecto en los ingresos. El cliente que se encuentra con una deficiencia puede emprender acciones cuyo carácter afecta el coste: presentar una queja, devolver el producto, entablar una reclamación etc.; tales acciones realizadas pueden dañar gravemente los ingresos del productor.

El coste de la baja calidad se compone de todos los costes que desaparecerían si no hubiera deficiencias: ningún error, ninguna repetición del trabajo, ningún fallo en operaciones, etc. Las

deficiencias que ocurren antes de la venta se acumulan, obviamente, al coste del producto y las que ocurren después de la venta se añaden a los costes del cliente, así como a los del productor.

Para alcanzar la calidad es conveniente empezar por establecer la visión de la organización, así como su política y objetivos. La conversión de objetivos y resultados se hace, pues, mediante los procesos de gestión: secuencia de actividades que producen los resultados propuestos. La gestión de la calidad hace un uso extensivo de tales procesos de gestión:

- Planificación de la calidad.
- Control de la calidad.
- Mejora de la calidad.

Tabla 1.2. Los tres procesos universales de la gestión de la calidad.

<b>Planeación de la calidad</b>	<b>Control de la calidad</b>	<b>Mejoramiento de la calidad</b>
Establecer metas de calidad	Evaluar el rendimiento actual	Demostrar la necesidad
Identificar quiénes son los clientes	Comparar el rendimiento actual con las metas de la calidad	Establecer la infraestructura Identificar proyectos de mejora
Determinar las necesidades de los clientes	Actuar sobre la diferencia	Establecer los equipos de los proyectos
Desarrollar características de productos que respondan a las necesidades de los clientes		Proporcionar a los equipos recursos, formación y motivación para: Diagnosticar las causas Impulsar las soluciones
Desarrollar procesos capaces de conseguir características del producto		
Establecer controles de procesos, transferir los planes a los equipos de operaciones		Establecer controles para mantener las ventajas

Fuente: *Tomado del Manual de la Calidad de Juran 5ta edición.*

## **1.2 Los expertos de la calidad: una visión contemporánea de la calidad.**

A diferencia de la mayor cantidad de textos que se escriben sobre el tema, no se pretende realizar una revisión exhaustiva de todos los autores. Revisiones de este tipo están disponibles ampliamente en la bibliografía y no añadirían valor alguno a la descripción. De manera que este epígrafe se concentra en realizar una revisión de los principales aportes que cada uno de los autores ha hecho en varias categorías concentradas de análisis.

Se incluirán como los principales autores y precursores estadounidenses de los modernos conceptos de la calidad total: Philip B. Crosby, Edward W. Deming, Armand V. Feigenbaum y Joseph M. Juran. Dentro de los autores japoneses se utilizarán las ideas de: Kaoru Ishikawa, Shigeru Mizuno, Shigeo Shingo y Geinichi Taguchi. Se considerará también a John S. Oakland para reflejar el estado de los conceptos de la calidad en Europa. Estos son sólo los más importantes dentro de una enorme cantidad de autores que han publicado material en el tema del TQM. Sin embargo, los seleccionados sin lugar a dudas son los que aportan la mayoría de las ideas originales en esta área del conocimiento.

Para comenzar se realiza una comparación de las ideas planteadas sobre este tema de los tres autores más significativos. Se pudo identificar que la mayoría de los autores y organizaciones que trabajan en el tema coinciden en asegurar que estos han sido las personas que más han investigado, aportado y legado a la teoría de la calidad. Estos autores son Deming, Juran y Crosby. Esta comparación ha sido tomada de Oakland (1989) por responder perfectamente a los intereses de esta discusión.

Se toman en cuenta diferentes aspectos que describen los elementos fundamentales de la teoría de la calidad y que pueden resultar contrastantes para los diferentes enfoques. Esta comparación y los aportes de cada autor se pueden consultar en el **Anexo 2**.

Para tener una idea más global de las filosofías de cada autor deben tratarse cuáles han sido los principales aportes de cada uno. A juicio de muchos autores esto es lo más importante para este tipo de análisis, sin embargo debe aclararse que no es todo. Por otro lado, se puede concluir que la mayor parte de lo tratado en la amplia variedad de publicaciones sobre calidad se puede agrupar en una serie de rubros o categorías.

Según Cantú (1997) estas categorías son las siguientes:

1. Liderazgo.
2. Planeación Estratégica.
3. Posicionamiento en el mercado.
4. Sistema Humano.
5. Sistema Operacional.
6. Control de Proveedores.
7. Mejoramiento de la Calidad.
8. Control del Proceso.

Siguiendo esta clasificación será útil evaluar la contribución individual y global de los autores en cada área. Un resumen de este análisis se muestra en el **Anexo 3**. El significado de cada letra para la evaluación de la contribución es: **F** si este autor es contribuyente fuerte (los cuadros sombreados indican que según el análisis este autor es el más importante entre los contribuyentes fuertes), **R** si la contribución es mediana o regular, **D** si la contribución es débil y **N** si es nula.

Un análisis detallado de los aportes en cada una de las áreas, para los dos análisis anteriores, pone al descubierto que existen varios elementos importantes de la teoría de la calidad total que no fueron considerados por los autores seleccionados. Estos elementos se describen a continuación:

1. *Liderazgo*: La administración también debe considerar las expectativas de los grupos de interés relacionados con la empresa (stakeholders), como los accionistas, los grupos sociales externos y el gobierno, además de los proveedores, los empleados y clientes. Se deben tomar en cuenta los valores corporativos de la empresa, los cuales deben ser considerados por los empleados en su actuación dentro de la empresa.
2. *Planeación Estratégica*. Este proceso se debe complementar con información relacionada con la tecnología, el capital disponible y la información proporcionada por el uso de técnicas como la *reingeniería de la administración* (Champy, 1995) y el *benchmarking* (Camp, 1989).
3. *Posicionamiento en el Mercado*. Para lograr una posición de mercado fuerte se requiere más que satisfacer las necesidades de los clientes, se debe considerar la presión ejercida por los competidores y la manera en que se conforma la participación en el mercado, ya que este elemento es el que decidirá la distribución de los recursos económicos creados en el mercado.

La teoría de la calidad desarrollada por los autores más reconocidos en esta área deja algunos espacios en blanco cuando se busca la forma de mejorar la competitividad de una organización mediante la ejecución de los conceptos de la calidad total. La teoría básica provee de una

fuerte base de conocimientos para apoyar las áreas de operación del negocio y mejoramiento de la calidad, pero proporciona poca contribución sobre liderazgo, comportamiento humano, planeación estratégica y posicionamiento en el mercado. Si se agregan algunos otros conceptos desarrollados en otros campos de la teoría administrativa, es posible crear un buen modelo conceptual de negocios que sirva de guía para la implementación de un modelo de calidad total efectivo. En el **Anexo 4**, se pueden encontrar tres corrientes de programas de Gestión de la Calidad Total.

Después de haber analizado los aportes de cada autor se pueden arribar a valiosas conclusiones. No tiene sentido aquí tratar de conformar otro concepto de calidad, pues solo sería otro más dentro de la ya larga lista que logra confundir a los ejecutivos. Por otra parte tampoco tiene sentido detenerse a criticar el aporte de personas excepcionales como las citadas anteriormente. Sin embargo, sí tiene sentido tratar de resumir los más importantes consejos que se derivan del aporte de cada uno de estos autores, para que sirvan como guía o mapa de éxito a las empresas. Se puede plantear entonces, que las organizaciones tienen una mayor probabilidad de éxito y de permanecer en el mercado si:

1. Desarrollan una cultura de mejora continua mediante la aplicación de los conceptos y herramientas de la Gestión de la Calidad Total a su sistema de administración, para planear, controlar y mejorar su operación.
2. Analizan periódicamente el cumplimiento de las expectativas de los grupos de interés e influencia relacionados con la compañía para definir y desplegar políticas de calidad sobre la operación a través del proceso de planeación estratégica.
3. Utilizan técnicas como la reingeniería de procesos de negocio para realizar cambios radicales en la organización, y el benchmarking para el análisis del mercado y la competencia cuando la empresa no satisface las necesidades del mercado y en consecuencia, no crea la riqueza económica requerida para cumplir con las expectativas de los grupos de interés e influencia. Esto no quiere decir que estas técnicas no se apliquen en situaciones normales para mejorar continuamente el desempeño organizacional.
4. Cuentan con una infraestructura sólida para la mejora continua y la satisfacción del cliente.

Duros” como la industria metalúrgica, los fabricantes de automóviles y de aviones. Por esta razón, todas las organizaciones se pueden beneficiar de aplicar lo que hacen los mejores en el campo de los servicios para satisfacer a sus clientes.

### **1.3 Generación Distribuida Energía de Calidad**

La Generación Distribuida (GD) representa un cambio en el paradigma de la generación de energía eléctrica centralizada. Aunque se pudiera pensar que es un concepto nuevo, la realidad es que tiene su origen, de alguna forma, en los inicios mismos de la generación eléctrica.

De hecho, la industria eléctrica se fundamentó en la generación en el sitio del consumo. Después, como parte del crecimiento demográfico y de la demanda de bienes y servicios, evolucionó hacia el esquema de Generación Centralizada, precisamente porque la central eléctrica se encontraba en el centro geométrico del consumo, mientras que los consumidores crecían a su alrededor. Sin embargo, se tenían restricciones tecnológicas de los generadores eléctricos de corriente continua y su transporte máximo por la baja tensión, que era de 30 a 57 kilómetros.

Con el tiempo, la generación eléctrica se estructuró como se conoce hoy en día, es decir, con corriente alterna y transformadores, lo que permite llevar la energía eléctrica prácticamente a cualquier punto alejado del centro de generación. Bajo este escenario, se perdió el concepto de Generación Centralizada, ya que las grandes centrales se encuentran en lugares distantes de las zonas de consumo, pero cerca del suministro del combustible y el agua.

En los años setentas, factores energéticos (crisis petrolera), ecológicos (cambio climático) y de demanda eléctrica (alta tasa de crecimiento) a nivel mundial, plantearon la necesidad de alternativas tecnológicas para asegurar, por un lado, el suministro oportuno y de calidad de la energía eléctrica y, por el otro, el ahorro y el uso eficiente de los recursos naturales.

Una de estas alternativas tecnológicas es generar la energía eléctrica lo más cerca posible al lugar del consumo, precisamente como se hacía en los albores de la industria eléctrica, incorporando ahora las ventajas de la tecnología moderna y el respaldo eléctrico de la red del sistema eléctrico, para compensar cualquier requerimiento adicional de compra o venta de energía eléctrica. A esta modalidad de generación eléctrica se le conoce como Generación In-Situ, Generación Dispersa, o más cotidianamente, Generación Distribuida.

#### **1.3.1 Definición de Generación Distribuida**

Aunque no existe una definición como tal, diversos autores han tratado de explicar el concepto. A continuación se presentan las más ilustrativas:

- ❖ Generación en pequeña escala instalada cerca del lugar de consumo.
- ❖ Producción de electricidad con instalaciones que son suficientemente pequeñas en relación con las grandes centrales de generación, de forma que se puedan conectar casi en cualquier punto de un sistema eléctrico.
- ❖ Es la generación conectada directamente en las redes de distribución.
- ❖ Es la generación de energía eléctrica mediante instalaciones mucho más pequeñas que las centrales convencionales y situadas en las proximidades de las cargas.
- ❖ Es la producción de electricidad a través de instalaciones de potencia reducida, comúnmente por debajo de 1,000 Kw.
  
- ❖ Son sistemas de generación eléctrica o de almacenamiento, que están situados dentro o cerca de los centros de carga.
- ❖ Es la producción de electricidad por generadores colocados, o bien en el sistema eléctrico de la empresa, en el sitio del cliente, o en lugares aislados fuera del alcance de la red de distribución.

### **1.3.2 La generación distribuida en otros países**

En el contexto internacional el uso de la GD ha sido impulsado por diversos factores. De acuerdo con datos de la CIGRE de 1999, en diversos países del mundo se ha incrementado el porcentaje de la potencia instalada de GD, en relación con la capacidad total instalada. Así, en países como Dinamarca y Holanda, alcanza valores de hasta el 37%, y en otros, como Australia, Bélgica, Polonia, España y Alemania, tan solo del 15% y en el caso de Estados Unidos, del 5%.

En lo relativo al potencial en GD en el mundo se estima que en los próximos 10 años el mercado mundial para la GD será del orden de 4 a 5 mil millones de dólares.

Estudios del Electrical Power Research Institute y del Natural Gas Fundation prevén que, de la nueva capacidad de generación eléctrica que se instalará al año 2010 en Estados Unidos, del 25% al 30% será con GD. Agencia Internacional de Energía, los países desarrollados serán responsables del 50% del crecimiento

Con base en estimaciones de la demanda de energía eléctrica mundial en los próximos 20 años, equivalente a 7 millones de MW, donde el 15% de esta demanda le corresponderá a GD.

### **1.3.3 Tecnologías de generación distribuida**

El éxito de la difusión y fomento de la GD radica en la existencia de tecnologías de punta que permiten, para potencias pequeñas, generar energía eléctrica en forma eficiente, confiable y de calidad.

Las tecnologías de generación se dividen, a su vez, en convencionales y no convencionales. Las primeras incluyen a las turbinas de gas, motores de combustión interna y micro turbinas. Las segundas se refieren a las energías no renovables, como la mini hidráulica, geotérmica y biomasa, las turbinas eólicas, celdas de combustibles y celdas fotovoltaicas.

En el **Anexo 5** se muestra un gráfico con las diferentes tecnologías usadas en la Generación Distribuida. A continuación se da una breve descripción de las más importantes.

**Cogeneración.-** Esta tecnología produce en forma secuencial energía eléctrica y térmica, donde esta última es útil a los procesos productivos en forma de un fluido caliente (vapor, agua, gases), obteniendo eficiencias globales de más del 80%. Sus capacidades son muy amplias, debido al hecho de que utiliza todas las tecnologías que abarca la GD.

**Turbina de gas.-** *El combustible suele ser gas natural, aunque puede emplearse gas LP o diesel. Sus capacidades van de 265 Kw. a 50,000 Kw.; permiten obtener eficiencias eléctricas del 30% y eficiencias térmicas del 55%; los gases de combustión tienen una temperatura de 600°C; ofrecen una alta seguridad de operación; tienen un bajo costo de inversión; el tiempo de arranque es corto (10 minutos); y requieren un mínimo de espacio físico.*

Por otro lado, los gases de combustión se pueden utilizar directamente para el calentamiento de procesos, o indirectamente para la generación de vapor o cualquier otro fluido caliente.

**Motor de combustión interna.-** Utilizan diesel, gasóleo o gas natural; existen en capacidades de 15 Kw. a mayores de 20,000 Kw; alcanzan eficiencias eléctricas del orden del 40% y eficiencias térmicas cercanas al 33%; su temperatura de gases de combustión es de 400°C; tienen un bajo costo de inversión, una vida útil de 25 años, alta eficiencia a baja carga, consumo medio de agua, poco espacio para instalación, flexibilidad de combustibles y su crecimiento puede ser modular.

## **Interconexión**

En la mayoría de los casos, un aspecto necesario en la GD es la interconexión con la red eléctrica, para poder cubrir cualquier eventualidad del sistema de compra o venta de energía eléctrica. Algunos de los aspectos técnicos a considerar en la interconexión son:

- 1 Relevadores de protección
- 2 Conexión del transformador
- 3 Sistema de puesta a tierra
- 4 Coordinación de protecciones y regulación de la tensión de la compañía
- 5 Equipos de calidad de servicio
- 6 Conformidad con normas de los convertidores de potencia
- 7 Monitoreo y control remoto del grupo
- 8 Mantenimiento preventivo y correctivo periódico
- 9 Sistema de comunicación entre el operador privado y el controlador de la red de distribución

El Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos de Estados Unidos (IEEE) está preparando la norma eléctrica **"IEEE-Standard-1547 – Standard for Distributed Resources Interconnection with Power Systems"**, que será de uso exclusivo para normalizar las interconexiones y la operación de los sistemas de GD.

### **1.3.4 Calidad de la energía**

En términos generales, al implementar proyectos de GD lo que se busca es aumentar la calidad de energía, entendiendo por esto: contar de forma ininterrumpida con la energía eléctrica, con sus adecuados parámetros eléctricos que la definen acordes a las necesidades, esto es voltaje, corriente y frecuencia, entre otros.

La mayoría de las redes de transmisión y distribución de energía eléctrica alcanzan una confiabilidad del 99.9% o de "tres nueves", equivalentes a 8.7 hora al año fuera de servicio. Sin embargo, la alta tecnología en los procesos en producción y empresas de servicio demandan una mayor confiabilidad, inclusive de hasta seis y nueve nueves, equivalentes a tiempos fuera de servicio al año de tan sólo 32 segundos y 0.03 segundos, respectivamente.

Al respecto, cabe mencionar que en Estados Unidos el costo de las pérdidas por fallas en el suministro de energía es del orden de 119 mil millones de dólares al año, y para el caso de América Latina, de entre 10 y 15 mil millones de dólares anuales.

En la tabla 3 se presentan costos estimados de interrupciones por tipo de empresa. De manera comparativa, en las fábricas de papel de México, de un tamaño mediano (de acuerdo a su producción e ingresos), el costo por interrupciones en los procesos es de 10 a 20 mil dólares americanos por día, según la calidad del papel. □12□

Tabla 3. Estimación de costos de interrupciones por tipo de empresa

<b>INDUSTRIA/EMPRESA</b>	<b>COSTO (USD/H)</b>
Comunicaciones celulares	41,000
Venta de boletos por teléfono	72,000
Reservaciones de aerolíneas	90,000
Operaciones de tarjetas de crédito	2?580,000
Operaciones bursátiles	6?480,000
	60?000,000

#### **1.4 Gestión de Procesos.**

Pocas serán las compañías cuya administración no afirme -por lo menos para consumo externo- que quieren una organización bastante flexible a fin de que se pueda ajustar rápidamente a las cambiantes condiciones del mercado, ágil para poder superar el precio de cualquier competidor, tan innovadora que sea capaz de mantener sus productos o servicios tecnológicamente frescos y tan dedicada a su misión que rinda el máximo de calidad y servicio al cliente (Hammer, 1991).

En la era en que hemos entrado, las organizaciones se deben fundar sobre la base de reunificar esas tareas en procesos coherentes y sencillos, por tanto, el cambio para pensar en función de procesos ya comenzó, he aquí el primer obstáculo que debemos enfrentar que no es otro que orientar en procesos a las muchas personas de negocios que existen hoy en día, las cuales, están enfocadas en tareas, en oficios, en estructuras, pero no en procesos.

##### **1.4.1 Gestión de Procesos Generalidades.**

Fueron analizados los conceptos más importantes encontrados en la literatura acerca del término Procesos. A criterio del autor un proceso puede ser definido como un conjunto de actividades enlazadas entre sí que, partiendo de una o más entradas (inputs) las transforma, generando un resultado (output).

Desde este punto de vista, una organización cualquiera puede ser considerada como un sistema de procesos, más o menos relacionados entre sí, en los que buena parte de los inputs serán generados por proveedores internos, y cuyos resultados irán frecuentemente dirigidos hacia clientes también internos Schroeder (2002).

Un proceso puede ser realizado por una sola persona, o dentro de un mismo departamento. Sin embargo, los más complejos fluyen en la organización a través de diferentes áreas funcionales y departamentos, que se implican en aquél en mayor o menor medida.

El hecho de que en un proceso intervengan distintos departamentos dificulta su control y gestión, diluyendo la responsabilidad que esos departamentos tienen sobre el mismo. En una palabra, cada área se responsabilizará del conjunto de actividades que desarrolla, pero la responsabilidad y compromiso con la totalidad del proceso tenderá a no ser tomada por nadie en concreto.

Schroeder, R. (2002), Juran, J. (2000), Imai, Masaaki (2001) plantean que sin la eliminación de las estructuras y jerarquías basadas en funciones debido a que éstas son las responsables de la falta de interacción, retroalimentación y de la existencia de grupos aislados con estilos de dirección vertical, la reingeniería y la mejora de procesos no tendrán éxito en la organización objeto de estudio.

Evidentemente, la organización funcional no va a ser eliminada. Una organización posee como característica básica precisamente la división y especialización del trabajo, así como la coordinación de sus diferentes actividades, pero una visión de la misma centrada en sus procesos permite el mejor desenvolvimiento de los mismos, así como la posibilidad de centrarse en los receptores de los output de dichos procesos, es decir en los clientes.

#### **1.4.2 Características de la Gestión de Procesos.**

Tal vez sean los objetivos que pueden plantearse la principal característica de la Gestión de Procesos (Schroeder, R. [2002]):

- Incrementar la eficacia.
- Reducir costos.
- Mejorar la calidad.
- Acortar los tiempos y reducir, así, los plazos de producción y entrega del servicio.

Estos objetivos suelen ser abordados selectivamente, pero también pueden acometerse conjuntamente dada la relación existente entre ellos. Por ejemplo, si se acortan los tiempos es probable que mejore la calidad.

Además 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 con respecto a los tradicionales. Así, podemos identificar:

- 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 procesos cuestiona estas actividades dejando perdurar las estrictamente necesarias, como aquellas de evaluación imprescindibles para controlar el proceso o las que deban realizarse por cumplimiento de la legalidad y normativa vigente; Reducción de burocracia, ampliación de las funciones y responsabilidades del personal. Con frecuencia es necesario dotar de más funciones y de mayor responsabilidad al personal que interviene en el proceso, como medio para reducir etapas y acortar tiempos de ciclo. La implantación de estos cambios afecta fuertemente al personal, por lo que ha de ser cuidadosamente llevada a cabo para reducir la resistencia que pudiera darse en las personas implicadas.
- Inclusión de actividades de valor añadido: Actividades que se incluyen para incrementar la satisfacción del cliente del proceso.
- Reducción de etapas y tiempos: Generalmente existe una sustancial diferencia entre los tiempos de proceso y de 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.

### **1.4.3 La mejora de procesos.**

Maestros de la calidad como Deming, Crosby, Juran, describen diferentes formas de cómo mejorar los procesos, cada una desde el punto de vista del autor y todas enfocadas y relacionadas directamente con la calidad.

No existe producto o servicio sin un proceso. Del mismo modo, no existe proceso sin un producto o servicio. En este sentido Jerry L. Harbour (1994) expresa: “La razón de existir de cualquier proceso es satisfacer con éxito las necesidades de los clientes, así como entregar los rendimientos mejor, más rápido y más baratos que la competencia. Los rendimientos se traducen en producción de un artículo, proporcionar un servicio o concluir una tarea”. Cuando las empresas se organizan de acuerdo a los procesos se mejora la comunicación, la coordinación y la calidad.

### **1.4.4 La reingeniería y sus efectos**

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.

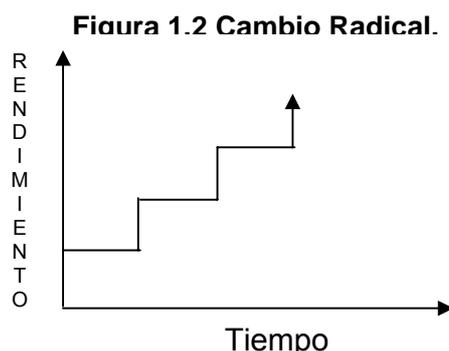
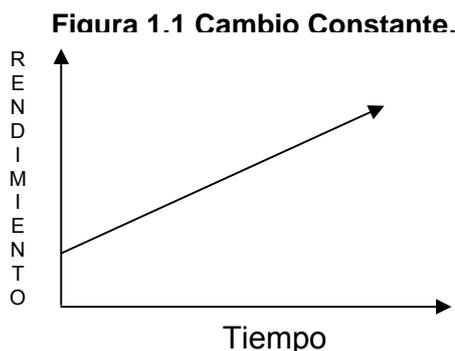
Una metodología apropiada, por tanto, puede proporcionar la seguridad de que semejantes infortunios no ocurran una vez que el proyecto se ha puesto en marcha. Existen muchas técnicas administrativas (Modelación de procesos, medida de desempeño, análisis del flujo de trabajo, entre otras) que producen resultados valiosos, aun cuando no son fines en sí mismas en cuanto a reingeniería de procesos.

Cuando se ejecutan los cambios radicales, se deben instalar las prácticas del mejoramiento continuo de los procesos en la operación del negocio para prevenir el deterioro futuro y asegurar en mantenimiento preventivo.

### **1.4.5 Comparación de Rediseño radical y Mejora continúa.**

Al analizar los programas de mejora incremental y la reingeniería se distinguen varias cualidades coincidentes, pues ambas reconocen la importancia de los procesos y ambas empiezan con las necesidades del cliente del proceso y trabajan de ahí hacia atrás. Sin embargo los dos programas también difieren fundamentalmente. La mejora continua es una filosofía de dirección que considera que el reto de la mejora de productos y procesos, es un procedimiento sin fin de pequeños logros (figura 1.1). En contraposición con el cambio radical

(figura 1.2), se relaciona más con la manera en que las organizaciones se entienden naturalmente con el cambio. La mejora continua hace hincapié en cambios pequeños, incrementales: el objeto es mejorar lo que una organización ya está haciendo (Manganelli 1994).



En términos más específicos, los programas de mejora incremental trabajan dentro del marco de los procesos existentes en una organización y buscan mejorarlos por medio de lo que los japoneses llaman *Kaisen*, o mejora incremental o continua. Todos estos programas de mejora continua están enfocados hacia el mejoramiento incremental del desempeño del proceso.

La realidad es que cuando se implementa un cambio radical y seguido a este no se aplican un conjunto de mejoras continuas el rendimiento no permanece constante, es decir, disminuye haciendo aún más espectacular el cambio radical, por tanto no deben absolutizarse por separados, ni un programa de reingeniería, ni un programa mejora continua, sino debe ser el resultado de una aplicación continua, o sea, un programa de reingeniería siempre debe estar precedido y subseguido por una serie de mejoras continuas, y así sucesivamente.

Por su parte Peppard (1996) expresó: "El propósito de reingeniería de procesos de la empresa es la mejoría y no el cambio por sí mismo. Pudiera ser que para poner en efecto mejoras radicales, una empresa debe efectuar cambios radicales tanto a sus procesos como a su organización, pero esto no es una conclusión necesaria, pues en ocasiones se puede conseguir bastante a través de mejorías continuas incrementales, basadas en cambios pequeños a todo lo ancho de la empresa, que utilizar el método de reestructuración total".

## **1.5 Mejora de la calidad**

Se puede denominar “mejora” al logro de un nuevo nivel de rendimiento superior al nivel anterior. Esta superioridad se alcanza con la aplicación del concepto del “salto adelante” a los problemas de la calidad.

La mejora de la calidad en cualquier organización abarca tanto la mejora de la aptitud de uso como la reducción del nivel de defectos o errores. Ambas actividades se aplican a todos los consumidores internos y externos.

La mejora de la aptitud de uso puede proporcionar importantes beneficios entre los que se encuentran:

- Mejor calidad para los usuarios.
- Mayor participación en el mercado para el fabricante.
- Prestigio en el mercado para el fabricante.

Con la reducción del nivel de defectos, también se pueden obtener diversas ventajas:

- Menores costos y menores disgustos para los usuarios.
- Mejora de la productividad.
- Reducción de las existencias.

### **1.5.1 Experiencia con los primeros programas de mejora**

El principal requisito para un programa de mejora de la calidad es que sea aceptado por aquellas personas a las que va a afectar y esto depende en gran medida de los resultados de los programas de mejoras anteriores.

Tomando como referencia los primeros programas de mejoras y evaluarlos de forma crítica se pueden identificar varios obstáculos para conseguir una mejora de la calidad:

- Falta de compromisos de la alta dirección
- Ningún planteamiento organizado
- Aumento de la carga de trabajo
- Ninguna previsión para recompensas

## **1.6 Conclusiones del capítulo.**

Luego de haber realizado el estudio bibliográfico que conforma este capítulo, se arriban a las siguientes conclusiones:

1. Se analiza la etapa actual por la transita la calidad, definiendo la planificación, el control y la mejora como sus tres procesos de Gestión.
2. Se caracteriza la calidad en las empresas de servicios, exponiendo sus principales características y las mejores prácticas para su desarrollo.
3. Se realiza un estudio de la gestión de procesos, identificando la reingeniería y la mejora continua como métodos de gestión.

## **Capítulo II: Caracterización de la Generación Distribuida en Cuba.**

Análisis de la generación distribuida en el país, surgimiento y características de esta, así como sus proyecciones futuras.

### **Política de la calidad de la Unión Eléctrica.**

La Unión Eléctrica es la entidad encargada de la producción, transmisión y comercialización de la electricidad en Cuba. Estas actividades han de realizarse de manera segura, confiable y eficiente, logrando un alto nivel de satisfacción de los clientes, promoviendo el desarrollo y bienestar de los recursos humanos en ella movilizados, con un profundo respeto al entorno ambiental. Esta Unión esta constituida por una Oficina Central, ocho empresas de generación, quince Empresas Eléctricas, seis Empresas Nacionales y un Centro de Estudio y Capacitación.

La dirección de la Unión Eléctrica, comprometida con el mejoramiento continuo de la calidad del servicio eléctrico, esta convencida de la necesidad de implementar un sistema de gestión de la calidad en correspondencia con las normas de la serie ISO 9000, como parte del perfeccionamiento de gestión empresarial.

En el presente capitulo se realiza una caracterización del objeto de estudio. El cual incluye el Pretendemos hacer realidad nuestra misión de que cada trabajador reconozca la importancia de realizar sus funciones de manera eficaz, con una organización del trabajo y criterios técnicos previamente establecidos y documentados, a partir de las mejores prácticas internacionales en el sector.

Para el existo de la implantación del sistema de gestión de la calidad hemos asumido un liderazgo fuerte, activo y consiente, contando con el compromiso y la participación de todos los trabajadores y con el apoyo de las organizaciones políticas y de masas.

### **2.1 Inicio de Generación Distribuida en Cuba.**

La Generación Distribuida en Cuba surge en el año 2005 por decisiones de la dirección del país en el marco del programa de la Revolución Energética, Esta generación es realizada a bases de motores de combustión interna y en su primera etapa se comienza con la instalación de motores de tecnología diesel par dar reapuesta en un corto periodo al déficit de generación existente en el país.

En su segunda etapa se comienza con la instalación de motores de combustión interna de tecnología Fuel Oil los cuales utilizan en su funcionamiento este producto residuo de la

destilación del petróleo crudo, de esta manera se expanden por el país Centrales Eléctricas Fuel Oil que van desde 13.6 Mw. hasta 60Mw de potencia, ubicados en puntos estratégicos del sistema. En el **Anexo 6** Se puede observar la ubicación de estas Centrales Eléctricas a lo largo de todo el país.

- **Principales tecnologías FUEL OIL instaladas**

1. Central Eléctrica Fuel Oil con motores de 1.7Mw de la firma HYUNDAI
2. Central Eléctrica Fuel Oil con motores de 2.5Mw de la firma HYUNDAI
3. Central Eléctrica Fuel Oil con motores de 2.5Mw de la firma MAN

La decisión de la dirección del país respecto a este tipo de generación eléctrica y la asimilación de estas tecnologías responde a varios aspectos relacionados en principio con la situación nada favorable que tenía la generación térmica (Termoeléctricas) en ese momento, la situación geográfica de la isla azotada por eventos meteorológicos tales como ciclones y huracanes los cuales provocan serias afectaciones al sistema electro energético nacional (SEN), siendo la generación térmica concentrada en pocos puntos del país un factor que aporta de manera negativa a esta situación.

- **Ventajas de la Generación Distribuida**

El auge de los sistemas de GD se debe a los beneficios inherentes a la aplicación de esta tecnología, tanto para el usuario como para la red eléctrica. A continuación se listan algunos de los beneficios:

- a) Beneficios para el usuario
  - Incremento en la confiabilidad
  - Aumento en la calidad de la energía
  - Reducción del número de interrupciones
  - Uso eficiente de la energía
  - Menor costo de la energía (en ambos casos, es decir, cuando se utilizan los vapores de desecho, o por el costo de la energía eléctrica en horas pico)
  - Uso de energías renovables
  - Facilidad de adaptación a las condiciones del sitio
  - Disminución de emisiones contaminantes
- b) Beneficios para el suministrador

- Reducción de pérdidas en transmisión y distribución
- Abasto en zonas remotas
- Libera capacidad del sistema
- Proporciona mayor control de energía reactiva
- Mayor regulación de tensión
- Disminución de inversión
- Menor saturación
- Reducción del índice de fallas

## **2.2 La Central Eléctrica Fuel Oil Yaguaramas**

La Central Eléctrica Fuel Oil Yaguaramas a la cual esta referida este trabajo se encuentra ubicada al oeste del municipio Abreus provincia Cienfuegos. Limita al norte con el poblado La Pollera, al este con terrenos de la Empresa Pecuaria Yaguaramas y al suroeste con el poblado de Yaguaramas. Surge como parte del programa Revolución energética según la siguiente cronología.

15 de Septiembre del 2006: Aprobación del Certificado de Micro localización por el Instituto de Planificación Física.

5 de Octubre del 2006: Aprobación de la Licencia de Obra por la Dirección Municipal de Planificación Física.

10 de Diciembre del 2007: Comienzo del movimiento de tierra.

22 de Agosto del 2008: Arribo del primer equipo tecnológico.

7 de Octubre del 2008: Comienzo del montaje de equipos tecnológicos.

21 de Diciembre del 2008: Terminados trabajos de interconexión eléctrica con el SEN.

26 de Diciembre del 2008: Terminados los trabajos de montaje y cableado eléctrico de baja y media tensión.

Febrero-Marzo del 2009: Período de prueba y puesta en marcha.

### **2.2.1 Datos Generales de la Inversión**

Duración de la Inversión: 11.5 meses

Valor de la inversión: 19 338.4 MP

Estructura: 3 Baterías, cada una consta de: 4 motores- generadores (12 en total)

- 1 Caldera de Vapor
- 1 Estación de Compresores
- 1 Control Eléctrico
- 1 Unidad de tratamiento de combustible
- 1 Control remoto (RCMS)
- 1 Planta tratamiento químico de agua (PTQA)
- 1 Unidad de arranque de emergencia
- 1 Estación de bombeo y recepción de combustible
- 1 Tanque de Fuel Oil de 1000 000 de litros
- 1 Tanque de Fuel Oil de 700 000 litros
- 1 Tanque de diesel de 100 000 litros
- 1 Tanque de diesel de 80 000 litros
- 1 Tanque de lodo de 100 000 litros
- 1 Tanque de aceite limpio de 50 000 litros
- 1 Tanque de aceite sucio de 10 000 litros
- 1 estación de bombeo de agua contra incendio
- 1 Laboratorio químico
- 1 Edificio Socio-administrativo
- 5 Garitas de doble posición

Capacidad de Generación 20.4 Mw.

**Objeto Social:** Generar electricidad al sistema electro energético nacional para incrementar la disponibilidad y confiabilidad del mismo, logrando de esta forma un servicio eléctrico continuo y de calidad.

La **Misión** de la Central es la generación de electricidad al sistema electro energético nacional para incrementar la disponibilidad y confiabilidad del mismo, logrando de esta forma un servicio eléctrico continuo y de calidad.

La **Visión:** Somos líderes nacionales como Central Eléctrica de Fuel Oil, reconocido por su excelencia en la generación de energía eléctrica, distinguiéndonos por ser un colectivo de trabajadores motivados, comprometidos y con alto sentido de pertenencia.

- **Potencial de los Recursos Humanos:**

Ingenieros ----- 9

Licenciados ----- 8  
Técnicos Medios ----- 18  
12 Grado ----- 12  
Edad promedio entre 25 y 35 años.

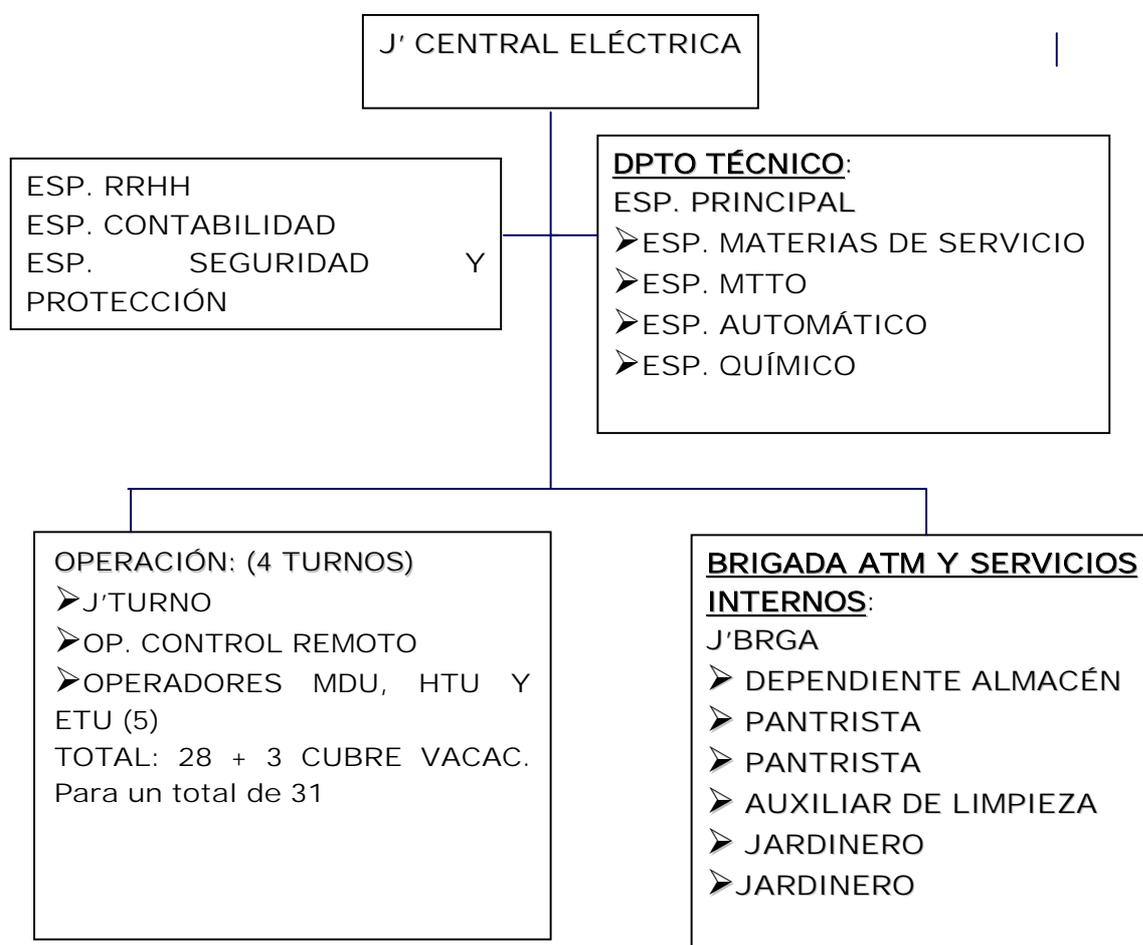
En la siguiente tabla se muestra la distribución de los recursos humanos en la Central Eléctrica.

Tabla 2.1. Distribución de los Recursos Humanos en la Central Eléctrica

CATEGORIA OCUPACIONAL	HOMBRES	MUJERES
DIRIGENTES	1	
TECNICOS	5	3
OBREROS	28	3
SERVICIOS	4	3
<b>TOTAL</b>	<b>38</b>	<b>9</b>

Fuente: Elaboración propia a partir información de RR.HH

## **ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL**



### 2.3 Proceso Tecnológico de Generación de Electricidad en la Central Eléctrica Fuel oil Yaguaramas.

Los motores de combustión interna HYUNDAI de 1.7 Mw. están diseñados para trabajar a partir del consumo del petróleo combustible pesado (Fuel Oil), constituyendo esta su principal ventaja, además de lograr índice de consumo de combustible inferiores a las plantas térmicas.

La principal desventaja de esta tecnología radica en que para lograr la operación eficiente y confiable con este combustible es necesario la utilización de procesos intermedios de tratamiento para lograr que este llegue al motor cumpliendo con determinadas variables físico químicas como por ejemplo: viscosidad, densidad, temperatura y presión. Aparejado a esto se introduce además proceso de centrifugación par eliminar impurezas propias de este tipo de combustible las cuales son altamente agresivas para las partes del motor.

En la Tabla 2.2 se pueden observar las especificaciones del combustible dadas por el fabricante referido a los valores permisibles de cada una de estas impurezas.

Tabla 2.2. Especificaciones del combustible

Properties	Unit	Limit	HFO	MGO	MDO	
			(CIMAC H700)	(CIMAC DA)	(CIMAC DB)	(CIMAC DC)
Kinematic viscosity	mm <sup>2</sup> /s(cSt)	max	700 at 50 °C 12.0 ~ 18.0 <sup>(B)</sup>	1.5 - 6.0 at 40 °C 2.0 ~ 14.0 <sup>(B)</sup>	2.5 - 11.0 at 40 °C 2.0 ~ 14.0 <sup>(B)</sup>	4.0 - 14.0 at 40 °C 2.0 ~ 14.0 <sup>(B)</sup>
Density at 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	max	991.0 1010.0 <sup>(A)</sup>	890.0	900.0	920.0
Flash point	°C	min	60	60	60	60
Four point (Winter quality)	°C	max	30	-6	0	0
Carbon Residue	% mass	max	22 15 <sup>(B)</sup>	0.30 <sup>(C)</sup>	0.30	2.5
Asphaltenes	% mass	max	8	-	-	-
Ash	% mass	max	0.15 0.03 <sup>(B)</sup>	0.01 0.01 <sup>(B)</sup>	0.03 0.03 <sup>(B)</sup>	0.03 0.03 <sup>(B)</sup>
Total sediment, potential	% mass	max	0.10	-	-	-
Total sediment, existent	% mass	max	-	0.10	0.10	0.10
Water	% volume	max	0.5 0.2 <sup>(B)</sup>	-	0.3 0.2 <sup>(B)</sup>	0.3 0.2 <sup>(B)</sup>
Sulfur <sup>(D)</sup>	% mass	max	4.50 3.50 <sup>(B)</sup>	1.50	2.00	2.00
Cetane index	-	min	-	40	35	-
Vanadium	mg/kg	max	600 150 <sup>(B)</sup>	-	-	100
Sodium	mg/kg	max	100 30 <sup>(B)</sup>	-	-	50 30 <sup>(B)</sup>
Aluminum+Silicon	mg/kg	max	80 15 <sup>(B)</sup>	-	-	25 15 <sup>(B)</sup>

**Fuente:** Manual Hyundai 1.7 Mw.

El diagrama de flujo del proceso representado en el **Anexo 7** es utilizado como herramienta para una mejor comprensión del proceso tecnológico.

El combustible es transportado en paila desde la Refinería de Petróleo hasta la Central Eléctrica, donde es enviado a través de la bomba de recepción a los tanques de almacenamiento. En estos tanques ocurre un proceso de drenaje para la extracción del agua que presumiblemente pudiera contener el combustible.

Posteriormente el combustible es filtrado y trasegado desde el tanque de almacenamiento hacia el tanque de combustible sucio (setting) ubicado en la parte superior de la unidad de tratamiento de combustible (HTU) con que cuenta cada una de las tres baterías. Posteriormente ocurre un proceso de centrifugado para lo cual se utiliza un modulo que comprende filtros, calentador a vapor y purificadora de Fuel Oil. Los residuos de este proceso son denominados lodos y los mismos son enviados de forma automática a un tanque de almacenamiento de 100 000 de

capacidad ubicado en la isla de combustible, este esta conectado a un sistema de tratamiento de residual.

El combustible centrifugado (limpio) es enviado a otro tanque en la parte superior del HTU llamado tanque de servicio desde donde es succionado por las bombas supply e impulsado a través de un flujometro hacia el tanque de venteo. Las bombas booster succionan el combustible del tanque de venteo impulsándolo hacia el motor pasando por un proceso de filtrado y regulación de presión temperatura y viscosidad lo cual se realiza a través de lasos de control automático.

Al concluir el proceso el combustible esta en óptimas condiciones para ser consumido por el motor.

A continuación se muestra una tabla con los principales parámetros del combustible a la entrada del motor.

Tabla 2.3. Principales parámetros de combustible a la entrada del motor.

No	VARIABLE	RANGO ESPECIFICADO
1	Viscosidad	12-18 c ST
2	Presión	8 - 10 bar
3	Temperatura	110-150 Grados

### 2.3.1 Operación del proceso tecnológico

La operación del proceso tecnológico es realizada por cuatro brigadas de trabajo que laboran en jornadas de 12 horas con un sistema rotativo. Cada brigada cuenta con la siguiente composición:

- Jefe de Turno ----- 1
- Operador de RCMS ----- 1
- Operadores de Batería ----- 5

La siguiente tabla muestra el resto del personal técnico relacionado directamente con la operación y mantenibilidad del proceso:

Tabla 2.4.Relación del personal técnico.

No	TÉCNICOS	CANTIDAD
1	Especialista Principal	1
2	Especialista de Mantenimiento	1
3	Especialista Químico	1
4	Especialista Materias de Servicios	1
5	Especialista Automático	1

## **24 La Secuencia Universal del salto adelante (según Juran).**

El estudio de numerosos casos de mejora de la calidad ha permitido llegar a la conclusión de que siguen una secuencia de acontecimientos que es universal la cual se desarrolla por las siguientes etapas.

- Prueba de necesidad
- Identificación de proyectos
- Organización para dirigir los proyectos
- Organización para la diagnosis: Análisis de los proyectos
- Diagnosis: Hallazgo de las causas
- Desarrollo de los remedios, en base al conocimiento de las causas
- Prueba de los remedios, en condiciones operativas
- Batallar con la resistencia cultural al cambio
- Control al nuevo nivel

### **2.4.1 Prueba de necesidad.**

Esta etapa consiste en convencer a la dirección de que los problemas de la calidad son suficientemente significativos como para requerir la implementación de acciones para su mejora. La experiencia indica que la alta dirección habitualmente responde bien a algunos de los principales peligros y oportunidades como son:

**Pérdida potencial o real de ingresos por ventas:** Esto está relacionado con un real o eminente desastre en la participación en el mercado el cual puede ser descubierto por estudios de la competencia. Siendo el estudio de mercado un importante dato para probar necesidad.

**Oportunidades para importantes ahorros de costos:** Los costos del envío de defectos a los consumidores generalmente son altos, por lo cual proporcionan una oportunidad para hacer importantes ahorros. Para explicar esto se hace necesario hablar del lenguaje del dinero.

Generalmente los costos de una mala calidad son altos y en muchas ocasiones no es posible reducir esos costos globalmente por lo que se requiere ser más precisos, es por esto que se hace necesario abordar proyectos específicos para lograr la reducción de los costos. Esta es la segunda etapa de la secuencia universal del salto adelante.

## **2.4.2 Identificación de proyecto.**

Un proyecto es un camino de la actividad empresarial, el cual proporciona la oportunidad de convertir una atmósfera negativa en una acción constructiva.

Propuestas de proyectos: Estas pueden proceder de varias fuentes

1. Análisis de Pareto de los costos relacionados con la calidad.
2. Análisis de Pareto de las quejas de servicios o reclamaciones.
3. Informes del personal de ventas o acciones realizadas por la competencia.
4. Desarrollos que han aparecido a consecuencia del impacto de la calidad del producto en la sociedad; por ejemplo, nueva legislación y aplicación de las disposiciones del gobierno.
5. Necesidades relacionadas con el proceso de dirección; por ejemplo, organización para la calidad, programas de información, motivación hacia la calidad
6. La jerarquía de dirección, es decir, directivos, supervisores, especialistas profesionales, equipos de proyectos.
7. Procesos de fijación de objetivos; por ejemplo el presupuesto anual.
8. El mercado, en su relación con ventas, servicio postventa, servicio técnico y otros.
9. El personal, a través de ideas informales presentadas a los supervisores, sugerencias formales, ideas de los círculos de calidad, etc.
10. "Haciendo la ronda", es decir de las visitas hechas por especialistas (ingeniero de calidad, ingeniero de la producción) para solicitar propuestas de distintos departamentos).

Una importante herramienta para la identificación del proyecto es la aplicación del principio de Pareto el cual establece que unos pocos contribuyentes a los costos son los responsables de su mayor volumen. En muchas ocasiones debido a su gran simplicidad es subestimado sin embargo en el existen una gran variedad de fuentes que pueden considerarse contribuyentes dando la posibilidad de realizar desglose el cual puede hacerse por sección, por persona (operarios), por función, por tipo de defecto, etc.

## **2.4.3 Organización para dirigir los proyectos.**

La investigación necesaria para resolver los problemas más crónicos de la calidad sigue dos trayectorias:

1. La que va desde los síntomas hasta las causas (diagnóstico).
2. La que va desde las causas hasta los remedios (curación).

La trayectoria más difícil es la que va desde los síntomas hasta las causas debido a la responsabilidad de la diagnóstico es vaga y no se dispone siempre de los conocimientos

necesarios. Estas dificultades pueden solventarse utilizando un equipo de proyecto el cual debe estar conformado por 6 o 7 personas de varios departamentos de la empresa.

El equipo de proyecto: es compuesto (habitualmente) por unas seis o siete personas procedentes de varios departamentos de la empresa. Su trabajo consiste en llevar el proyecto a buen término.

Aunque existe un “conductor de proyecto”, el equipo no cuenta propiamente con un “jefe” determinado, sino que tiene un jefe impersonal. Dentro de la “licencia” dada al equipo de proyecto este tiene dos posibilidades básicas: Llevar a un final feliz el proyecto y orientar o supervisar el trabajo de diagnóstico.

Para la formación de equipos de proyecto, se han de resolver algunas cuestiones:

1. Los miembros. ¿Han de ser designados o voluntarios?: Para mantenerse competitivo en calidad se requiere la participación de los miembros de la dirección por lo que su participación en los equipos de proyecto ha de ser obligatoria.
2. La composición ¿Ha de ser horizontal o vertical?: Habitualmente ha de ser horizontal, es decir formada por miembros procedentes de varias funciones ya que en la realidad todos los problemas son importantes y crónicos de la calidad, son de ámbito multidepartamental.
3. ¿A qué nivel?: Ha de haberlos de todos los niveles, ya que hay proyectos de todo tipo.
4. El proceso de designación: En base al tipo de proyecto seleccionado se identificará que unidades de la organización tendrían que estar representadas en el equipo, siendo esencial que estén incluidas las que probablemente resulten afectadas por los cambios.
5. Miembros del equipo procedentes de funciones no técnicas: La experiencia ha demostrado que este personal puede ser un buen componente de los equipos de proyecto. Es adecuado por tratar temas no técnicos, tales como la falta de organización para la mejora y la fijación de objetivos departamentales a expensas del rendimiento global de la empresa.

#### Principales papeles desempeñados por los componentes de los equipos de proyecto:

Conductor de equipo de proyecto: es el encargado de dirigir el equipo de proyecto es su responsabilidad de llevarlo a buen término. Para tener éxito en el liderazgo se requiere conocer el área del proyecto y tener habilidad para conseguir la cooperación de los miembros, procedente de distintos departamentos funcionales, para lograr que funcionen en equipo. Con frecuencia es muy útil que el conductor del equipo provenga de la unidad de la organización más afectada por el problema.

Secretario del equipo: Cada equipo necesita un secretario para tratar la documentación, este ha de ser perfectamente miembro del equipo.

Miembros del equipo: Este personal aporta toda la pericia y conocimientos necesarios para el proyecto. Para los problemas crónicos, los equipos, habitualmente son multifuncionales y formados por mandos intermedios profesionales y operarios. Sorprendentemente algunos proyectos son relativamente fáciles y pueden resolverse con un mínimo de conocimientos. Otros son complejos requiriendo en ocasiones la intervención de especialistas consultores.

Especialistas consultores: En ocasiones, puede ser útil consultar a un especialista con conocimiento de las disciplinas necesarias en el proyecto.

Responsabilidad de la diagnosis: La falta de una clara responsabilidad en cuanto a la diagnosis es la principal razón de las faltas que se producen en el camino en el camino que va desde los síntomas a las causas. Este problema se resuelve haciendo al equipo de proyecto responsable de la diagnosis.

#### **2.4.4 Organización para la diagnosis. Análisis de los proyectos.**

Ciertas palabras claves relacionadas con la diagnosis se definen como sigue:

- **Diagnosis:** Es el proceso de estudio de los síntomas, especulación sobre las causas, ensayo de teorías y descubrimiento de las causas.
- **Defectos:** Es un estado de inaptitud de uso, o no conformidad con la especificación.
- **Proyecto:** Es un problema una solución se ha programado.
- **Síntoma:** Es un fenómeno observable que surge de, y acompaña a un defecto.
- **Teoría:** Es una suposición no probada de las razones de existencia de defectos y síntomas.
- **Causas:** Es una razón probada de la existencia de un defecto. Con frecuencia hay varias causas, las cuales siguen el principio de Pareto.
- **Causa dominante:** Es una importante contribución a la existencia de defectos y que debe ser remediada antes de que pueda alcanzarse una adecuada solución.
- **Remedio:** Es un cambio que puede eliminar con éxito o neutralizar una causa de defecto.

Diagnosis para proyectos de mejora: Los resultados se obtienen con el trabajo hecho en proyectos específicos de mejora. Este trabajo comienza con la etapa de diagnosis que se compone de: Estudio de los síntomas que rodean a los defectos que sirvan como base para la formulación de teorías sobre las causas, especulación sobre las causas de esos síntomas, recogida y análisis para probar las teorías y por tanto determinar las causas.

En la siguiente tabla se observa una lista de técnicas específicas de diagnosis distribuidas en las tres posibles etapas de aplicación

Tabla 2.5: Guía de técnicas de diagnóstico.

<b>Fases de diagnóstico</b>	<b>Técnica</b>	
Estudio de síntoma	- Hoja de control - Glosario	- Autopsias - Análisis de Pareto
Especulación sobre las causas	- Brainstorming - Técnica de grupos nominales - Tablero de fichas - Clasificación tubular - Diagrama causa/efecto - Análisis de campo de fuerza - Diagrama de afinidades - Hoja de control	- Árbol de estructura - Diagrama porqué/ porqué - Dígrafo de interrelaciones - Gráfico de proceso de decisión del problema - Matriz - Análisis de Pareto
Recogida y análisis de datos	- Papel probabilístico - Fichas de control - Análisis pieza a pieza - Diagrama multi-vari - Interrelación de variables - Matriz - Correlación - Medición de propiedades adicionales - Experimentos formales - Otras técnicas estadísticas	- Revisión histórica - Hoja de control - Análisis de Pareto - Diagrama de flujo - Diagrama de flechas - Análisis de la capacidad del proceso - Análisis corriente a corriente - Análisis momento a momento - Gráfico de datos acumulados - Mediciones para diagnóstico

Fuente: Juran 4ta Edición

#### **2.4.5. Diagnóstico. Hallazgo de las causas.**

Lo más importante de la etapa de diagnóstico es la necesidad de reemplazar las conjeturas por la autoridad de los hechos. El punto de partida es el claro entendimiento de los síntomas

## ANALISIS DE LOS SINTOMAS

La evidencia de los defectos y errores se obtiene de dos maneras: De la información dada en documentos escritos o en comentarios orales describiendo el problema y de las “autopsias” realizadas para medir y examinar los defectos.

Descripción de los síntomas: El entendimiento de los síntomas es, con frecuencia obstaculizada dado a que algunas palabras o expresiones claves tienen varios significados o al uso de tecnologías genéticas. Una de las formas de eludir estos embrollos semánticos es pensar en el significado de las palabras empleadas, llegar a un acuerdo y registrarla en forma de glosario.

Autopsias: Se apoya en el uso de distintos tipos de instrumentos para el análisis de los defectos, proporcionando amplios conocimientos objetivos sobre los síntomas, y por tanto, complementan o anulan la información obtenida de los informes

### **Formulación de teorías**

Para completar una diagnosis se ha de progresar teoría por teoría, es decir, confirmando o negando la validez de las teorías propuestas. El proceso se compone de tres etapas: generación de las teorías, clasificación y Selección de las que han de ser ensayadas.

Generación de Teorías: Las mejores fuentes de teorías son los directivos de línea, los técnicos, los supervisores de línea y los operarios. Un camino sistemático para la generación de teorías es la técnica del “brainstorming” que podríamos traducir como una tormenta de ideas donde personas que potencialmente pueden contribuir se reúnen con el objetivo de generar ideas. Existen varias formas de aplicar esta técnica y en todos los casos, se anima la creatividad pidiendo a cada persona que proponga una teoría. Todas las ideas son anotadas, sin permitir crítica ni discusión. El resultado final es una lista la cual es analizada críticamente.

Clasificación de teorías: Una ordenada clasificación de las teorías es esencial para ayudar a visualizar su interrelación. Además es esencial para poder elegir las que han de ser ensayadas, esta clasificación puede hacerse de varias maneras:

1. Diagrama causas y efecto: Este diagrama fue desarrollado en 1950 por el Profesor Kaoru Ishikawa. Al crear el diagrama, el efecto (síntoma) se anota en la cabeza de la flecha. Las causas (teorías) posibles se añaden luego para completar el diagrama. Un conjunto corriente de causas son el personal, los métodos de trabajo, los materiales y el equipo.
2. Clasificación tabular: el proceso del brainstorming proporciona una lista de ideas sin orden, lo cual puede ser de gran efecto para personas muy obstinadas que listaran sus opiniones como teorías y comprenderán que son sólo teorías. Esta lista es luego ordenada para mostrar una clasificación lógica en teorías, subteorías, etc.

3. Árboles de estructura: Es un diagrama que se inicia con el problema que se desdobra en “subproblemas” sobre los que entonces se teoriza sobre sus posibles causas.

Teorías elegidas para ser ensayadas: Las prioridades deben establecerse mediante el ensayo de teorías y la selección entre varias puede ser más fácil ayudándose de un matiz de selección. El que ensaye una sola teoría a la vez, un grupo de teorías interrelacionadas a todas simultáneamente depende del criterio del equipo de mejora. Habitualmente, la experiencia y la creatividad del equipo son los que despejan las dudas.

Las teorías seleccionadas para ser ensayadas se pueden clasificar en dos grupos:

1. Ensayo de las teorías sobre problemas controlables por la dirección: Para el ensayo de estas teorías se han desarrollado numerosos métodos y herramientas de diagnóstico, las que se relacionan a continuación.

- Disección de productos o procesos: Algunos productos se obtienen mediante una “sucesión” de procesos, es decir, una serie de operaciones sucesivas. Al final de la serie se descubre que el producto es defectuoso pero no se conoce cual es la operación que produjo el defecto. En algunos casos es posible “disecar” el proceso es decir, hacer mediciones en las etapas intermedias para descubrir en cual aparece el fallo. Esto puede reducir drásticamente los subsiguientes esfuerzos del ensayo de teorías.
- Diagrama de flujo: La disección de un proceso puede facilitarse mediante la construcción de un diagrama de flujo que muestre sus distintas etapas. Esta herramienta es de vital importancia para que el equipo pueda entender el proceso que intenta mejorar.

2. Ensayo de hipótesis para los problemas controlables por los operarios: Una rápida revisión de los errores cometidos por los humanos puede conducir a la conclusión de que la causa básica es la falta de motivación hacia la calidad. Los hechos lo rebaten. La diagnosis revela que hay “múltiples clases.” De errores y que la falta de motivación es sólo una de las causas.

El análisis de Pareto: Puede ser utilizado como herramienta para el ensayo de estas hipótesis.

Análisis a lo largo del tiempo: Este análisis indica si hay “consistencia” con utilización de setas herramientas de análisis, se determina rápidamente que la gran mayoría de errores de las operaciones son de tres tipos: Inadvertidos, técnicos y consientes.

Errores inadvertidos: Son aquellos que los operarios son incapaces de evitar a causa de la imposibilidad humana de mantener la atención. Cientos de experiencias han demostrado que

los seres humanos, simplemente, son incapaces de mantener una continua atención. (Si el “no prestar atención” es deliberado, los errores resultantes son conscientes y no inadvertidos)

Errores técnicos: Se producen por faltarle al operario la habilidad o los conocimientos teóricos o prácticos que le permitan prevenir el error antes de que este se produzca. La diagnosis se facilita si se conocen sus características que son:

- No hay intención: El operario no quiere cometer los errores
- Son específicos: Estos errores son únicos para cierto tipo de defectos
- Son consistentes: Los operarios que desconocen la técnica esencial producen consistentemente más defectos que los que la conocen.
- Son inevitables: Los operarios inferiores son incapaces de alcanzar los resultados de los operarios superiores ya que aquellos no saben “que hay que hacer de manera diferente”

Errores consientes: El conocimiento de las características de estos errores puede ayudar a identificarlos, ellos son:

Hay conocimientos: En el momento de cometer el error, el operario es consiente de el.

Es intencional: El error es el resultado de una deliberada acción por parte del operario.

Es persistente: El operario que comete el error, habitualmente se mantiene en el.

Errores inadvertidos: La evidente causa de los defectos inadvertidos es la falta de atención.

Pero ¿que es lo que causa esta falta de atención? La búsqueda de una respuesta nos conduce a las complejidades de los fenómenos psicológicos (por ejemplo, la monotonía) y fisiológicos (por ejemplo la fatiga). Explorar estas complejidades significarían hundirse mas y mas en un terreno que no está completamente entendido ni siquiera por los expertos.

Es más simple dar un rodeo: Ir directamente del síntoma al remedio lo cual incluye dos enfoques:

- 1- Reducir el grado de la atención humana, utilizando herramientas del tipo “a prueba de errores”. Diseños salva-fallos, validación de los procesos, cuentas atrás, señales de alarma, automatización, robot y otros.
- 2- Hacer más fácil que los seres humanos retengan la atención: Reorganizar el trabajo para reducir la fatiga y la monotonía, rotación de tareas, amplificadora de los sentidos, plantillas mascararas y cubiertas son ejemplos de remedios.

#### **2.4.6 Desarrollo de los remedios.**

Una vez diagnosticado la causa, la etapa siguiente en el proceso del salto adelante es la selección del remedio. Aunque los remedios han de ser específicos para cada problema, ya se

han presentado algunos ejemplos para aquellos que son controlables por la dirección y para algunas subclases los controlables por el personal.

Elección de alternativas: La diagnosis puede conducir a una gran variedad de causas dominantes de los síntomas. Desarrollar acciones directas de remedio significa revisar los diseños, los procesos, el instrumental o las tareas de repuesto a los descubrimientos de la diagnosis.

A fin de proporcionar un estudio metódico de las alternativas es más útil la utilización de una matriz de selección de soluciones. De esta forma se asegura que todos los criterios fueron definidos y aplicados a cada alternativa.

#### **2.4.7 Prueba de los remedios**

Antes de que un remedio sea definitivamente aplicado, debe probarse que es efectivo en condiciones operativas, en la práctica son necesarias dos etapas: La previa evaluación del remedio bajo condiciones que imiten el mundo real (simulación) y la evaluación final bajo las mismas condiciones el mundo real.

No hay ningún sustituto para los remedios en el mundo real. La evaluación debe hacerse ensayando el remedio operando en el sistema completo en condiciones de servicio con personal que tenga un nivel de habilidad representativo.

#### **2.4.8 La resistencia cultural al cambio.**

Resistencia al cambio: Una vez determinado el remedio no basta solo con aplicarlo pues por distintos lugares aparecían objeciones, por ejemplo, tácticas de dilación o claros rechazos del remedio que parte de un directivo, de los operarios o de los sindicatos. A estos obstáculos se les conoce popularmente, como, “Resistencia al cambio”. Es importante en esta etapa de la secuencia conseguir dar un paso adelante en la resistencia cultural al cambio.

Esquemas culturales: Un cambio se compone de dos partes:

1. El cambio “técnico”
2. Las “consecuencias sociales” del cambio técnico

Este último se refiere al impacto que el cambio técnico produce en el “esquema cultural” de los seres humanos afectados, es decir, en sus creencias, sus costumbres, tradiciones, prácticas, símbolos del status, etc. Estas consecuencias sociales son la causa raíz de la resistencia al cambio.

#### Reglas a seguir para introducir un cambio.

1. Prever la participación: Esta es la regla más importante para la introducción de un cambio. Hacerlo, significa lógicamente, que todos aquellos que probablemente resultan afectados por el cambio deben ser miembros del equipo de proyecto a fin de que participen tanto en la diagnosis como en el remedio. Si no se logra esta participación se crean resentimientos que pueden endurecer la resistencia.
2. Prever tiempo suficiente: Los miembros de una cultura para aceptar un cambio han de tener tiempo suficiente para evaluar el impacto y llegar a un acuerdo con los proponentes del cambio.
3. Mantener las propuestas sin excesivo bagaje: Evita la complicación que representa incluir temas que no están estrechamente relacionados con los resultados que se pretenden.
4. Trabajar con el líder reconocido de la cultura: Una cultura es mejor entendida por miembros que tienen su propio líder, con frecuencia informal convenciendo al líder se da un significativo paso hacia la aceptación del cambio.

#### **2.4.9 Control al nuevo nivel.**

La etapa final de la secuencia del salto adelante es mantener lo conseguido para que los beneficios continúen produciéndose en lo sucesivo. Para lograr que las fuerzas operativas puedan mantener esas ventajas se requiere una transferencia satisfactoria del remedio desde las condiciones de "laboratorio" a las condiciones de producción y una manera sistemática de evitar retrocesos, el control del proceso. Si no se consigue cumplir con ambos requisitos, puede que no se consiga conservar los beneficios obtenidos.

Concepto de control: Una buena transición posibilita al personal operativo asegurar los beneficios obtenidos con el salto adelante. Pero, esos beneficios no serán permanentes porque hay muchas fuerzas a la espera de que se erosionen, pudiendo incluir entre ellas, el deterioro y ruptura de los equipos, las deficiencias y falta de material, los descuidos y errores de los hombres enfrentados a esas futuras erosiones lo que hacen es prever la manera de que sistemáticamente se garantice lo conseguido: Es algo llamado control.

Durante las operaciones el control se lleva a cabo mediante la retroinformación, actividad cíclica que incluye la evaluación de los resultados reales, la comparación con las normas y la actuación sobre la diferencia. Es de gran importancia en este punto las técnicas de control estadístico de procesos para la detección de anomalías, así como la implementación de las auditorías de los procesos, como medio para verificar que se mantienen en ellos las requeridas condiciones y actuaciones.

---

## **2.5 Conclusiones del Capítulo.**

1. La Central Eléctrica Fuel Oil Yaguaramas esta en condiciones de continuar mejorando sus procesos, cuenta con profesionales con una alta preparación, motivados con un enfoque dirigido a la mejora del proceso.
2. La Central Eléctrica Fuel Oil Yaguaramas goza de un buen desempeño en sus procesos logrando buenos resultados, pero existe la posibilidad real de continuar mejorando.
3. He seleccionado el procedimiento de “La Secuencia Universal del Salto Adelante”, propuesto por Juran par el desarrollo de esta investigación.

### **Capítulo III: Implementación de la mejora de la calidad en la eficiencia de la Central Eléctrica de Yaguaramas.**

En este capítulo se presentarán los resultados fundamentales, las herramientas y métodos empleados para implementar una mejora de la calidad en la eficiencia de la Central Eléctrica de Yaguaramas, como parte fundamental del proceso de Generación Eléctrica. Se utilizan como metodología los pasos propuestos por Juran y que fueron explicados en el capítulo II.

#### **3.1 Aplicación del procedimiento para la mejora de la calidad.**

##### **3.1.1 Prueba de necesidad.**

Esta etapa de la secuencia fue vencida con facilidad, debido fundamentalmente a que la alta dirección está identificada con el tema de la calidad de sus procesos, utilizando la mejora continua como método para el mejoramiento de los mismos.

Esta posición de la alta dirección en cuanto al enfoque hacia la mejora de los procesos obedece a varias razones,

- El análisis estadístico de los principales indicadores de eficiencia de la Central Eléctrica, el comportamiento de la actividad de generación distribuida a nivel nacional.
- El compromiso de nuestros trabajadores de explotar la Central con eficiencia logrando altos niveles de generación con un mínimo de costos.

##### **3.1.2 Identificación del proyecto.**

Habitualmente no es posible reducir los problemas de la calidad de forma global en un proceso, siendo necesario ser más específico por lo cual se deben identificar los proyectos de mejora. Las propuestas de proyectos de mejora pueden proceder de varias fuentes en el caso que trataremos en este trabajo proviene de tres fuentes fundamentales.

- La alta dirección.
- Análisis de los datos estadísticos del comportamiento de los principales indicadores de producción.
- Análisis del resultado de auditorías

Del análisis anterior se definen tres posibles problemas para ser convertidos en proyectos de mejora de la calidad:

1. Comportamiento del % de disponibilidad
2. Índice de consumo específico de combustible

### 3. Afectaciones al medio ambiente

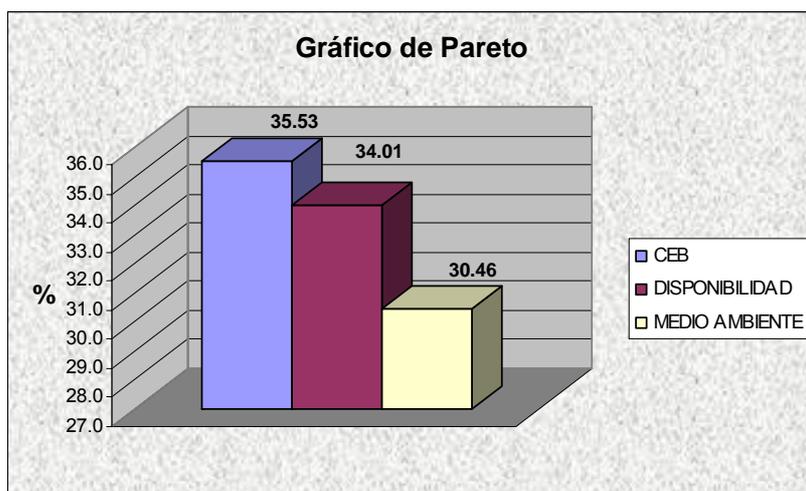
Teniendo en cuenta que la mejora de la calidad debe ser enfocada proyecto a proyecto, se hace necesario definir el proyecto campeón, para lo cual se analiza el criterio de cuatro expertos utilizando como herramienta una matriz ponderada.

Tabla.3.1. Matriz ponderada

N.º	Po s.P roy	Peso en producción.					Peso en calidad					Peso en costo					Factibilidad de ejecución					Tiempo estimado					To t.	x	%
		7	2	3	4	x	1	2	3	4	x	1	2	3	4	x	1	2	3	4	x	1	2	3	4	x			
1	CE B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3.8	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3.5	19.3	3.85	35.53
2	DI SP	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3.5	4	3	3	4	3.5	4	3	3	3.7	3.4	18.4	3.69	34.01
3	ME D. AM B.	3	2	2	2	2.3	4	3	3	3	3.3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	16.5	3.3	30.46
																										54		100	

El siguiente diagrama muestra el análisis de Pareto de los resultados de la matriz anterior.

Figura 3.1. Grafico de Pareto.



El análisis del diagrama de Pareto muestra como el problema más significativo de acuerdo a la ponderación realizada del criterio de los expertos es el comportamiento de índice de consumo.

### **3.1.3 Organización para el desarrollo del proyecto.**

La investigación para resolver los problemas propuestos se ejecutan siguiendo etapas:

1. Análisis desde los síntomas hasta las causas
2. Análisis desde las causas hasta los remedios.

La primera etapa es conocida como etapa de diagnóstico, siendo esta la más difícil por lo que se hace necesario crear un equipo de proyecto.

Para la creación del equipo de proyecto se tienen en cuenta varios aspectos importantes como son: Participación de los miembros del equipo de dirección, involucrar miembros procedentes de varios departamentos preferentemente los que de manera probable puedan resultar afectados con los cambios que producirán los remedios.

Teniendo en cuenta los aspectos anteriores se crea el equipo de proyecto el cual queda conformado como sigue:

- Conductor del equipo (1)
- Secretario del equipo (1)
- Miembros del equipo (4)

### **3.1.4 Diagnóstico. Hallazgo de las causas**

#### **Análisis de los síntomas.**

En esta etapa es de vital importancia en su parte inicial el correcto entendimiento de los síntomas por parte del equipo de diagnóstico. Es por esto que se procede con la obtención de la evidencia de los defectos y errores lo cual se logra de dos maneras:

- 1- De la información dada con la descripción de los problemas emitidos por el personal técnico y de operación, así como comentarios orales sobre el problema.
- 2- El análisis de datos históricos para probar la existencia de tales problemas.

El análisis de esta información es complementado con la realización por parte del equipo de una búsqueda de datos históricos analizando el período desde Marzo del presente año hasta la fecha, identificando como una variable a tener en cuenta la variación del régimen de trabajo en

los meses de Julio y Agosto con relación a los demás meses donde la planta se mantuvo por prolongados periodos de tiempo en régimen continuo de trabajo.

A continuación se muestra un ejemplo de la tabla estadística correspondiente a un mes, mediante la cual se realiza sistemáticamente el análisis de la producción.

**Tabla.3. 2. Análisis diario de la producción**

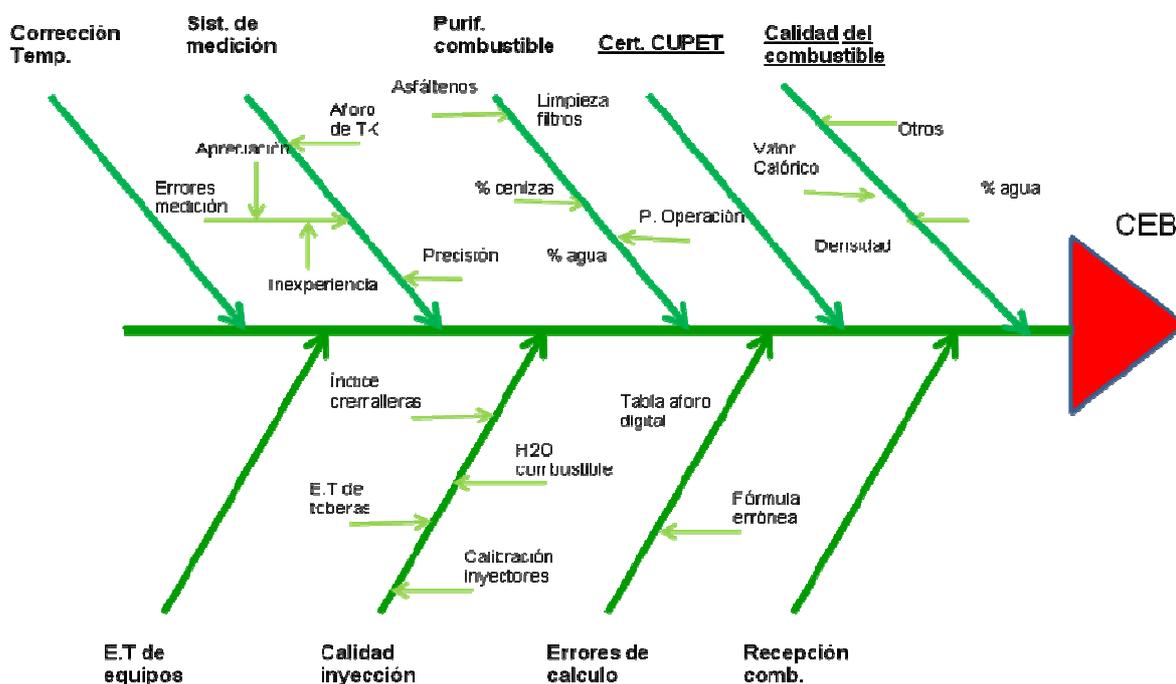
Fecha	Minutos 85% carga	Minutos 95% carga	Entrada Combust.	Diesel Arranque	CEB Fuel	CEB	Generación Bruta	Lodo	Visco sidad	Temp. prom. Comb. ( HTU)	Temp. prom. Comb. ( Motores)
1-7-09	904	12132	73222	846	213.54	211.41	344661	770	12	143 grados	136.1
2-7-09	1641	11707	96183	826	210.16	208.09	347268	1155	12		138.5
3-7-09	6574	7117	122834	1242	205.26	202.39	375454	1535	12		137.8
4-7-09	5145	7949	25035	1420	227.35	223.69	336732	1150	12		137.7
5-7-09	6923	8317	49152	0	217.41	217.41	389491	1524	12		138.4
6-7-09	6220	9993	48718	0	215.53	215.53	405065	1899	12		137.9
7-7-09	2038	12516	168525	1749	210.81	206.83	380840	1131	12		138
8-7-09	6293	8863	98891	0	211.80	211.80	395274	1521	12		137.2
9-7-09	10534	6746	117554	0	214.23	214.23	429951	1522	12		138.1
10-7-09	12102	5534	47753	0	218.91	218.91	421130	1138	12		138
11-7-09	6836	10154	119961	0	216.62	216.62	427018	1507	12		138
12-7-09	5829	11151	97379	0	218.52	218.52	424437	1500	12		138.8
13-7-09	11265	6015	24357	0	224.70	224.70	416026	1487	12		140
14-7-09	360	10941	145324	1376	209.75	206.41	356366	1843	12		139
15-7-09	8725	5330	24268	0	223.33	223.33	392753	2189	12		139.1
16-7-09	5775	10785	144063	0	214.43	214.43	407770	1078	12		139.3
17-7-09	13985	3055	91970	0	218.93	218.93	407128	1429	12		139.5
18-7-09	15840	0	48265	0	212.89	212.89	376140	1757	12		139.5
19-7-09	15840	0	69537	0	221.38	221.38	381101	2070	12		139.8
20-7-09	16060	0	71357	0	217.19	217.19	375431	1097	12		140
21-7-09	14945	1435	120027	1036	215.62	213.33	391859	1817	12		142
22-7-09	10112	6088	169985	0	210.46	210.46	386312	1791	12		140
23-7-09	5060	10780	187424	0	214.94	214.94	391217	1414	12		141
24-7-09	8110	7730	145663	0	215.28	215.28	390222	1739	14		140
25-7-09	8145	8355	94256	347	217.58	216.83	404514	1709	14	134.4	
26-7-09	12258	5000	72372	0	217.65	217.65	414093	1343	14	132.5	
27-7-09	9887	2885	23051	1402	221.35	217.36	304717	1326	14	137 grados	133.4

28-7-09			73317	1419	215.81	211.82	307046	1710	14		133.5
29-7-09			120360	0	211.32	211.29	380701	27	14		133.5
30-7-09			147339	1436	201.00	201.00	315416	1507	14		132.8
31-7-09			121858	0	221.21	221.00	382778	2619	14		133.2
<b>Totales</b>	<b>227406</b>	<b>190578</b>	<b>2690892</b>	<b>13037</b>							
<b>Promedio</b>					<b>215.96</b>	<b>214.70</b>	384452	1505			

El equipo de mejora utiliza la técnica tormenta de ideas para generar teorías e ideas sobre las posibles causas que inciden en el comportamiento del mismo.

Las teorías se clasifican y son ordenadas por causas y subcausas, Con el objetivo de ayudar en la identificación de posibles interrelaciones se utiliza un Diagrama Causa Efecto.

Figura 3.2 Diagrama causa –efecto



## Listado ordenado de teorías.

- |   |  |                               |
|---|--|-------------------------------|
| <b>1. Calidad del combustible.</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Valor calórico</li><li>- Densidad</li><li>- % de agua</li><li>- Otros</li></ul>  | <b>4. Generación bruta</b>   | <b>8. Certif. CUPET</b>       |
| <b>2. Purificación del combustible.</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- % de agua</li><li>- % de cenizas</li><li>- Asfáltenos</li><li>- Parámetros de operación</li><li>- Limpieza de filtros</li></ul>   | <b>5. Calidad de la inyección.</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Índice de cremalleras</li><li>- Calibración de inyectores</li><li>- Estado técnico de las toberas</li><li>- % de agua en el combustible</li></ul> | <b>9. Corrección temp.</b>    |
| <b>3. Sistema de medición.</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Precisión</li><li>- Aforo de los tanques</li><li>- Errores del operador que mide.<ul style="list-style-type: none"><li>. Apreciación</li><li>. Inexperiencia</li></ul></li></ul> | <b>6. Errores de calculo</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Tablas de aforo digital</li><li>- Fórmula errónea</li></ul>   | <b>10. E.T de los Equipos</b> |
|   | <b>7. Recepción comb..</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Nivel cero</li><li>- Medición por flecha</li></ul>  |                               |

Una vez clasificadas las teorías es necesario establecer prioridades y seleccionar las que deben ser ensayadas.

Para esto el equipo de mejora realiza una sesión de trabajo en grupo para el análisis crítico de las mismas, determinando de esta manera dos teorías potenciales.

- La calidad del combustible recibido de CUPET: Los parámetros según certificado de calidad están muy próximos a los mínimos establecidos.
- Calidad de la inyección: Durante el análisis y control de régimen se han detectado desviaciones en algunos motores.

### Ensayo de teorías

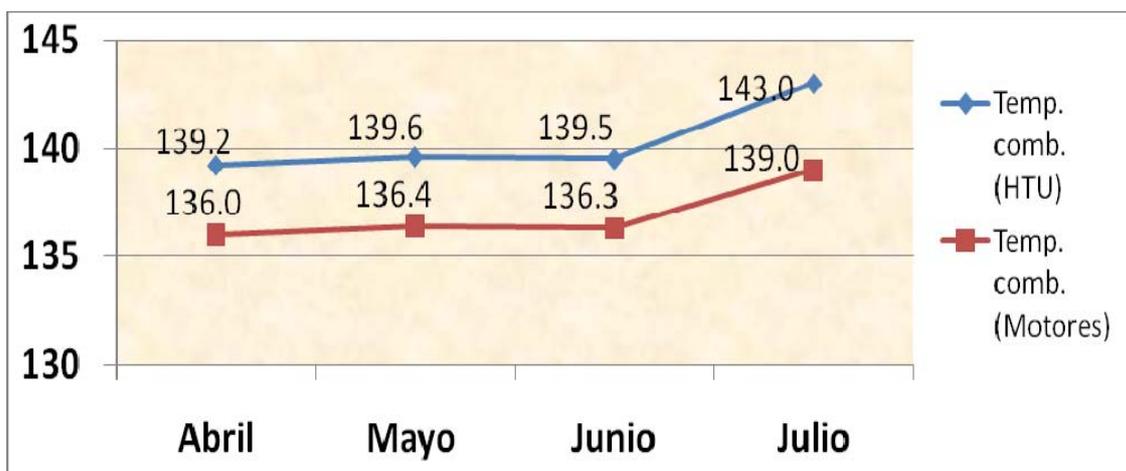
Se toma como muestra el análisis de tres meses antes el comienzo de las desviaciones del indicador.

**Tabla. 3.3. Comportamiento de temperatura y viscosidad del combustible**

	Abril	Mayo	Junio	Julio
<b>Viscosidad</b>	12	12	12	12
<b>Temp. comb. (HTU)</b>	139.2	139.6	139.5	<b>143.0</b>
<b>Temp. comb. (Motores)</b>	136.0	136.2	136.3	139.0

Se observa el comportamiento de la temperatura media en los tres HTU para mantener la viscosidad en 12 stc. Así como a la entrada de los motores.

**Gráfico. 3.3. Comportamiento de la temperatura y viscosidad del combustible**



La temperatura del combustible para lograr la viscosidad de 12 stc. Se fue incrementando en el mes de Julio hasta el día 23 en que se prefijó la viscosidad en 14 stc. Han existido diversos cambios de combustible en refinería.

Según los certificados de calidad este combustible tiene los parámetros muy próximos a los valores mínimos de calidad.

El análisis químico del combustible fue cumplimentado con el apoyo de los compañeros de la Central Eléctrica fuel oil Ciego Centro, realizándose los análisis correspondientes y comparándolos con el certificado de calidad que emite CUPET.

El 100 % de los análisis practicados arrojó como resultado que el combustible se ajusta a los parámetros de calidad establecidos para una operación segura y eficiente.

Se evalúa además el combustible a la entrada de los motores mediante el análisis de este antes y después de las purificadoras, dando resultados positivos en todos los casos.

Teniendo en cuenta los resultados anteriores se decide concluir con los ensayos y comenzar con la teoría **Calidad de la inyección (proceso de combustión)**

Para comenzar, el equipo de mejora realiza un análisis de los datos estadísticos referidos al comportamiento de los parámetros de operación de los motores, apoyándose además en los resultados de las mediciones de presión de encendido las cuales se realizan a todos las máquinas cada 15 días.

Se muestra los resultados obtenidos antes y después del comienzo de las desviaciones del indicador, lo cual corresponde a los meses de Junio y Julio donde el CEB fue de 207 g-Kwh. y 215 g-Kwh. respectivamente.

**Tabla.3. 4. Análisis de presión de encendido**

<b>FECHA</b>	<b>% DE CARGA</b>	<b>KW</b>	<b>PME</b>	<b>IC</b>	<b>REV. TURBO</b>
Junio/2009	85%	1441	162	26	37 380
Junio /2009	95%	1614	177	28	39 240
Julio /2009	85%	1450	166	27	38 580
Julio /2009	95%	1586	182	29	40 450

Se observa de un mes a otro el incremento significativo de la presión media de encendido, del índice de cremalleras y las revoluciones del turbo.

En este punto de la investigación el equipo de mejora decide realizar una disección del proceso mediante la realización de cortes en el cálculo del CEB tomando como base la medición del flujometro en HTU, introduciendo la corrección por temperatura del combustible.

- **Descripción del procedimiento de cálculo utilizado**

Para el cálculo del índice de consumo por flujometro se procede a tomar lectura en el mismo en cada HTU, totalmente sincronizado con la lectura en el totalizador y metro de insumo del ETU correspondiente, esto se puede realizar por dos variantes:

1. Se puede tomar las lecturas entre dos compañeros, uno en el ETU y otro en HTU, sincronizando las mismas
2. Un solo compañero toma la lectura en el flujometro del HTU en un tiempo exacto por un reloj, luego se desplaza hacia el ETU Y trascurrido un minuto exacto toma la lectura en el totalizador.

Seguidamente anota el metro de insumo y regresa al totalizador, transcurrido un minuto de la primera lectura en este, toma la nueva lectura y se la resta a la lectura anterior para saber los Kw generados en un minuto. Una vez obtenido este valor se lo resta a la primera lectura del totalizador obteniendo así los Kw generados en el momento que realizó la lectura en el flujometro.

Una vez concluidas estas lecturas se anota la temperatura de operación de los tanques de servicio de cada HTU, para el posterior ajuste de la densidad del combustible que pasa por cada uno de los flujometro, necesario para el cálculo del índice de consumo.

Con este proceder se toma el primer juego de datos que nos sirve como punto de partida para saber lo que se consume y lo que se genera en una unidad de tiempo determinada. Por experiencia este tiempo no debe ser menor de una Hora debido a que un pequeño error en las lecturas puede alterar enormemente los resultados, y no debe ser mayor de hora y media por la posibilidad de que varíen las temperaturas en los tanques de servicio, entre una lectura y otra, ya que estos cálculos están muy condicionados a la temperatura de operación de los mismos. Tomando los valores de densidad y valor calórico del combustible de trabajo del día, se procede a calcular la densidad en cada uno de los flujometro, mediante extrapolación de la densidad del día para 15 °C. Con los nuevos valores de densidad se procede a calcular el índice de consumo por cada Batería.

Para estos cálculos no se tiene en cuenta el lodo producido ni el combustible de rechazo que va hacia los tanques de drenaje de MDU, por lo que nos da el consumo real de los motores para

generar, dándonos la eficiencia real de los mismos y una valoración del trabajo en la batería. Al detectarse desviaciones en estos consumos se procede a realizar una valoración detallada motor por motor para detectar ineficiencias en los mismos que puedan estar provocando estas desviaciones, para su inmediata solución, incidiéndose así en la causa raíz del problema.

Para la valoración de los resultados debemos tener en cuenta que el consumo por tanque se estima en unos 10 g por encima del consumo por flujometro, por lo que comenzaremos a ser eficientes a medida que estos resultados den por debajo de 197 g/kw-h.

En los **Anexos 8 y 9**. Se muestra un ejemplo del procedimiento de cálculo utilizado, así como el programa utilizado para la interpolación en el cálculo de la densidad corregida.

Este procedimiento de cálculo por HTU surge como una nueva ventana a los registros que se tenían para el análisis estadístico y además da la posibilidad de determinar si la causa raíz de la desviación está en la eficiencia real con que están trabajando los motores o en algún otro punto del proceso.

A continuación se muestra una tabla la cual refleja los resultados obtenidos en los cortes realizados a las tres baterías durante el mes de Agosto, calculando los valores promedios de cada una.

**Tabla. 3.5. Comportamiento CEB batería 3**

AGOSTO			
FECHA	Batería 1	Batería 2	Batería 3
8/4/2009	204.35	200.76	205.42
8/5/2009	203.97	201.36	204.84
8/7/2009	204.65	202.25	204.78
8/11/2009	204.36	200.76	204.10
8/13/2009	200.72	201.20	203.86
8/14/2009	203.86	199.97	204.51
8/17/2009	205.47	200.51	203.93
8/19/2009	204.28	200.82	203.05
8/21/2009	203.36	201.54	203.26

8/25/2009	201.57	200.97	202.55
8/28/2009	201.43	199.00	201.32
<b>PROMEDIO</b>	<b>203.46</b>	<b>200.83</b>	<b>203.78</b>

Los resultados anteriores reflejan que la causa raíz se encuentra en la eficiencia con que están trabajando los motores, por lo que se decide comenzar a parar un grupo de motores para revisar las subcausas identificadas con la teoría.

**Tabla. 3.6. Análisis del estado técnico de toberas**

Motor	Estado de toberas		Observaciones
	Buen estado	Defecto.	
2	2	7	Las dos en buen estado abrieron por debajo de 350 bar.
3	3	6	Abrieron por debajo de 350 bar.
4	4	5	Abrieron por debajo de 350 bar.
5	2	7	Abrieron por debajo de 350 bar.
10	0	9	Todas defectuosas
12	0	9	Todas defectuosas

Es evidente que con esta situación en la inyección no es posible lograr los niveles de eficiencia propuestos.

En la prueba de fuga y goteo realizada a las toberas se pudo apreciar que al ajustar la presión de apertura a 450 bar, las mismas presentaban fugas y goteo de combustible lo que indica no poseer buena hermeticidad.

Las causas fundamentales de tal situación obedecen a desgaste en la punta de la aguja, así como entre el vástago y la camisa.

### 3.1.5 Desarrollo de remedios y prueba de los remedios

Como primer paso remediador y de manera operativa el equipo de mejora decide mantener los cortes del CEB a través de flujometro de manera sistemática, con el objetivo de detectar las desviaciones con rapidez para ser corregidas.

El desarrollo de esta investigación coincide con la prueba en la Central de un juego de toberas de otro proveedor.

A continuación se muestra el comportamiento del CEB antes y después de adoptada la medida remediadora.

Este comportamiento obedece totalmente a la acción remediadora ya que se mantuvo el monitoreo sobre la calidad del combustible recibido de CUPET y a la entrada de los motores sin presentar desviaciones, además se mantuvo el mismo régimen de operación en cuanto a la frecuencia de arranques y paradas.

**Tabla.3.7. Evaluación de acción remediadora.**

AGOSTO				SEPTIEMBRE			
FECHA	Batería 1	Batería 2	Batería 3	FECHA	Batería 1	Batería 2	Batería 3
8/4/2009	204.35	200.76	205.42	9/4/2009	199.14	199.77	200.28
8/5/2009	203.97	201.36	204.84	9/5/2009	201.30	199.86	200.82
8/7/2009	204.65	202.25	204.78	9/7/2009	199.29	198.45	201.05
8/11/2009	204.36	200.76	204.10	9/8/2009	200.49	198.40	199.79
8/13/2009	200.72	201.20	203.86	9/9/2009	199.72	201.71	198.73
8/14/2009	203.86	199.97	204.51	9/10/2009	199.25	196.36	197.13
8/17/2009	205.47	200.51	203.93	9/11/2009	199.08	197.99	205.11
8/19/2009	204.28	200.82	203.05	9/16/2009	197.97	198.28	201.39
8/21/2009	203.36	201.54	203.26	9/17/2009	198.67	198.34	199.45
8/25/2009	201.57	200.97	202.55	9/18/2009	197.96	195.25	201.46
8/28/2009	201.43	199.00	201.32	9/20/2009	197.21	195.43	200.23
				9/21/2009	197.50	198.10	199.40
				9/25/2009	200.01	197.15	197.52
				9/26/2009	200.90	198.09	202.62
				9/27/2009	199.09	196.58	198.66
				9/28/2009	199.12	196.46	198.24
				9/31/2009	198.14	194.97	199.01
<b>PROMEDIO</b>	<b>203.46</b>	<b>200.83</b>	<b>203.78</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>199.11</b>	<b>197.72</b>	<b>200.05</b>

En la tabla anterior se observa como después de aplicada la acción remediadora se logra reducir el consumo específico de combustible (CEB) en aproximadamente en 3.73 g-Kwh. generado.

### 3.1.6 Resistencia al cambio.

Desde el inicio de la investigación el equipo de trabajo se proyectó en este sentido, para esto se tuvo presente involucrar a las personas de diferentes departamentos que de manera directa podrían ser afectados con los cambios.

Es realizado además un análisis de barreras y ayudas a la mejora de la calidad.

**Tabla. 8. Análisis de Barreras y ayudas**

<b>FUERZAS QUE ACTUAN CONTRA LA MEJORA DE LA CALIDAD</b>	<b>FUERZAS QUE EMPUJAN HACIA LA MEJORA DE LA CALIDAD</b>
- Esfuerzos adicionales para el nuevo control.	- Apoyo de la dirección, motivación.
- Establecimiento de prioridades.	- Trabajo en equipo.

### **3.1.7 Control al nuevo nivel.**

Esta etapa consiste en mantener lo conseguido para que los beneficios continúen produciéndose en lo sucesivo; estableciendo una manera sistemática de evitar retrocesos a través del control de procesos.

En la actualidad el procedimiento se ha perfeccionado y constituye una herramienta imprescindible en los análisis diarios de producción.

En el caso de la segunda acción remediadora (nuevas toberas) en este momento se encuentra concluyendo la etapa de prueba, los resultados obtenidos han sido excelentes.

### **Conclusiones del Capítulo.**

1. Se implementa el procedimiento de mejora de la calidad “La secuencia Universal del salto adelante” propuesto por Juran.
2. Se identifica un proyecto específico de mejora de la calidad para el proceso de generación eléctrica en la Central Eléctrica Yaguaramas.
3. Se realiza una búsqueda de datos históricos donde se identificó el consumo específico de combustible como el principal defecto del proceso de generación eléctrica
4. Se realiza una propuesta para la mejora de la calidad en el proceso de generación de la central eléctrica Yaguaramas, basada en la implementación de un procedimiento de cálculo del consumo específico de combustible a partir de una disección del proceso como una nueva ventana de control, además de introducir la corrección por temperatura durante el cálculo, lo cual permitió mayor control del proceso permitiendo la reducción del consumo de combustible en aproximadamente 3.78 g-Kwh. generados.

---

## **Conclusiones**

Una vez concluida la presente investigación, se pueden plantear las siguientes conclusiones:

1. Se elaboró un marco teórico abordando temas referentes a la calidad, enfatizando en la Generación Distribuida y la gestión de procesos, lo que proporciono elementos necesarios para el desarrollo de la investigación.
2. Se presentó la caracterización La Central Eléctrica Yaguaramas, analizando su estructura y composición, particularizando en el proceso de generación eléctrica.
3. Se analiza y evalúa el proceso de generación eléctrica en la Central eléctrica Yaguaramas, determinando, el estado técnico de las toberas de inyección, como la principal causa del incremento del consumo específico de combustible.
4. Se realiza una propuesta para la mejora de la calidad en el proceso de generación de la central eléctrica Yaguaramas, basada en la implementación de un procedimiento de cálculo del consumo específico de combustible a partir de una disección del proceso como una nueva ventana de control, además de introducir la corrección por temperatura durante el cálculo, lo cual posibilitó mayor control del proceso permitiendo la reducción del consumo de combustible en aproximadamente 3.78 g-Kwh. generados.
5. Se comprueba la efectividad de la propuesta de mejora de la calidad del proceso de generación eléctrica mediante experimentos realizados en condiciones reales, la aplicación de herramientas de calidad y técnicas estadísticas para el procesamiento de datos.

---

**Recomendaciones.**

1. Utilizar el marco teórico expuesto en este trabajo como material de referencia y futura consulta para el desarrollo de nuevas investigaciones.
2. Continuar desarrollando programas completos de mejoras que permitan implementar proyectos específicos para el perfeccionamiento de los procesos en la Central Eléctrica Yaguaramas.
3. Utilizar como metodología para desarrollar proyectos de mejora el procedimiento “La secuencia universal del salto adelante” propuesto por Juran.
4. Aplicar la propuesta de mejora realizada para evaluar los resultados del proceso de generación eléctrica en otras Centrales del país.

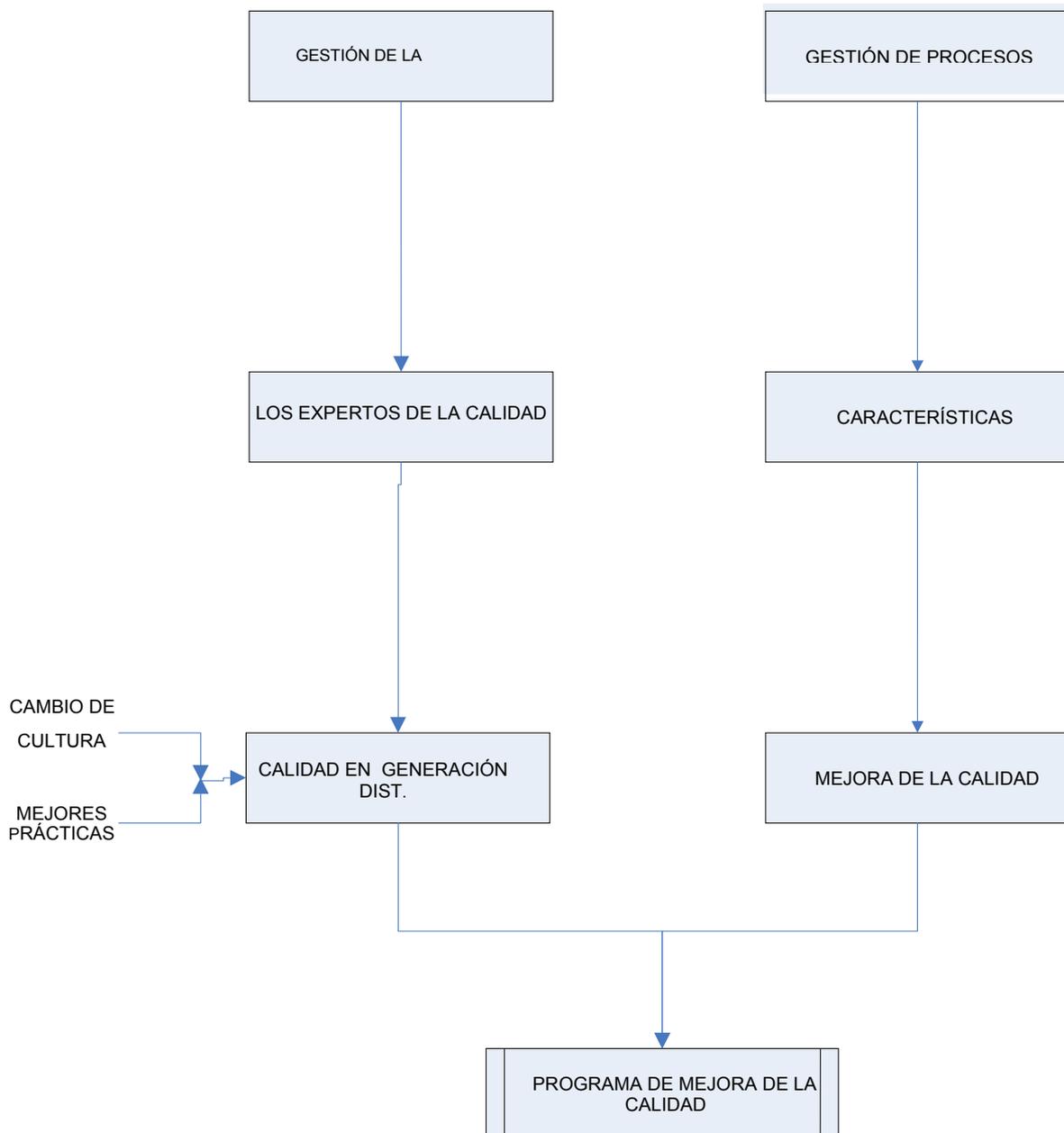
## **Bibliografía.**

- Champy, James. (1996). *Reingeniería en la gerencia: Cómo modificar el trabajo gerencial*. Barcelona: Norma.
- Colectivo de autores. (2000). *Manual de Generación distribuida en Cuba*. Cuba: Habana.
- Colectivo de Autores de Unión Eléctrica. (2010). *Manual de Generación - Distribución – Cuba*. Versión 02.
- David, Fred R. (1989). *Strategic Management*. Merrill Publishing Company.
- Drucker, Peter F. (1977). . *Management Cases*. New York: Harper.
- Guzmán Valdivia, Isaac. (1989). *Capacitación y Desarrollo de Personal/Isaac guzmán Valdivia*. México: Trillas.
- Hague, Paul N, & Peter Jackson. (n.d.). *Cómo hacer una investigación de mercados*. Madrid: Deusto S.A.
- Harbor, Jerry L. (1995). *Manual de trabajo de Reingeniería de Procesos*. México: Panorama S.A.
- Harrington, James. (1993). *Mejoramiento de los Procesos de la Empresa*. Colombia: McGraw- Hill Interamericana.
- Heidingsfield, Myron S. (1962). *Marketing and Business research*. New York: Rinehart & Winston.
- Hernández Sampieri, Roberto. (1978). *Metodología de la Investigación*. West Publishing Company.
- Holmes, Parker M. Marketing Research. (1960). *Principles and Reading*. Cincinnati: Western Publishing Co.
- Hughes, G. David. (1986). *Mercadotecnia planeación estratégica*. EUA: Iberoamericana.
- Juran, J. M. (1993). *Manual de control de la calidad. de Juran*. Mexico: Mc.Graw Hill S.
- Kenneth, Albert J. (1987). *Manual del administrador de empresas*. México: Mc Graw Hill.
- Kinner, Thomas C. (1994). *Investigación de Mercados: Un enfoque aplicado*. Santa Fé de Bogotá: McGraw-Hill.
- Kotler, Philip. (1981). *Marketing Management*. Ontario.
- Kotler, Philip. (1996). *Mercadotecnia*. México.
- Laris Casillas, Francisco. (1975). *Administración integral*. México.

- 
- Laris Casillas, Francisco. (1990). *Acerca de la planificación de la pequeña y mediana empresa*. México: Limusa.
- Lehmann, Donald R. (1998). *Investigación y análisis de mercado*.
- Manganelli, Raymond L. (1994). *Cómo hacer Reingeniería*. Colombia: Norma.
- Maynard, H. B. (1985). *Manual de Ingeniería y Organización Industrial*. Barcelona: Reverté S. A.
- Méndez López, Gustavo. (2003, de Abril del 13). Metodología Six-Sigma: Calidad Industrial. Retrieved from <http://iing.mx1.uabc.mx>
- Michel Hammer, & James Champy. (1996). *Reingeniería*. Barcelona: Norma.
- Mikel, Harry, & Hill Mc Graw. (2000). *The breakthrough Management Strategy*. United Sates of America: Prentice Hall.
- Padilla, Gabriela. (2004, February 23). Autores de la gestión de la Calidad. Retrieved from <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/der/aucalid.htm>
- Peppard, Joe. (1996). *La esencia de la Reingeniería en los Procesos de Negocios*. México: Prentice- Hall Hispanoamericana.
- Péres López, Javier. (1999). *Control Estadístico de la Calidad: Teoría, Práctica y Aplicaciones Informáticas, SAS, Statgraphics, Minitab, SPSS*. – Madrid, España: RaMa.
- Siegel, Signey. (1974). *Estadística no paramétrica*. España: Trillas.
- Thierauf, R. (1993). *Decisiones por medio de la Investigación de Operaciones*. México: Linusa Noriega.

### Anexos

#### Anexo 1. Mapa conceptual del marco teórico.



**Anexo 2.** Comparación de los enfoques de Calidad de los principales expertos.

<b>Elementos</b>	<b>Crosby</b>	<b>Deming</b>	<b>Juran</b>
• Definición de Calidad	Concordancia con los requisitos	Un grado predecible de uniformidad y confiabilidad a bajo costo adecuado para el mercado	Adecuado para el uso
• Grado de responsabilidad de la gerencia superior	Responsable de la calidad	Responsable del 94% de los problemas de calidad	Menos del 20% de los problemas de la calidad se deben a los trabajadores
• Norma de desempeño y motivación	Cero defectos	La calidad tiene muchas escalas. Use las estadísticas para medir el desempeño en todas las áreas. Critica el concepto de cero defectos	Evitar campañas para realizar el trabajo perfecto
• Enfoque general	Prevención, no inspección	Reducir las varianzas por medio de la mejora continua. Crear inspecciones en masa	Enfoque de dirección general para la calidad, en especial con respecto a los elementos humanos
• Estructura	14 pasos para mejorar la calidad	14 puntos para la gerencia	10 pasos para mejorar la calidad
• Control estadístico de procesos	Rechaza los niveles de calidad aceptables	Deben usarse métodos estadísticos para el control de la calidad	Recomienda el SPC, pero advierte que puede llevar a un enfoque basado en herramientas
• Base para mejoras	Un proceso, no un programa. Metas de mejora.	Continua, para reducir las varianzas. Eliminar objetivos sin métodos	Enfoque de equipos por proyectos, establecer metas
• Trabajo en equipo	Equipos de mejora de la calidad, Consejo de Calidad.	Participación de los empleados en la toma de decisiones, eliminar las barreras entre departamentos	Enfoque en equipo y círculos de calidad
• Costos de calidad	Costos de la no concordancia: la calidad es gratuita	Mejora continua sin puntos óptimos	La calidad no es gratuita, existe un punto óptimo
• Compras y bienes recibidos	Declarar necesidades, el proveedor es una extensión de la empresa. La mayoría de los defectos se deben a los compradores, no a los proveedores.	La inspección es demasiado tardía, permiten que entren defectos al sistema por los NCA. Se requieren de Diagramas de Control y pruebas estadísticas	Los problemas son complejos, realizar estudios formales
• Calificación de proveedores	Sí, y hay también de los compradores. Son inútiles las auditorías de la calidad.	No, critica a la mayoría de los sistemas	Sí, pero ayuda al proveedor a mejorar
• Fuente de provisión única	Sí	Sí	No, puede omitirse para mejorar la ventaja competitiva

**Anexo 3:** Evaluación de la contribución de los autores en cada área de análisis.

Autor	Liderazgo	Planeación Estratégica	Posicionamiento en el mercado	Sistema Humano	Sistema Operacional	Control de Proveedores	Mejoramiento de la Calidad	Control del Proceso
Crosby	R	R	R	F	R	N	F	R
Deming	R	R	N	F	F	R	R	N
Juran	R	N	R	R	F	N	F	R
Feigenbaum	R	F	N	F	R	N	D	D
Ishikawa	R	R	R	F	F	R	F	F
Mizuno	D	R	N	D	R	N	R	D
Oakland	F	R	N	F	F	D	R	N
Shingo	D	N	N	R	D	N	D	F
Taguchi	N	N	R	N	R	N	N	R
Global	R	R	D	F	F	D	F	R

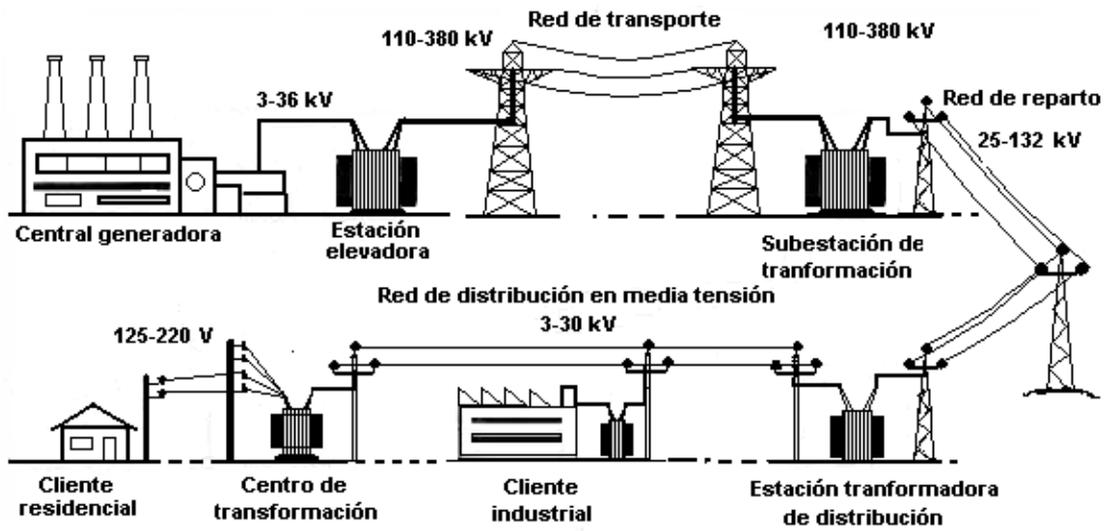
Fuente: Humberto D. Cantú, "Desarrollo de una cultura de calidad". México D.F., Mc Graw-Hill Interamericana Editores, 1997, pág. 59.

**Anexo 4.** Tres corrientes de programas de Gestión de la Calidad Total.

<b>Elementos</b>	<b>Discurso de Calidad Total</b>	<b>Herramientas de Calidad Total</b>	<b>Integración de la Calidad Total</b>
<b>Características observables</b>	Exhortación, muchas charlas acerca de la calidad; generalmente en una campaña de mercadotecnia con la intención de crear señales de compra sin incurrir en los gastos de cambios fundamentales.	Introducción de herramientas específicas, es decir, control estadístico de procesos, programas de participación de los empleados, círculos de calidad.	Revisión seria de todos los elementos de la organización, esfuerzos para hacer participar a los proveedores y los clientes.
<b>Razonamiento</b>	La gerencia puede creer que la calidad es mejor de lo que se conoce generalmente o puede crear una cortina de humo, esto es, "todo el mundo lo está haciendo, es lo que hay que hacer en estos días".	Los clientes valiosos insisten en la implementación de un programa en equipo, o los competidores han introducido programas exitosos, creando así un efecto de "seguir el ejemplo".	Esfuerzo sistemático para mejorar las ganancias por medio de una distinción basada en la calidad.
<b>Responsabilidad por la calidad</b>	Sin cambios, existe una función específica dentro de la organización a la cual se asigna la responsabilidad por la calidad.	Personal de nivel inferior de la organización, sin importar su función.	Responsabilidad compartida. La alta gerencia acepta la responsabilidad de crear un ambiente que estimule la calidad.
<b>Cambios estructurales</b>	Ninguno, la organización permanece sin cambios.	Cambios graduales en procesos o áreas funcionales.	Grandes cambios que integran las funciones dentro de la organización, en los cuales participan los clientes y proveedores en el proceso total de producción.
<b>Comportamientos y actitudes representativos de los empleados</b>	La calidad total no es más que una moda, "esto pasará". Los empleados astutos aprenden a no hacer mucho ruido, hablan de la calidad cuando es lo que se espera de ellos pero saben que todo sigue igual.	"Es una buena idea, lástima que la gerencia no tome en serio a la calidad", los empleados astutos participan en seminarios y emplean las herramientas adecuadas para reparar defectos obvios en sus áreas de responsabilidad, pero evitan ser demasiado evidentes	"Por fin tenemos la oportunidad de hacer las cosas bien". Los empleados dedicados estudian la perspectiva de la calidad total, buscan oportunidades para mejorar el desempeño en toda la organización, se enfrentan a suposiciones convencionales y buscan hacer participar a los clientes y proveedores.
<b>Función del profesional de la calidad</b>	Policía, guardián.	Experto residente, consejero.	Líder estratégico, agente de cambio.

Fuente: R.B Chase y N.J. Aquilano, Dirección y Administración de la producción y las operaciones, España, Richard D. Irwin Inc., 6ta. Edición, 1995, pág. 219

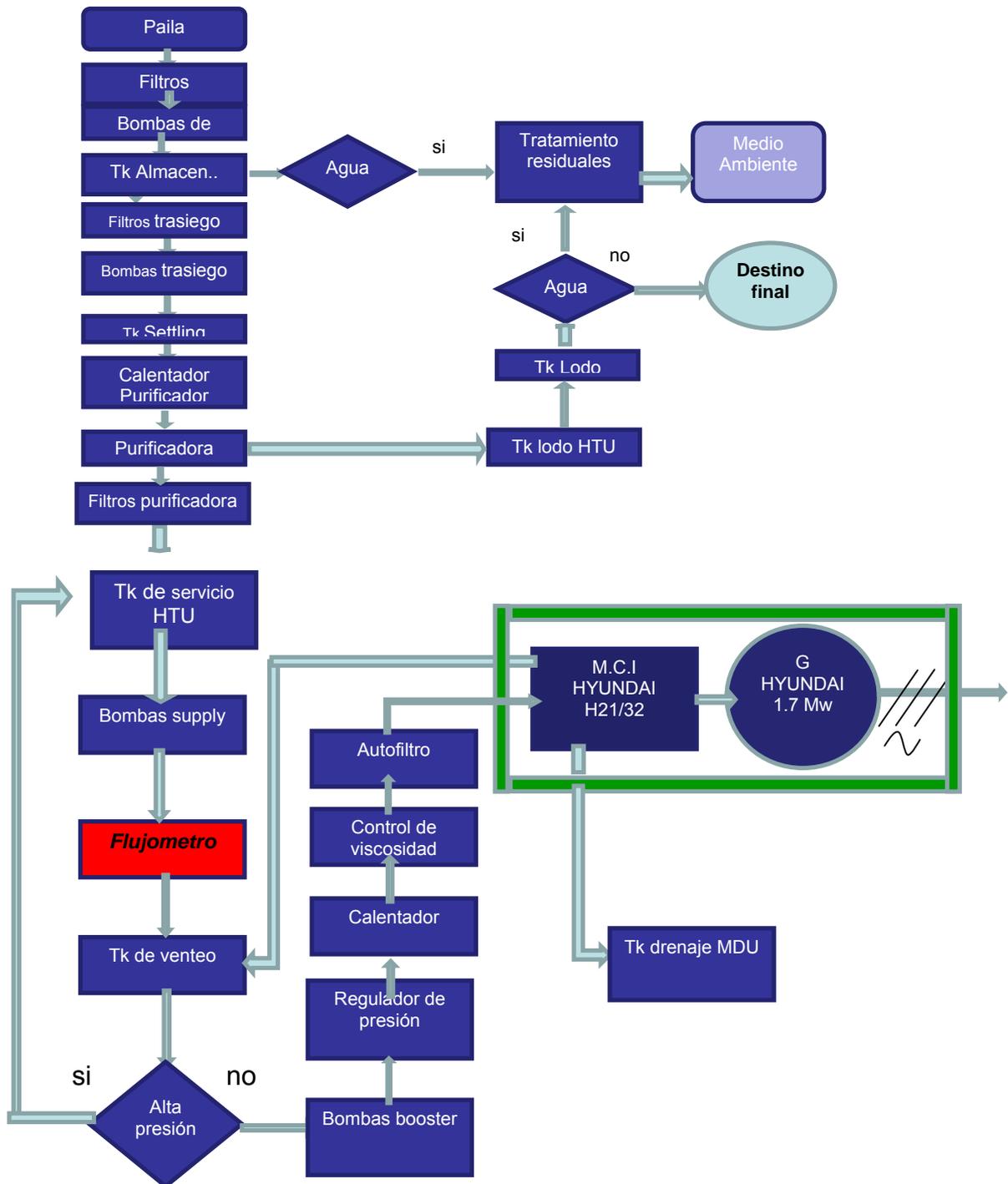
**Anexo 5: Gráfico de Generación Distribuida**



Anexo. 6. Mapa de ubicación de las principales plantas de la Generación Distribuida en Cuba



Anexo 7. Diagrama de Flujo



**Anexo 8 y 9:** Programa utilizado para la interpolación en el cálculo de la densidad corregida.

REGISTRO ANALISIS DE LABORATORIO

No.Regist Lab:	162	HrasTrabMotor:		TipoMuestra:	Fuel	FechaAnálisis:	8/26/2009
Unidad Tecnol:	MC	NoContenedor:		MotivoMuestra:	Regimen	Comentario Diagnóstico:	
Tipo UnidTecn:	Composito Recepti	TipoEmplazam:	Bateria Fuel	Pto Muestreo:	Tomamuestras		
Emplazamiento:	Yaguaramas	TipoTecnologia:	Fuel	FechaMuestra:	8/27/2009		
Provincia:	Cienfuegos	Tecnologia:	Hunday	FechaRecibo:	8/26/2009		

API/Dens Visc50°C Visc100°C Plnf.CC %Agua CConr Ceniz Sedim VCal/Azuf Destil CorrCu AguaySed Vanadio Asfalt Calcu

Grado API D 287

**DATOS**

\*API = 15.14

Temp = 15 °C

**Correcciones de la medición**

Dilatac. bulbo =

Menisco = 0.1

Entra la temperatura a la que se desea conocer la densidad y el sistema calcula basado en los valores obtenidos a 15 °C

**Datos corregidos**

\*API = 15.04

GrEsp = 0.9656 g/l

**Corrección a 15 °C**

\*API = 15.1

GrEsp = 0.9652 g/l

**Calculos de Consulta**

Temp Calc = 94 °C

\*API = 882353

GrEsp = 0.8514 g/l

Registro: 161 de 161 Sin filtro Buscar