



**FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y  
EMPRESARIALES**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

## **TRABAJO DE DIPLOMA**

***Propuesta de mejoras al sistema de monitoreo y  
control energético mediante una gestión eficiente de la  
energía en la Central Termoeléctrica Cienfuegos.***

***Autor: Obiel Sosa Rodríguez.***

***Tutor: MsC. Ing. Francisco Ernesto Berroa Borrell.***

***Consultante: MsC. Ing. Berlan Rodríguez Pérez***

**Cienfuegos, 2009**  
**“Año 50 de la Revolución”**

Hago constar que el presente trabajo fue realizado en la Universidad de Cienfuegos: “Carlos Rafael Rodríguez” como parte de la culminación de los estudios de Ingeniería Industrial, autorizado a que el mismo sea utilizado por la institución para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos ni publicado sin la aprobación del autor.

---

Firma del Autor

Los abajo firmantes, certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según acuerdos de la dirección del centro y el mismo cumple los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura, referido a la temática señalada.

---

Firma del tutor

---

Información Científico Técnica  
Nombres y Apellidos

---

Computación  
Nombres y Apellidos



# PENSAMIENTO

“HAY QUE TRABAJAR PARA ENRIQUECER LOS CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS, PARA SABERLO APLICAR EN LA PRACTICA DE MANERA CREADORA Y RECORDAR QUE LA REALIDAD ES SIEMPRE MUCHO MAS RICA QUE LA TEORIA, PERO QUE LA TEORÍA ES IMPRESCINDIBLE PARA EL DESARRROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL DE MODO CIENTÍFICO”.

*FIDEL CASTRO RUZ.*



## ***Agradecimientos.***

---

*DIOS: Forjador de todos mis triunfos, que me dio la  
vida  
Y me brindo la oportunidad de realizar este sueño.*

*A todos los que de alguna forma trabajan por el Bien Común  
Como uno de los medios para lograr la equidad,  
El crecimiento y el desarrollo humano.*

*A los profesores por su indeleble labor y brindar sus conocimientos,  
los cuales fueron fundamentales para el desarrollo del trabajo  
y mis compañeros con quienes compartí momentos agradables de estudio,  
de trabajo, de esparcimiento, pero realmente por un  
compañerismo desinteresado.*

*A mis compañeros de trabajo,  
por apoyarme en el desarrollo de este proyecto  
en especial al Ing. Francisco Berroa por brindarme sus  
conocimientos y ayuda desinteresada.*

*A mi esposa, por apoyarme en los momentos más difíciles.*

*A todos los que por ser parte de mi vida, tienen en este trabajo,  
un pedazo de su tiempo y de sus corazones empeñados.*

*A las personas mencionadas. GRACIAS.*



## Resumen

---

El presente trabajo resume los resultados de una investigación realizada en la Empresa Termoeléctrica de Cienfuegos (ETC.) enfocado a la gestión de la eficiencia energética y a las principales oportunidades de ahorro en la Central Termoeléctrica Carlos M. de Céspedes.

Para la conformación del mismo se realizaron búsquedas bibliográficas encaminadas a dar una panorámica del comportamiento del sector nacional e internacional en cuanto a los consumos energéticos, así como brindar información sobre los sistemas de gestión energética.

Para determinar el estado actual de la Gestión Energética en la Central se analizaron las informaciones del periodo comprendido desde el año 2 006 hasta el 2 008, donde se hace una actualización de los consumos y gastos en portadores energéticos para el año 2 009, por lo que se llega a la conclusión de que el combustible Crudo y fuel son los de mayor influencia con un 59 % y 32 % respectivamente en los consumos energéticos.

En vista de los aumentos y la situación energética que atraviesa el país, se inicia un proyecto de mejoras cuya finalidad es reducir el consumo de combustible y energía eléctrica. Este proyecto contempla la elaboración de posibles estrategias a seguir para optimizar el uso de la electricidad, a través de un programa de ahorro, este programa presenta alternativas de ahorro de energía eléctrica por concepto de insumo eléctrico y ahorro de combustible porque se demostró que estos indicadores son los de mayor consumo de energía en la institución.



## Índice

---

### Contenido

|                                                                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Resumen.....</b>                                                                                                               | <b>1</b>  |
| <b>Índice.....</b>                                                                                                                | <b>2</b>  |
| <b>Introducción.....</b>                                                                                                          | <b>8</b>  |
| <b>Capítulo 1.....</b>                                                                                                            | <b>3</b>  |
| <b>1.1 La situación energética contemporánea. La Revolución Energética en Cuba. ....</b>                                          | <b>3</b>  |
| <b>1.1.1 Panorama energético internacional: .....</b>                                                                             | <b>3</b>  |
| <b>1.1.2 Panorama regional de América latina y el Caribe .....</b>                                                                | <b>5</b>  |
| <b>1.2 Estado actual de la economía y uso de la energía en Cuba. ....</b>                                                         | <b>9</b>  |
| <b>1.2.1 Desarrollo económico. La Revolución Energética en Cuba. ....</b>                                                         | <b>9</b>  |
| <b>1.2.3 La Generación de potencia en Cuba. Análisis del modelo propuesto. Ventajas y<br/>desventajas. Efecto Económico. ....</b> | <b>14</b> |
| <b>1.3 Característica de la gestión y administración de energía en las CTE. ....</b>                                              | <b>17</b> |
| <b>1.3.1 Repercusión de la Revolución Energética en la Empresa Termoeléctrica Cienfuegos..</b>                                    | <b>21</b> |
| <b>1.4 Conclusiones del Capítulo.....</b>                                                                                         | <b>22</b> |
| <b>Capítulo 2.....</b>                                                                                                            | <b>23</b> |
| <b>La administración de los recursos energéticos en la CTE " Carlos M. de Céspedes. ....</b>                                      | <b>23</b> |
| <b>2.1Caracterización del objeto de estudio. ....</b>                                                                             | <b>23</b> |
| <b>2.1.1. Organización estructural: .....</b>                                                                                     | <b>25</b> |
| <b>2.2 Características técnicas del sistema. ....</b>                                                                             | <b>26</b> |
| <b>2.3 Forma del sistema de monitoreo y control energético. Análisis crítico del sistema. Toma<br/>de decisiones. ....</b>        | <b>28</b> |
| <b>2.3.1 Forma del sistema de monitoreo y control energético: .....</b>                                                           | <b>28</b> |
| <b>2.3.2 Estudio de caso: .....</b>                                                                                               | <b>42</b> |
| <b>2.3.3 Análisis crítico del sistema: .....</b>                                                                                  | <b>43</b> |
| <b>2.4 Conclusiones parciales. ....</b>                                                                                           | <b>45</b> |
| <b>Capítulo 3.....</b>                                                                                                            | <b>46</b> |
| <b>3.1 Caracterización energética de la CTE. Prueba de Necesidad. ....</b>                                                        | <b>46</b> |
| <b>3.1.2 Estructura de Consumo de Portadores Energéticos de la Empresa. ....</b>                                                  | <b>49</b> |
| <b>3.1.3 Estratificación de los portadores energéticos. ....</b>                                                                  | <b>51</b> |

|                                                                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3.1.4 Estructura de consumo de portadores que no son para generar.</b>                                                 | <b>52</b> |
| <b>3.1.5 Gráficos de Consumo – Producción:</b>                                                                            | <b>57</b> |
| <b>3.1.6 Gráficos de Índice de Consumo ( <math>I_c</math> ) vs Producción.</b>                                            | <b>60</b> |
| <b>3.1.7 Gráficos de Control de energía y producción:</b>                                                                 | <b>63</b> |
| <b>3.1.8 Determinación del CUSUM.</b>                                                                                     | <b>70</b> |
| <b>3.2 Mejora y puesta a punto de un Sistema de Monitoreo y Control Energético (SMCE).<br/>Corrida en Programa EXCEL.</b> | <b>71</b> |
| <b>3.2.1 Aplicación de la mejora a través de un estudio de caso.</b>                                                      | <b>72</b> |
| <b>3.6 Conclusiones parciales.</b>                                                                                        | <b>76</b> |
| <b>CONCLUSIONES</b>                                                                                                       | <b>77</b> |
| <b>RECOMENDACIONES</b>                                                                                                    | <b>78</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIA</b>                                                                                                       | <b>79</b> |
| <b>ANEXO</b>                                                                                                              | <b>83</b> |



## Introducción

---

A medida que ha pasado el tiempo, el hombre ha ido dependiendo cada vez más de los recursos energéticos para la satisfacción de necesidades como: iluminación, calefacción, refrigeración, transporte. Esta dependencia energética ha acarreado un sobreabuso específicamente de combustibles fósiles, recursos no renovables. La sociedad de consumo se extiende cada vez más, utilizando recursos para un mayor confort, y a esta visible mejora de calidad de vida son llevados los países en vías de desarrollo sin contar con condiciones que le sean favorables para formar parte de ese modelo, donde la mayor parte de la estructura de oferta de energía primaria está basada en petróleo y gas en casi el 90 % a nivel mundial.

Cuba no está ajena a esta panorámica mundial y por eso se llevan a cabo programas gubernamentales con vistas a realizar acciones por la mejora energética

La **REVOLUCIÓN ENERGÉTICA** se lleva a cabo en todos los sectores del país con el objetivo de lograr el **uso racional y eficiente de la energía** creando una cultura de ahorro, para ello es pertinente implantar en cada organización, sistemas y metodologías que permitan evaluar la eficiencia en el uso y el control de la energía eléctrica y la detección de oportunidades de ahorro organizativas y/o técnicas en empresas y organismos.

Atendiendo a lo dicho anteriormente se plantea el siguiente **problema científico**: Deficiencias en el actual sistema de monitoreo y control que impide la adecuada administración de los recursos energéticos

Para la conformación del mismo se realizaron búsquedas bibliográficas encaminadas a dar una panorámica del comportamiento del sector nacional e internacional en cuanto a los consumos energéticos, así como brindar información sobre los sistemas de gestión energética.

**Objetivo general**: Mejora de un sistema de monitoreo y control que eleve la eficiencia energética de la instalación y reduzca los consumos de portadores energéticos.

Dentro de los **objetivos específicos** se plantean los siguientes:

- Recopilar y procesar la información existente sobre el uso de la energía en el mundo y Cuba.
- Mostrar el comportamiento histórico del uso de la energía en la CTE.
- Caracterizar el estado de los indicadores que sustentan los sistemas de control energético en las centrales eléctricas

- Proponer mejoras al Sistema de Monitoreo y Control de la Energía (SMCE). Estudio de caso.

La necesidad de energía eléctrica es cada vez más importante y por esta razón no hay duda del interés en el problema por toda la humanidad, donde la exploración del recurso eficiencia energética se ha visto de forma muy limitada para proporcionar otra fuente de energía masiva que sea complementaria a las existentes.

### **Tareas Científicas a realizar.**

- Revisión de bibliografía sobre el tema de investigación.
- Revisar la documentación relacionada con el tema en poder de la Empresa Termoeléctrica de Cienfuegos (ETC)
- Aplicación de los instrumentos de investigación.
- Análisis de los resultados.
- Validación de los resultados obtenidos mediante un estudio de caso en la Empresa Termoeléctrica de Cienfuegos (ETC)

**Hipótesis:** La mejora de un sistema de monitoreo y control de la energía como base del sistema de gestión energética posibilitará la administración eficiente de los portadores energéticos.

### **Métodos de la Investigación.**

Análisis histórico – lógico, el análisis, la síntesis.

El trabajo que a continuación se presenta está formulado en tres capítulos los cuales brindan el desarrollo de la investigación realizada en la Empresa Termoeléctrica de Cienfuegos y se estructuraron de la siguiente manera:

#### **Capítulo1**

Fundamentación Teórica: Se hace una breve reseña sobre el panorama energético internacional ; del estado actual de la economía y el uso racional de la energía así como las principales medidas tomadas por el estado cubano en cuanto a la Revolución energética. También se resume las características de la gestión y administración de la energía en las centrales eléctricas y la repercusión en la ETC de la Revolución energética.

#### **Capítulo2**

En este capítulo se caracteriza el objeto de estudio se muestran las formas de monitoreo y control energético y se le hace un análisis critico al sistema, también se realiza un estudio de caso.

**Capítulo 3:** En este capítulo se caracteriza la llevan a cabo los elementos de un sistema eficiente de la energía y se mejora y pone a punto un sistema de monitorea y control energético en una corrida en Excel.



## Capítulo 1

---

### *La administración de energía en las CTE.*

#### **1.1 La situación energética contemporánea. La Revolución Energética en Cuba.**

##### **1.1.1 Panorama energético internacional:**

A partir de los acontecimientos de los primeros años de la década del 70 con la reducción de los suministros de petróleo y la duplicación del precio de los crudos, adquiere un nuevo interés la situación energética que se pone de manifiesto en el desarrollo de lo que ha venido en llamarse el “análisis energético”.

Desde entonces, este análisis ha prestado su mayor atención en la evaluación de las posibilidades futuras de suministro y en la utilización de todos los tipos de energía en su conjunto. Más recientemente, el desarrollo sostenible, como nuevo concepto del desarrollo económico, se presenta como un proceso en que la política energética, entre otras muchas, debe formularse de manera de lograr un desarrollo que sea sostenible desde el punto de vista económico, social y ecológico.

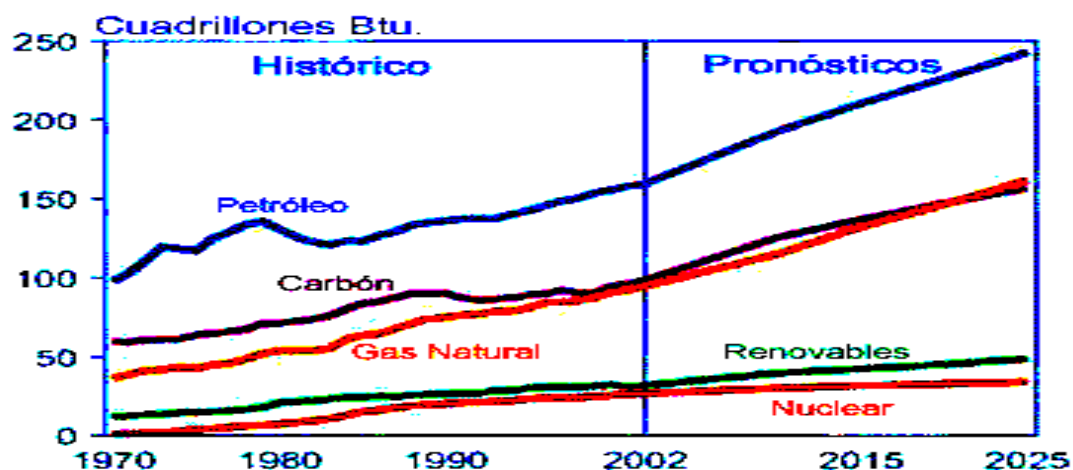
A pesar del agotamiento del petróleo mundial los consumos seguirán incrementándose, por lo que se estima que aumente de 78 a 119 millones de barriles día entre el año 2002 al 2025, donde China incrementará su consumo hasta un 7,5 % anual. Debido a esto y de acuerdo con un estudio realizado, los miembros de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) serán los más importantes suministradores de petróleo del mundo, representando un 60 % del incremento previsto.<sup>1</sup>

Como se puede observar en la figura 1.1 los combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón), seguirán siendo los más utilizados en todo el mundo, básicamente el sector del

---

<sup>1</sup> “Tercer Mundo Económico-Integración Energética en el MERCOSUR,” Noviembre 12, 2007, [www.redtercermundo.org.uy/tm\\_economico/texto\\_completo](http://www.redtercermundo.org.uy/tm_economico/texto_completo)

transporte y el industrial. También para este periodo se incrementarán la energía nuclear y energías renovables, aunque mucho más suave.



**Fig. 1.1 Mercado mundial del consumo de energía por tipo 1970 - 2025.**

Fuentes: 2002: Energy Information Administration (EIA), International Energy Annual 2002, DOE/EIA-0219(2002) (Washington, DC, March 2004), web site [www.eia.doe.gov/iea/](http://www.eia.doe.gov/iea/).

Pronósticos: EIA, System for the Analysis of Global Energy Markets (2005).

Por otro lado es necesario destacar que los países miembros de la OPEP producen el 40 % del crudo mundial y el 14 % del gas natural, y donde los costos de producción de los países de esta organización en el golfo pérsico están entre los más bajos a nivel mundial, variando entre \$1.00 y \$1.50 dólares por barril, y la inversión de capital requerida para aumentar su capacidad de producción en un barril/día es menor a \$5.00 dólares.

En cuanto a la generación de electricidad se espera que se duplique entre 2 002 y 2 025, pasando de 14 275 b/KW.h a 26 018 billones, donde el crecimiento más rápido lo experimentarán las economías emergentes, con un promedio de crecimiento de 4,0 % por año, en los países consolidados se prevé un aumento promedio de consumo eléctrico de 1,5 % por año. En este aspecto se debe añadir que algunos países han optado por la generación distribuida (GD), que se basa como necesidad de generación o el almacenamiento de energía

eléctrica a pequeña escala, lo más cercana al centro de carga, con la red eléctrica, y donde la capacidad de los sistemas de GD varía de cientos de KW hasta diez mil KW. <sup>2</sup>

Según **OLADE**<sup>3</sup> : El año 2003, fue un año que se caracterizó por una gran volatilidad e incertidumbre en los mercados energéticos, situación reflejada principalmente en el incremento en los precios del petróleo los cuales fueron los más altos de los últimos 20 años.

Por otro lado, cabe destacar, que las reservas mundiales de energía continuaron en ascenso y se cuenta con reservas de petróleo para cubrir la demanda actual de energía por 40 años y de gas natural por 60 años. Existen indicios para sostener que los descubrimientos continuarán en los años venideros por lo cual la seguridad energética de los países pasa más por un análisis de la distribución y geopolítica de las mismas que por una escasez en la oferta.

Finalmente, se espera que en los siguientes años el consumo de energía siga liderizado por la demanda de petróleo aunque seguida muy de cerca por la demanda de gas natural, que pasará a ser el segundo energético más demandado. Para este escenario será determinante el crecimiento de la demanda de gas natural que registre el Asia, continente que guiará la tasa a la cual crezca este mercado.

**CEPAL**<sup>4</sup>: El 2005 fue el tercer año consecutivo de crecimiento de América Latina y el Caribe. Se estima que el Producto Interno Bruto (PIB) tuvo una expansión de alrededor de un 4,3 %, lo que supone un aumento del PIB per cápita cercano al 3 %. El 2006 tuvo una prolongación de la fase expansiva del ciclo económico, aunque a una tasa algo inferior (4,1 %), siendo la tasa de crecimiento medio del período 2003 - 2006 levemente superior al 4 %, mientras el PIB per cápita acumula un aumento cercano al 11 %. Desde una perspectiva histórica, el período de crecimiento que atraviesa América Latina y el Caribe constituye un hecho sumamente positivo. Sin embargo, la mayor parte de los países de la región está creciendo menos que otras regiones del mundo.

### **1.1.2 Panorama regional de América latina y el Caribe**

América Latina no ha estado alejada de los problemas energéticos mundiales y ha vivido desde hace muchos años los embates de la crisis energética internacional, fundamentalmente la de los años de la década del 70, de aquí que en este contexto nace la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). Esta organización esta conformada por 26 países del área (incluida Cuba), y tiene entre sus objetivos desarrollar los recursos energéticos, además de

---

<sup>2</sup> “Generación distribuida,” Noviembre 11, 2007,  
[www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA\\_1917\\_generacion\\_distribucion](http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_1917_generacion_distribucion)

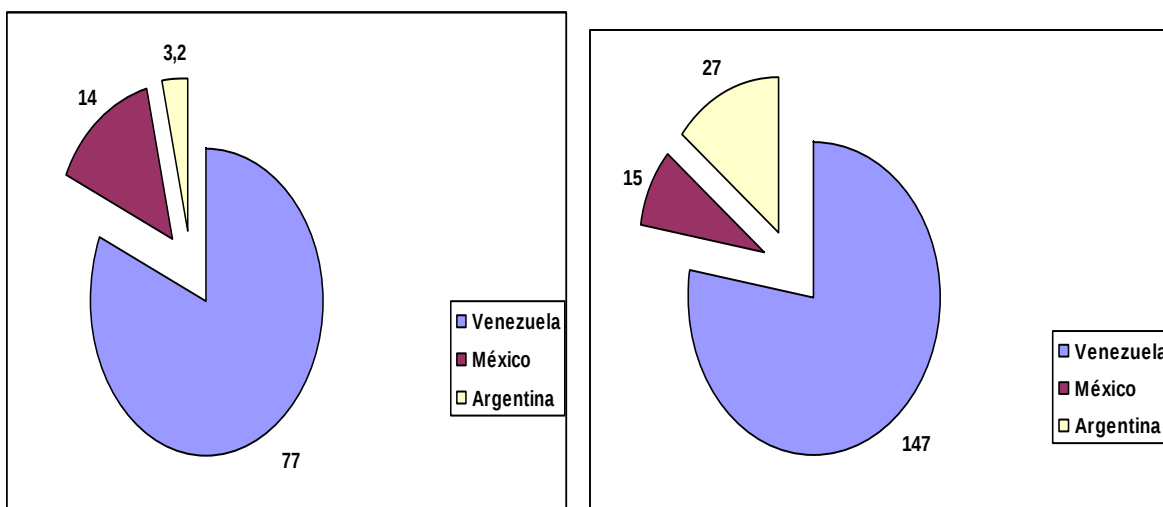
<sup>3</sup> OLADE, “Aspectos económicos, regulatorios y de política energética,” Octubre 5, 2007,  
[www.olade.org.ec/InformeEnergético/informeenergetico05.htm](http://www.olade.org.ec/InformeEnergético/informeenergetico05.htm).

<sup>4</sup> CEPAL, “Comisión económica para América Latina,” [www.cepal.org](http://www.cepal.org) Comisión

atender conjuntamente los aspectos relativos a su eficiente y su racional aprovechamiento, a fin de contribuir al desarrollo económico y social de la región.

Sin embargo, es preciso señalar que los países que integran a la América Latina y el Caribe, no todos presentan las mismas condiciones desde el punto de vista energético, por ejemplo: Venezuela, México, Trinidad y Tobago, Colombia y Ecuador, son considerados exportadores netos de petróleo; pero los de mayor peso son México, Venezuela y Colombia, aunque esta última ha disminuido su cuota de 820 000 barriles por día (bpd) en 1999 a 520 000 bpd en el 2005, mientras que México, junto con Venezuela, concentra el grueso de las reservas disponibles en América Latina. México representa un 1,4 % de ellas a nivel mundial y produce el 5 % de la oferta mundial; Venezuela, en cambio, es la quinta exportadora mundial de petróleo y, cuenta con una reserva para 250 años, manteniendo el volumen vigente de extracción, con el 6,8 % de las reservas, aportando el 3,9 % de la producción.

El crecimiento energético en la región estuvo liderizado particularmente por la producción de gas natural, con un 3,21 % de crecimiento y de carbón con un importante ascenso en 12,67 %, mientras que la de petróleo se redujeron en 1,85 %, Venezuela, miembro de la OPEP, se ha mantenido entre los 10 primeros productores de petróleo del mundo, a pesar de problemas ocurridos en el 2003. El país es por tanto, clave para los mercados energéticos mundiales, con sus reservas probadas de petróleo estimadas en más de 77 mil millones de barriles. Las reservas de gas natural de Venezuela son las mayores de la región, estimadas en unos 147 Trillones de pies cúbicos (TPC). México también tiene grandes reservas de crudo con más 14 mil millones de barriles, mientras que sus reservas probadas de gas natural se estiman en aproximadamente 15 TPC. Argentina, con unos 3,2 mil millones de barriles de reservas probadas de petróleo, es también un importante participante en el mercado de hidrocarburos en Latinoamérica, sus exportaciones se hacen principalmente a Chile, Brasil, Uruguay y Paraguay, con pequeñas cantidades que también van a la Costa del Golfo de los Estados Unidos. Las reservas probadas de gas natural del país son de aproximadamente 27 TPC, como se muestra a continuación:



**Fig. 1.2 Reserva de petróleo  
(mil millones de barriles)**

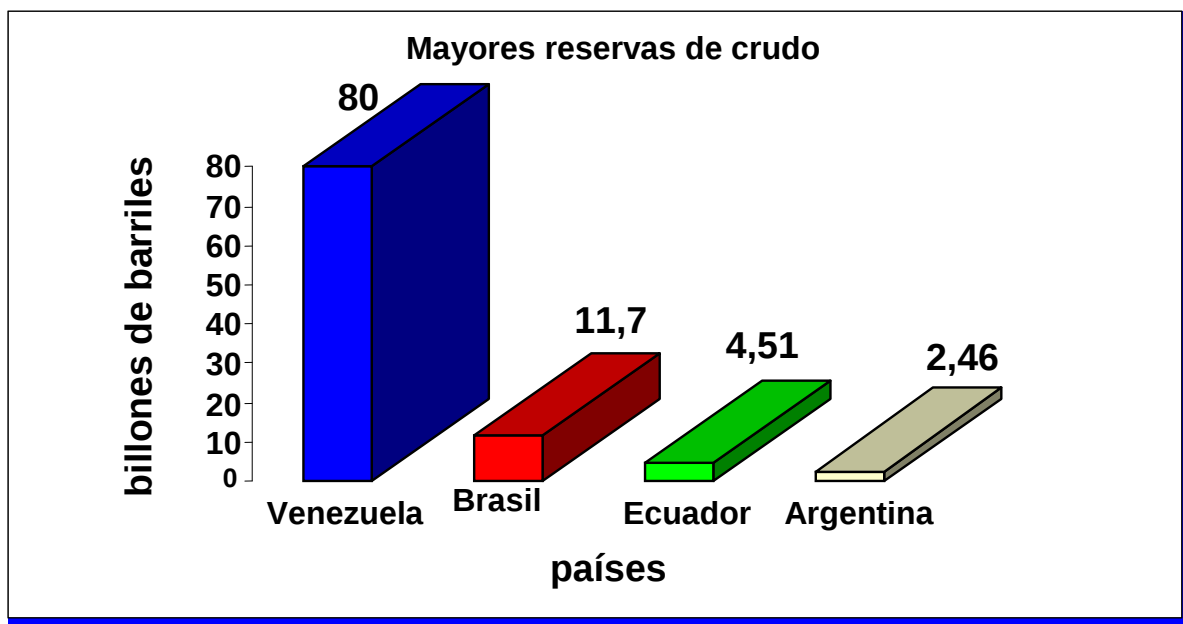
**Reserva de gas natural (TPC)**

Según la Agencia Internacional de Energía (AIE) y la OPEP <sup>5</sup>, región cuenta con más del 10 % de las reservas mundiales de petróleo y con más de 14 % de la producción mundial de ese hidrocarburo.

En este sentido, Venezuela, país anfitrión de la I Cumbre Energética, posee las mayores reservas probadas de crudo del mundo, las cuales alcanzan los 80 billones de barriles. En la actualidad, es el quinto productor de petróleo del mundo.

Brasil, el país con mayor extensión territorial de la región, cuenta con 11,7 billones de barriles de crudo, Ecuador alcanza los 4,51 billones y Argentina 2,46 billones de barriles de reservas probadas. Estos datos se representan en la figura 1.3:

<sup>5</sup> “Cumbre Energética Suramericana, un encuentro que busca luchar contra la pobreza y las asimetrías,” Junio 2, 008, <http://WWWtelesurtv.net/secciones/noticias/nota/index.php?ckl=9905>.



**Fig. 1.3 Mayores reservas de crudo del área.**

En cuanto al gas natural, Suramérica cuenta con 4 % de las reservas mundiales y es responsable del 6 % de la producción mundial. Entre los países de la región con mayores reservas están Bolivia, Perú y Venezuela. Además de petróleo y gas, el continente suramericano es rico en grandes reservas minerales, recursos naturales así como de ejemplares de flora y fauna, únicos en el mundo.

Teniendo en cuenta estos datos relacionados con la situación energética del área, y debido al acecho de los Estados Unidos a que estas naciones formen parte del Área de Libre Comercio para las Américas (ALCA), con el objetivo de anexarse energética y económicamente a esta

región; es que se da surgimiento a la Alternativa Bolivariana para las Américas (ALBA), como necesidad de contrapartida al ALCA. Esta es una propuesta de integración enfocada para los países de América Latina y el Caribe que pone énfasis en la lucha contra la pobreza y la exclusión social, se concreta en un proyecto de colaboración y complementación política, social y económica entre países de América Latina y el Caribe, promovida inicialmente por Cuba y Venezuela.

El ALBA se formuló por el Presidente de la República Bolivariana de Venezuela, Hugo Chávez Frías, en el marco de la III Cumbre de Jefes de Estado y de Gobierno de la Asociación de Estados del Caribe, celebrada en la isla de Margarita, en diciembre de 2001, y ha tenido gran impacto sobre las nuevas políticas llevadas a cabo por los acuerdos y convenios, entre los estados de esta región.

Es por ello que debido a estos convenios y con la aprobación de los mandatarios de la región, en conjunto con el presidente de la República Bolivariana para las Américas dan nacimiento a:

**PETROSUR:** Integrada por Argentina, Brasil, Venezuela y Uruguay.

**PETROCARIBE:** Compuesta por 14 países de la región caribeña, incluida Cuba. En este panorama, la creación de Petrocaribe, a iniciativa del presidente venezolano, Hugo Chávez, adquiere enorme importancia histórica al convertirse en el primer acuerdo energético de naturaleza solidaria con fines de desarrollo social firmado entre un grupo de estados de cualquier región del mundo.

**PETROANDINA:** Integrada por Ecuador, Colombia, Bolivia, Perú y Venezuela.

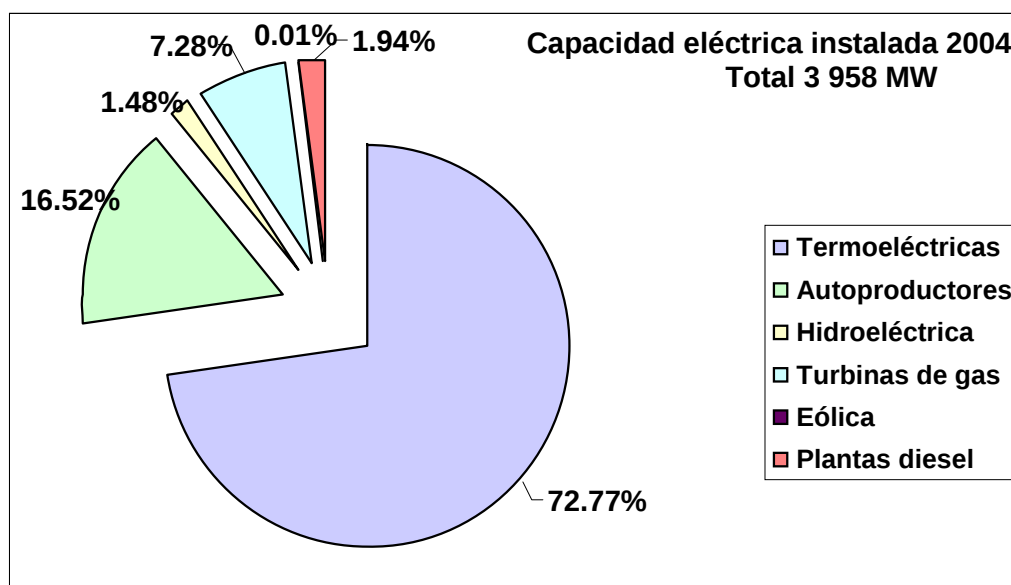
**PETROAMÉRICA:** Impulsada por el gobierno venezolano para redefinir las relaciones existentes en cuanto a recursos y potencialidades, aprovechar la complementariedad económica, social y cultural a fin de reducir las asimetrías de la región. En ella confluyen las tres iniciativas anteriores.

Su objetivo fundamental es lograr y estimular la política de cooperación energética de Venezuela con los países de América Latina y el Caribe en el sector energético, incluyendo petróleo y sus derivados, gas, la electricidad y su uso eficiente, cooperación tecnológica, capacitación, desarrollo de infraestructura energética, así como el aprovechamiento de fuentes alternas tales como: energía eólica, solar y otras.

## **I.2 Estado actual de la economía y uso de la energía en Cuba.**

### **I.2.1 Desarrollo económico. La Revolución Energética en Cuba.**

Nuestro país no está exento de la crisis energética internacional, y en torno a esto arrastró una de las peores crisis electro energética de su historia, ya que se contaba con 10 plantas termoeléctricas con una capacidad instalada de 3 958 MW; donde el 72,77 % le correspondía a las termoeléctricas, los autoprodutores de Níquel y MINAZ con el 16,52 MW, la Hidroeléctrica con el 1,48 %, las turbinas de gas con el 7,28 %, plantas diesel 1,94 % y el resto pertenecía a la eólica. Todo lo anterior aparece en la figura siguiente:



**Fig. 1.4 Capacidad instalada de energía eléctrica.**

Estas plantas tenían 46 unidades de generación, sin embargo, debido a varias causas como por ejemplo: averías, la falta de mantenimiento en el tiempo planificado y el uso de combustible no idóneo para su operación, provocaron que la capacidad real de generación llegara a ser de 1 200 MW.

Por su parte la demanda de energía eléctrica en Cuba, se redujo de 2 500 MW en el año 1989 a 950 MW en el 2005, debido al gran número de industrias paralizadas, así como a una baja en el consumo agrícola y doméstico.<sup>6</sup>

Con el derrumbe del campo socialista y la desaparición de la URSS, unido al brutal bloqueo norteamericano, se establece en el país el período especial. Bajo estas condiciones las importaciones del combustible para la generación de electricidad llegaron a valores muy bajos y la caída de generación de electricidad fue abrupta, decidiéndose iniciar el proceso de asimilación paulatina del crudo nacional en las plantas, a pesar de que sus características (alto contenido de azufre, alta viscosidad y otros componentes) no eran las especificadas en el diseño. Al agudizarse aún más las condiciones del bloqueo y considerando el requerimiento de satisfacer las necesidades de la economía y de la población, se acelera más el empleo

del crudo nacional y del gas acompañante que se perdía con la extracción del hidrocarburo, llegando al cierre del año 2003 al consumo de 2 300 000 t de combustibles nacionales.

<sup>6</sup> Cereijo, Manuel, "Crisis de energía eléctrica," Noviembre 11, 2007, <http://www.amigospaís-guaracabuya.org/oagmc236.php>

La explotación del crudo nacional, unida al gas acompañante que se expulsaba a la atmósfera con la correspondiente contaminación ambiental y que fue aprovechado para la generación de energía eléctrica, permitió la autosuficiencia energética del país. En esta etapa tuvo una particular importancia la modernización de las centrales termoeléctricas para el uso eficiente del crudo nacional cuyo alcance fue:

- Adaptación y asimilación paulatina de las instalaciones para la utilización del petróleo crudo nacional como combustible.
- Mantenimiento general y mejoramiento técnico de las instalaciones.
- Restablecimiento de los Sistemas de Control Automático de las Centrales Eléctricas, obsoletos y con ausencia de repuestos en el mercado mundial.

La política energética está orientada a alcanzar la independencia energética. Para ello se encuentra fomentando la exploración petrolera a través de contratos de riesgo compartido entre la empresa estatal Cupet y las empresas privadas, principalmente costa afuera. Por otro lado y como parte de la estrategia de alcanzar la independencia energética, se apoya en el desarrollo de energías renovables, siendo Cuba el mayor país productor del Caribe de estos tipos de energías, en este sentido, se pretende continuar apoyando la utilización de la biomasa como principal recurso energético alternativo. En medio de esta situación se logran algunos convenios con la República Bolivariana de Venezuela y otras entidades exportadoras de combustibles.

Fue así que entre los convenios establecidos y sumado a esto el descubrimiento de un yacimiento de petróleo de calidad, a escasos kilómetros de Santa Cruz del Norte, con reservas probadas de 14 millones de toneladas de crudo, promete restaurar e incrementar los niveles de extracción y dar un alivio importante al apetito energético de Cuba. Según expertos, los pozos que se perforen en ese yacimiento podrían llegar a producir, de conjunto, hasta un millón de toneladas al año, alrededor de la cuarta parte de la producción actual del país.<sup>7</sup>

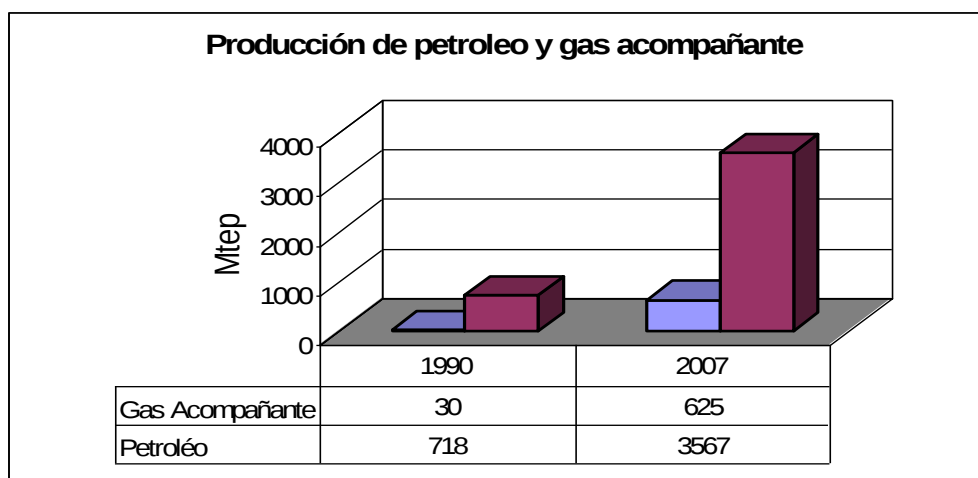
De aquí que se mantuvo la política de impulsar la extracción del crudo nacional y del gas acompañante, ya que como se muestra en la figura 1.5, se produce un amplio crecimiento de ambos en el periodo de 1 990 al 2 007, donde para el gas fue de un 25 % con un incremento de 21 veces y el petróleo de un 31 % con un incremento de 5 veces.

Eficiencia energética, uso racional de la energía, uso eficiente de la energía, son frases muy frecuentes encontradas dentro de las políticas que aplican casi todos los países, muy

especialmente impulsadas cuando se presentan etapas o períodos de crisis, ya sea por efecto de precios elevados o por falta de oferta.

---

<sup>7</sup> “articulo3.htm,” *economia*, Enero 2005, [www.bohemia.cubaweb.cu](http://www.bohemia.cubaweb.cu).



Fuente: [www.OLADE.org.ec/documentos/ONE.doc](http://www.OLADE.org.ec/documentos/ONE.doc)

**Fig.1.5 Producción nacional de crudo y gas acompañante en miles de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep).**

La escalada en los precios del petróleo en los últimos tres años alrededor de más de \$ 70,00 y llegando por encima del nivel de los \$150.00 el barril a principios del 2008 (actualmente esta alrededor de \$40.00 el barril, ha hecho que muchos países se preocupen nuevamente por hacer un uso racional de la energía. Varios de estos países de Latinoamérica y el Caribe están diseñando o reactivando políticas de ahorro y eficiencia para tratar de paliar los efectos que en la economía causan los elevados precios del petróleo y sus derivados.

Así, la realidad muestra que no se trata solo de diversificar la matriz energética, sino de preocuparse por dar un uso racional y eficiente a la energía. Dos condiciones deben ser consideradas a este efecto: **primero**, mediante buenas costumbres de uso se debe evitar el desperdicio, hábitos que solo se logran a través de una profunda educación, **segundo**, promoviendo la utilización de artefactos y equipos modernos, altamente eficientes, es decir, que tengan un menor consumo de energía, sin necesidad de disminuir la capacidad deseada. La Revolución Energética de Cuba no es una campaña transitoria ni demagogia política. Se está en presencia de, probablemente, uno de los esfuerzos más planificados y consientes que haya hecho nación alguna para elevar el nivel de vida de su población consumiendo el combustible de manera racional y económica.

Hasta el momento Cuba ha tenido un Sistema Electroenergético apoyado en las grandes termoeléctricas que en muchos casos debían llevar la electricidad al extremo opuesto del país a través de redes deterioradas. **(Anexo I)**

La integralidad de la Revolución Energética cubana es evidente cuando se conoce que los planes gubernamentales también comprenden la reparación de la cablería que llega a cada uno de los hogares reduciendo todavía más las interrupciones, las oscilaciones del voltaje y las

pérdidas de energía por la mala calidad de las redes eléctricas. También se emprenden programas de desarrollo de energía limpia como la eólica y la solar, incluso se busca sustituir el consumo de petróleo mediante la utilización del gas acompañante. Según ha expuesto el Jefe de la Revolución, Comandante Fidel Castro Ruz, **“el mundo de hoy necesita utilizar de forma racional los recursos que están al alcance del hombre”**<sup>8</sup>. De ahí que en los hogares del país, por ejemplo, se emplee de una manera óptima la energía eléctrica.

En Cuba se ha plasmando una serie de transformaciones muy de fondo, que se ha denominado **Año de la Revolución Energética en Cuba**, y serán explicadas brevemente a continuación:

**En primer lugar**, se determina realizar una generación distribuida con motores altamente eficientes, que dejan de lado un sistema de generación centralizada, con equipos antiguos y altamente ineficientes. No sólo se logra un ahorro por el uso con equipos más eficientes en la hora base y pico, sino que se tiene energía continua, en caso de que se presenten más desastres naturales en el futuro. **En segundo lugar**, está la proyección de lograr mayor cantidad de electricidad sobre la base de gas natural, que es definitivamente mucho más económico que generar con productos derivados del petróleo. Para esto se ha acelerando la perforación de pozos exploratorios y de desarrollo en la zona productora. Las plantas de ciclo abierto y ciclo combinado, que se han instalado y que se tienen previstas, son sin duda una acertada decisión para tener energía más segura y a mucho menor costo.

**Tercero**, dentro del plan que se aplica, se trabaja en una concientización ciudadana que llega a todas las clases sociales. En el ámbito escolar, a manera de ejemplo, existe un plan educativo profundo para no mantener artefactos encendidos sin necesidad en la hora pico, y en **cuarto lugar** -donde está centrado el plan de ahorro en Cuba- está la sustitución inmediata y masiva de una serie de artefactos y equipos bastante antiguos e ineficientes y muchos otros que están disminuyendo tremendamente el consumo por domicilio, comercio e industria. El plan es auto sustentable y con el mismo ahorro se paga la inversión muy rápidamente.

Todas estas acciones sumadas constituyen una verdadera revolución energética, que en la medida de las posibilidades, y dadas las características de cada país, deberían tomar como ejemplo en Latinoamérica y el Caribe, principalmente para imitar una voluntad política tendiente al uso racional y eficiente de la energía. Lo anterior no sólo supone beneficios para la economía, sino para la vida sustentable del planeta.

En el año de la Revolución Energética, el Comandante en Jefe afirmó que sin dudas Cuba está en período de transición, pero de la oscuridad a la luz, de la estrechez grande a mejores condiciones.<sup>9</sup>

---

<sup>8</sup> Castro Ruz, Fidel, *Discurso pronunciado por motivo de la culminación del montaje de los grupos electrógenos* (Pinar del Río, 2006)

<sup>9</sup> Ibid.

### 1.2.3 La Generación de potencia en Cuba. Análisis del modelo propuesto. Ventajas y desventajas. Efecto Económico.

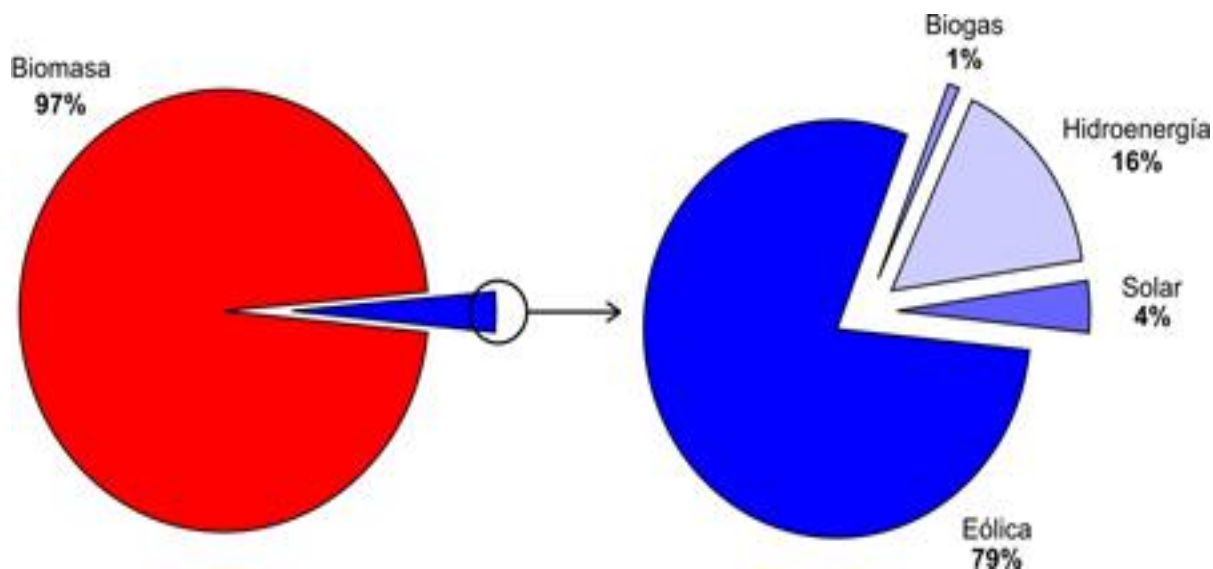
Uno de los grandes obstáculos que enfrenta el sector energético en Cuba es su reducido potencial de recursos energéticos aprovechables, en comparación con otros países, aunque la situación no impide que en 1997 la generación bruta total eléctrica creciera un 6,9 %.

En cuanto al petróleo, el campo más importante de extracción es el de Varadero, con unas reservas calculadas de 1 100 millones de barriles.

Se han priorizado proyectos energéticos de rápida recuperación y se ha impulsado la electrificación de los sistemas de riego, para disminuir el uso de combustibles importados.

Estas energías son muy importantes en la estructura energética de Cuba, como se puede observar en la figura 1.6, en especial la biomasa, la hidroenergía, la energía solar y la energía eólica. En biomasa, el bagazo de caña de azúcar ha permitido generar energía eléctrica para su propio consumo y para alimentar la red nacional, con una capacidad instalada de alrededor de 790 MW. En hidroelectricidad, en 2005 se generaron 78 GWh.

**Fig. 1.6: Energía obtenida de las fuentes renovables en el 2005 (Mtep).**



**Fuente: Inventario Nacional de Fuentes de Energía Renovables 2004, Oficina Nacional de Estadística, 2005.**

En energía solar, se utilizan paneles fotovoltaicos para desarrollar programas de energización de zonas rurales aisladas, con énfasis en educación y salud, por ejemplo, en la Isla de la Juventud se encuentra en desarrollo un proyecto para incrementar la participación de las energías renovables en los servicios energéticos de la isla, bajo la coordinación del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), con el apoyo de la Organización de Naciones Unidas para el desarrollo Industrial (ONUDI). Asimismo, en cuanto a la energía eólica, está en funcionamiento una central de 0,45 MW y en montaje una planta de 17 MW,

además, se realizan estudios para el aprovechamiento del amplio potencial que tiene el país, se construyó el Parque Eólico I en el municipio de Gibara, provincia de Holguín que es el mayor por su capacidad de generación: 5,1 MW, formado por seis (6) máquinas de tecnología española, capaces de generar 850 KWh cada una, se prevé próximamente la construcción del Parque Eólico II.

El empleo del gas acompañante del petróleo en la generación de electricidad constituye un método rápidamente asimilado por los cubanos y con suficientes frutos como para comprobar el éxito de la decisión tomada, razón por la que se ejecutan nuevas inversiones. Fue en 1998 cuando entró en operaciones la primera máquina del proyecto mixto Energás, que con tecnología canadiense, entrega la energía más barata producida en el país. Se trata de la comunión de tres socios, la Unión Eléctrica que aporta el mercado, la Unión del Petróleo a cargo del suministro del gas y la canadiense Sherritt, la cual entrega el capital y la tecnología.

Con el montaje de tres turbogeneradores en una planta del balneario de Varadero y otro en Boca de Jaruco, en la provincia de La Habana, se conformó ENERGÁS, un proyecto capaz de recuperar el capital inicial en menos de un lustro y en el presente año se incorporaron 2 unidades de 35 MW, 70 MW en total, alcanzando así 395 MW de capacidad instalada a lo que se debe añadir 100 MW de la termoeléctrica de Este, que cuando no es suficiente el gas puede generar con petróleo. La inversión es provechosa desde cualquier ángulo porque además del empleo del gas acompañante del petróleo en la generación de electricidad se obtienen considerables volúmenes de azufre, nafta y gas licuado.

Téngase en cuenta que con la incorporación de este modelo de generación de energía se obtiene el beneficio adicional de evitar el vertimiento diario a la atmósfera de hasta casi un centenar de toneladas de azufre. Como aspecto llamativo cabe apuntar que el programa tiene asegurado el suministro del gas natural porque la disponibilidad de este volátil recurso creció unas 15 veces en relación con los inicios de la última década.

La dirección nacional del país lleva adelante la Revolución Energética como nuevo modelo para la generación en Cuba. La experiencia es inédita a nivel internacional, varios países del área y del contexto mundial se interesan por conocer la iniciativa cubana, que ya se vaticina como otro éxito de la Isla, logrando que se utilice de forma óptima la energía eléctrica y la puesta en práctica de la **Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía** que focaliza los problemas y, a partir de ella, se proponen soluciones. De ahí que directivos nacionales trasmitan la importancia de este proceso y ofrezcan orientaciones medulares para su éxito.

Las múltiples ventajas de la Revolución Energética, y en las que se aborda los nuevos conceptos para la renovación y modernización del sistema nacional de generación y distribución

de electricidad, son objetivos clave racionalizar el consumo de hidrocarburos, suprimir despilfarros e indebidos desvíos de combustibles, y obtener ventajas económicas al introducir medios tecnológicos y electrodomésticos acordes con la intención de ahorrar anualmente un estimado de mil millones de dólares. Con los nuevos proyectos, se gastará seis veces menos combustible por kilowatt, y la generación de electricidad entrará en explotación en sólo seis meses.

Con la identificación de los principales problemas del Sistema Electro energético Nacional se diseñan un conjunto de líneas estratégicas todas en proceso de implantación.

Las múltiples ventajas de la Revolución Energética, y en las que se aborda los nuevos conceptos para la renovación y modernización del sistema nacional de generación y distribución de electricidad, son objetivos clave racionalizar el consumo de hidrocarburos, suprimir despilfarros e indebidos desvíos de combustibles, y obtener ventajas económicas al introducir medios tecnológicos y electrodomésticos acordes con la intención de ahorrar anualmente un estimado de mil millones de dólares. Con los nuevos proyectos, se gastará seis veces menos combustible por kilowatt, y la generación de electricidad entrará en explotación en sólo seis meses. Con la identificación de los principales problemas del Sistema Electroenergético Nacional se diseñan un conjunto de líneas estratégicas todas en proceso de implantación.

**Las principales medidas adoptadas para la transformación del sistema han sido<sup>10</sup> :**

Adquisición e instalación de equipos de generación más eficientes y seguros con grupos electrógenos y motores convenientemente ubicados en distintos puntos del país.

Intensificación acelerada del programa para incrementar el uso del gas acompañante del petróleo nacional en la generación de electricidad mediante el empleo del ciclo combinado.

Rehabilitación total de las redes de distribución anticuada e ineficiente que afectaban el costo y la calidad del fluido eléctrico.

Priorización de los recursos mínimos necesarios para una mejor disponibilidad de las plantas del sistema electroenergético y su paso a conservación.

Un programa intensivo de investigación y desarrollo del uso de la energía eólica y solar en Cuba.

**La nueva concepción de generación tiene las siguientes ventajas<sup>11</sup>:**

Valores mínimos de consumo de combustible por kilowatt/hora generado: 210 g/KW.h como promedio de diesel o fuel oil, según el tipo de motor y su objetivo.

Valores de potencia unitaria cuya capacidad, en caso de avería, no tiene impacto significativo en la disponibilidad del sistema.

---

<sup>10</sup> Consejo de Estado, Material de estudio, “La Revolución Energética en Cuba,” Abril 2006

<sup>11</sup> Ibid.

Distribución geográfica adecuada, lo cual contribuye a la protección del servicio eléctrico de la población y los objetivos económicos y sociales ante huracanes y averías.

### 1.3 Característica de la gestión y administración de energía en las CTE.

#### La Gestión Energética Empresarial.

La gestión empresarial incluye todas las actividades de la función gerencial que determinan la política, los objetivos y las responsabilidades de la organización y que las ponen en práctica a través de: la planificación, el control, el aseguramiento y el mejoramiento del sistema de organización.

La gestión energética o administración de la energía, como subsistema de la gestión empresarial abarca en particular, las actividades de la administración y aseguramiento de la función gerencial que le confiere a la entidad la aptitud para satisfacer eficientemente sus necesidades energéticas. Entendiendo por eficiencia energética el logro de los requisitos establecidos por el cliente con el menor gasto energético posible y la menor contaminación ambiental por este concepto.<sup>12</sup>



Figura 1.5 Diagrama sobre la composición de un sistema de Gestión

<sup>12</sup> Borroto Nordelo, A, *Gestión Energética Empresarial* (Cienfuegos, 2001)

Algunos conceptos básicos de gestión energética.

- Lo más importante para lograr la eficiencia energética en una empresa no es solo que no exista un plan de ahorro de energía, sino contar con un sistema de gestión energética que garantice el mejoramiento continuo.
- Es más importante un sistema continuo de identificación de oportunidades que la detección de una oportunidad aislada.
- Para el éxito de un programa de ahorro de energía resulta imprescindible el compromiso de la alta dirección de la empresa con esa administración.
- Debe controlarse el costo de las funciones o servicios energéticos y no el costo de la energía primaria.
- El costo de las funciones o servicios energéticos debe controlarse como parte del costo del producto o servicio.
- Concentrar los esfuerzos en el control de las principales funciones energéticas.
- Organizar el programa orientado al logro de resultados y metas concretas.
- Realizar el mayor esfuerzo dentro del programa a la instalación de equipos de medición.

El resultado de numerosos estudios realizados en Cuba ha puesto de manifiesto las insuficiencias existentes en la gestión energética en las empresas y entidades de diferentes sectores. El Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA), ha desarrollado la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE), la que tiene como objetivo central crear capacidades técnico organizativas propias para administrar eficientemente la energía, posibilitando el mejoramiento continuo de la eficiencia, la reducción de los costos energéticos y del impacto ambiental asociado al uso de la energía. La TGTEE ha tenido una amplia implementación en Cuba y varios países, demostrando su efectividad para crear en las empresas y entidades capacidades permanentes para la administración eficiente de la energía, alcanzando significativos impactos económicos y ambientales, y contribuyendo a la creación de una cultura energética ambiental.

¿Que es la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE)?

Las TGTEE consisten un paquete de procedimientos, herramientas técnico - organizativa y software especializados, que aplicados de forma continua y con la filosofía de la gestión total de la calidad, permite establecer nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro, conservación y reducción de los costos energéticos en una empresa.

# **HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN ESTE TRABAJO PARA ESTABLECER UN SISTEMA DE GESTIÓN TOTAL EFICIENTE DE LA ENERGÍA EN LA CTE CIENFUEGOS**

Dentro de las herramientas utilizadas en este trabajo se encuentran:

Sistemas de monitoreo y control

Grafico de tendencias de consumo de electricidad vs. Tiempo

Gráficos de consumos de portadores energéticos

Gráficos de consumo vs. producción

Gráficos de correlación

Gráficos de control

Estratificación

## **Administración de la energía en las CTE**

Existen en el país más de 3 000 000 KW de potencia instalada en termoeléctricas, gran parte de las cuales superan los 25 años de explotación, tienen una disponibilidad promedio del 60 %, y grandes consumo de combustible por Kwh. generados. Para dar seguimiento a estos indicadores, en las Centrales Termoeléctricas se crea un grupo energético compuesto por representantes de las diferentes áreas de la entidad los cuales son los encargados de controlar los portadores energéticos de las áreas de transporte, cocina-comedor, edificio administrativo y los talleres. En el departamento de régimen el personal perteneciente al grupo energético es el encargado de controlar los portadores de las áreas tecnológicas de conjunto con los técnicos del departamento y estos son analizados en los consejos de dirección.

El sector energético cubano está constituido por La Unión de Empresas del Petróleo (UEP) y las entidades pertenecientes a la Unión Eléctrica (UNE). Estas dependen del Ministerio de la Industria Básica (MINBAS), además se incluyen las centrales de cogeneración que pertenecen al Ministerio de la Industria Azucarera (MINAZ). Con el propósito de satisfacer adecuadamente las expectativas en el servicio eléctrico a sus clientes, se creó en Cuba la UNE (Unión Eléctrica). Esta es la encargada de generar, transmitir, distribuir y comercializar la energía eléctrica.

El Sistema Electro energético Nacional (SEN) tenía en el 2004 una potencia instalada distribuida en 8 Empresas Termoeléctricas que agrupan a 14 Centrales Eléctricas con un total disponible de 38 unidades generadoras, las cuales se muestran a continuación.

CTE Máximo Gómez (Mariel): 2 X 50 MW y 4 X 100 MW. \*

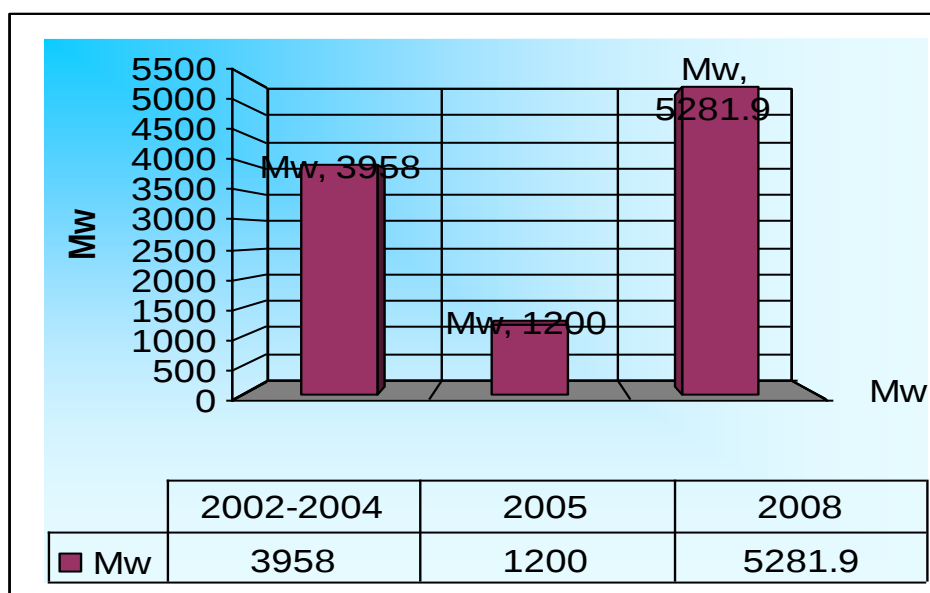
CTE Otto Parellada: 1 X 64 MW (checha).

CTE Antonio Maceo (Regla): 1 X 20 MW.

CTE Frank País: 1 X 18 MW.  
CTE Este Habana: 3 X 100 MW.\*  
CTE Antonio Guiteras: 1 X 330 MW.\*  
CTE José Martí: 1 X 35 MW.  
CTE Carlos Manuel de Céspedes: 2 X 158 MW.\*  
CHE Robustiano León: 2 X 14 MW y 1 X 15 MW.  
CTE Diez de Octubre: 2 X 64 MW y 3 X 125 MW.\*  
CTE Raúl Martínez (Vicente): 1 X 16,5 MW.  
CTE Antonio Maceo (Renté): 2 X 50 MW y 4 X 100 MW.\*  
CTE Héctor Pavón: 1 X 4 MW, 1 X 5 MW y 1 X 10 MW.  
CTE Lidio Ramón Pérez (Felton): 2 X 250 MW.\*  
ENERGAS (Matanzas): 3 turbinas de gas X 35 MW.

La capacidad de generación eléctrica instalada, incluyendo la de auto productores, alcanzaba 3 958 MW en el período comprendido entre el 2002-2004, en el año 2005 hubo una disminución a 1 200 MW y en el cierre de diciembre del 2006 el SEN tenía una estructura de generación y una capacidad instalada como se muestra en el ( **anexo II** ) y ( **anexo III** ) a finales de junio del 2008 alcanzaba 5 281.90 MW, de ellas 375 MW en Energías, 1 596 MW en grupos electrógenos y en termoeléctricas 2485 MW. En la figura 1.7 se muestra el comportamiento que ha tenido el desarrollo electro energético en los últimos años lo que ilustra los resultados satisfactorios de la Revolución Energética.

(\*)Termoelectricas de mayor capacidad



**Fig. 1.7: Comportamiento del desarrollo energético.**

Hoy puede decirse que el 33 % de la generación eléctrica del país se hace con alta eficiencia, empleando gas o motores modernos que tienen por tanto los índices de consumo más bajos que se obtienen en el mundo, y se pretende seguir avanzando para alcanzar que el 100 % de la generación sea en condiciones de máxima eficiencia y se logrará en un tiempo relativamente breve.

### **1.3.1 Repercusión de la Revolución Energética en la Empresa Termoeléctrica Cienfuegos.**

El Sistema Eléctrico Nacional concentraba altos porcentajes de generación en pocas termoeléctricas y aprovechaba apenas el 60 % de su capacidad, mientras gastaba 380 000 toneladas de combustible de altísimo precio, algunas de las medidas tomadas fue la desactivación de algunas plantas termoeléctricas del país, principalmente las de baja generación, no previéndose nunca la desactivación de la central Carlos Manuel de Céspedes por ser la más eficiente y ocupar una posición estratégica al estar situada en el centro del país, donde ella puede mantener el voltaje al extremo Oriental y Occidental, esta previsto la instalación de dos bloques de generación con gas, la modernización de las unidades japonesas de 158 MW para mantener el crecimiento de la generación y la sustancial reducción en la energía dejada de servir, catalogando a esta CTE como una gran locomotora empujando el sistema.

## **1.4 Conclusiones del Capítulo**

- Producto de las crisis petroleras, donde los Estados Unidos han estado involucrados por poseer el control de este recurso, los precios del petróleo se han incrementado de 12 dólares por barril en 1979 hasta de 150 dólares por barril en el 2008.
- La compleja situación económica mundial ha originado el desarrollo de la cooperación energética regional como alternativa para paliar los efectos de la crisis económica.
- Atendiendo al estado actual de la economía y el uso de la energía en Cuba se lleva adelante la Revolución Energética como nuevo modelo de generación que favorece crecimientos en la economía con ahorros relativos y absolutos de combustible, utilizando aparejadamente otras fuentes alternativas como: la biomasa, hidroenergía, la solar y eólica.
- En Cuba se aplican programas para la generación de electricidad, basadas en la Revolución Energética, donde se descentraliza el sistema energético nacional, con el apoyo de los grupos electrógenos, instalados en diversas provincias del país.
- La adopción de nuevas medidas y modelos de ahorro energético en las Centrales Eléctricas contribuyen a la estabilidad del Sistema Electroenergético Nacional, lo que ha permitido reducir considerablemente las afectaciones en el sector estatal y poblacional.



## Capítulo 2

---

### *La administración de los recursos energéticos en la CTE "Carlos M. de Céspedes."*

#### **2.1 Caracterización del objeto de estudio.**

La Empresa Termoeléctrica de Cienfuegos (**ETC**) ubicada en dicha ciudad es una de las plantas productoras de energía eléctrica con que cuenta nuestro país, muy cercana al litoral de la bahía. Pertenece a la Unión Nacional Eléctrica que a su vez forma parte del Ministerio de la Industria Básica (MINBAS) y por su capacidad instalada, su ubicación geográfica y su elevada eficiencia y disponibilidad, constituye uno de los pilares fundamentales del Sistema Electroenergético Nacional (SEN).

La ETE Cienfuegos basa su economía en la generación de energía eléctrica, a partir de la combustión de Fuel oil, aportándole al Sistema Electroenergético Nacional (SEN). La empresa tiene un gasto planificado de producción de 40.60 USD por MWh generado, siendo el real de 37.18 USD por MWh, considerando su gestión económica eficiente. La potencia instalada en la Central es de 316 MW, cifra que se aproxima a la existente en Cuba antes del triunfo de la Revolución, que era de 410 MW, tiene un Plan técnico económico de 2 154 000 MWh y produce anualmente como promedio 1 977 000 MWh y 44 MW perteneciente a la Hidroeléctrica "Robustiano León.

Estaba integrada por 4 Unidades o Bloques de generación agrupados de la siguiente forma:

#### **Bloques No.1 y No. 2 de tecnología checoslovaca,**

La Unidad No 1 sincronizó por primera vez el 7 de septiembre de 1968 y se entregó al Despacho Nacional el 21 de noviembre de 1968, hasta el 30 de Junio de 1981 la carga real fue de 33 MW y hasta la fecha es de 25 MW. La Unidad No 2 sincronizó por primera vez el 6 de Noviembre de 1971, en la actualidad estas dos unidades fueron se encuentra de baja técnica producto al estado de deterioro debido al prolongado periodo de explotación.

#### **Bloques No 3 y No 4 de tecnología japonesa,**

La Unidad No 3 sincronizó por primera vez el 28 de noviembre de 1978 y se entregó al Despacho Nacional en junio de 1979. La Unidad No 4 sincronizó el 27 de Junio d 1979 y fue entregada al Despacho Nacional en enero de 1 980, la capacidad de generación de ambas unidades es de 158 MW.

Además, la Empresa brinda su servicios a la Central Hidroeléctrica "Robustiano León", la cual se encuentra ubicada en el poblado de Hanabanilla perteneciente al territorio de la provincia de Villa Clara, pero por razones técnicas y de organización se subordina a la Termoeléctrica..

Esta Hidroeléctrica está compuesta por 3 bloques de 15 000 Kw. cada uno. Los bloques 1 y 2 lo conforman un equipamiento de variada tecnología (Alemania, Italia, USA) y fueron puestos en explotación en 1963 mientras que el bloque 3 es de procedencia checoslovaca y entró en servicio en 1968.

Es una de las plantas más eficientes en el país, localizada en la llamada Zona Industrial, muy cerca de la Universidad de Cienfuegos, ha ostentado la condición de Vanguardia Nacional durante 28 años consecutivos, cuya misión es generar y suministrar energía eléctrica para satisfacer los requerimientos y necesidades crecientes de los clientes, con un alto nivel de profesionalismo, garantizando el necesario equilibrio con el entorno y el medio ambiente.

El Objeto Empresarial de la Central termoeléctrica Cienfuegos es generar ENERGIA ELECTRICA y brindar servicios a terceros en Moneda Nacional y Moneda libremente Convertible de:

- 1- Mantenimientos: mecánico, eléctrico y automático.
- 2- Consultoría en dirección y planificación de mantenimiento.
- 3- Reparación de bombas de aguas, equipos eléctricos y electrónicos.
- 4- Reparación de equipos de comunicación.
- 5- Diagnóstico-industrial y Servicios Técnicos Especializados dentro de las especialidades de Mecánica, Eléctrica, Automática y Química.
- 6- Comercialización Mayorista de excedentes de agua desmineralizada.
- 7- Comercialización Mayorista de escoria residual de las calderas.
- 8- Comercialización Mayorista de residuales de la producción de agua desmineralizada.
- 9- Comercialización Mayorista de ociosos y de chatarra.

En lo que respecta a las unidades japonesas (Hitachi) puede decirse que son dos unidades reconocidas entre las más eficientes y de mayor generación en el país por su bajo consumo específico de combustible, por lo que estas tienen gran importancia en el SEN. Estas unidades se caracterizan por un bajo consumo específico de combustible, un alto grado de automatización y control y una alta experiencia y calificación del personal de operación y explotación.

Desde el punto de vista organizativo la CTE esta estructurada tal y como se muestra en **(ANEXO IV).**

El área de ubicación de la CTE C. M. de Céspedes se encuentra en una zona industrial y urbana y los suelos en sus alrededores no tienen uso agrícola de interés económico. En el área

específica de la planta los suelos han sido removidos y sustituidos por rellenos y cimentaciones de acuerdo a las características de cada uno de los objetos de obra que componen la instalación.

La Planta cuenta en estos momentos con dos unidades en activo de 158 MW cada una, que expulsan sus gases por una chimenea común de 100 m de altura.

#### **2.1.1. Organización estructural:**

La estructura de la organización de la energía en la empresa está basada de inicio en un programa profesional para los operadores de Control de Unidad de los bloques tanto japoneses como los checos de la Central Termoeléctrica, este programa permite mantener el control de cada uno de los procesos que ocurren en la central, siendo vigilados constantemente por los operadores, llevando de forma horaria todos los parámetros en hojas de lecturas donde pueden comprobarlos con sus valores nominales según la carga y actuar sobre ellos en tiempo real ante un mal resultado en el trabajo.

En la actualidad los datos primarios son recogidos por los operadores locales que son los encargados de tomar las lecturas de presiones, temperaturas, flujos, consumos, etc., directamente en los equipos que son atendidos por ellos en los modelos de lectura, estos se comprueban con los datos tomados por los operadores de la Sala de Control para poder apreciar las posibles diferencias que existan entre los valores locales y los datos automáticos para ser corregidos.

Posteriormente al concluir las 24 horas, es decir, la rotación de los tres turnos de operación los modelos son enviados al Departamento de Control de Régimen donde los técnicos de dicho departamento procesan de forma diaria todos los datos tomados de insumo, combustible y sobreconsumos promediados durante las 24 horas de trabajo de cada bloque en programas en EXCEL para llegar a los resultados finales y así comprobar el comportamiento diario y sus variaciones, determinando la influencia que tienen los defectos detectados con anterioridad o durante el día para llegar a posibles soluciones y actuar sobre ellas de forma diaria y semanalmente se elabora un Informe para conocimiento de los trabajadores con el objetivo de que puedan conocer el estado del cumplimiento de los indicadores.

Al finalizar el mes se elabora un Informe Técnico Mensual (**Anexo V**) por el técnico del departamento que contiene todos los indicadores de la empresa tanto los planes como los reales que es revisado por el Especialista de Régimen y aprobado por el Director de la Unidad Empresarial de Base (UEB) para ser enviado al Ministerio de la Industria Básica (MINBAS), también es elaborado un Informe al Consejo de Dirección por el Especialista de Régimen que contiene el resultado del trabajo del mes comparándose con el mes anterior, seguidamente es enviado al Director General para ser analizado en el Consejo donde intervienen todos los factores y Directores de las Unidades Empresariales de Base, se analizan todos los planes que

son dados por la Unión Nacional Eléctrica (UNE) así como los reales, y finalmente se toman decisiones mayores como: posibles mantenimientos, sustituciones de equipos y reparaciones de los mismos.

Es válido aclarar que la Empresa trabaja con planes reajustados debido a las realidades existentes en cada una de las termoeléctricas y situación del Sistema Electroenergético Nacional, y es sobre esa base que se analiza el cumplimiento de los indicadores en el mes.

## **2.2 Características técnicas del sistema.**

En el presente capítulo se expone el desarrollo de una Tecnología para la mejora de la eficiencia energética en plantas termoeléctricas, a través del monitoreo, control, optimización y diagnóstico operacional, la cual constituye un paso de avance en relación con los sistemas existentes.

Durante los años de funcionamiento de las unidades, sus indicadores de disponibilidad y de eficiencia se han encontrado entre los más altos del SEN y cercanos a los valores máximos alcanzables. Cuentan con tecnologías que ayudan a disminuir el consumo específico de combustible, únicas en el país, como son: el sistema de limpieza continua del condensador, el sistema de utilización total del vapor de sellaje de las turbinas, el generador de vapor totalmente automatizado y de alta eficiencia, entre otras.

Estas condiciones hacen que esta central haya sido desde su instalación las más eficientes del país, para el mejoramiento de la gestión de la explotación de las CTE., se lleva a cabo un Sistema Informático para las unidades de la CTE. “CMC” de Cienfuegos, que permite al operador y al Departamento de Explotación, efectuar la operación lo más económica posible, garantizando la seguridad de la CTE. **(Anexo VI)**

La HIDIC-80 ( TITAN) es una mini computadora instalada en las unidades 3 y 4 de CMC realizando funciones de DATA LOGGER, es decir un dispositivo recolector de datos del funcionamiento de ambas unidades, con los cuales realiza diferentes funciones:

1. Monitoreo de alrededor de 230 señales analógicas en cada unidad de las que ofrece valores dentro de determinados rangos establecidos, ante alguna anomalía anuncia con alarmas con valores fijados.
2. Monitoreo del estado de hasta 48 señales digitales de puesta en marcha y parada de equipos tecnológicos de cada unidad con el dato adicional de la hora en que ocurre cada evento y llevar el tiempo de servicio de cada uno de ellos cuando estén en ON.
3. Recepción de 16 señales de pulsos por cada unidad correspondientes a integradores de energía eléctrica de cada unidad y sus principales equipos auxiliares, así como también los de combustible que consume cada unidad.

4. Monitoreo constante de 32 señales digitales de los disparos que ocasionan que la unidad quede fuera de servicio por diferentes problemas tecnológicos y su ordenamiento en orden riguroso de ocurrencia.

Las señales analógicas se dividen en diferentes grupos:

1. Grupo de presiones y tiro de aire y gases de caldera.
2. Grupo de temperaturas de caldera.
3. Grupo de flujos y niveles de caldera y turbina.
4. Grupo de presiones de turbina y sus auxiliares.
5. Grupo de temperaturas de turbina y sus auxiliares.
6. Grupo de señales eléctricas y otras mediciones especiales.

Las señales digitales se dividen también en 3 grandes grupos:

1. Grupo de señales de puesta en marcha y parada de equipos auxiliares de los tres equipos fundamentales de cada unidad: generador, caldera y turbina.
2. Grupo de señales de la secuencia de disparo de la unidad.
3. Grupo de señales de integración eléctrica del generador y los equipos auxiliares fundamentales de la unidad y el consumo de combustible tanto de fuel oil como de Light oil.

**La HIDIC-80 realiza otro grupo de funciones fundamentales que son las siguientes:**

Cálculos del proceso:

Realiza un grupo de cálculos que se dividen en dos grandes grupos:

Cálculos de eficiencia:

Ejecuta todos los cálculos que intervienen en el análisis de la eficiencia de la unidad: consumo de vapor, combustible, eficiencia de turbina, caldera, los principales sistemas auxiliares.

Cálculos mas específicos:

Niveles de tanques, entalpías, de linearizar parámetros, cálculos de tablas y curvas.

**Otra función es utilizar dos impresoras para:**

Registro de eventos en las unidades: puesta en marcha y parada de equipos ocurrencias de alarmas, secuencia de disparo de las unidades cuando ocurren, muestreo de puntos analógicos en tablas según se quieran agrupar por el operador y resúmenes de puntos que están en alarma.

Imprimir los cálculos de eficiencia realizados en grupos horarios, por turnos (cada 8 horas) y diarios, así como resúmenes y promedios de puntos de medición en los mismos intervalos de tiempo.

También se lleva a cabo una serie de programas en EXCEL por el departamento de Control de Régimen de forma que permita monitorear y controlar de manera rápida todos los indicadores técnicos de la central, todos ellos vinculados entre sí para evitar posibles errores de cálculo, con todo lo anterior expuesto al personal del Departamento se le facilita el Control del Sistema de Monitoreo para poder ejecutar diferentes programas como: sobreconsumos, insumo, control de combustible, balances de agua.

## **2.3 Forma del sistema de monitoreo y control energético. Análisis crítico del sistema. Toma de decisiones.**

### **2.3.1 Forma del sistema de monitoreo y control energético:**

- **Sobreconsumos:**

Programa automatizado para todo el cálculo de los sobreconsumos por unidades y que además brinda toda la información para el informe mensual de producción de la UEB de Producción así como toda la información adicional necesaria para las diferentes áreas, Dirección de la Empresa, y UNE, no solamente para el cierre del mes, sino que brinda la posibilidad de este cálculo diariamente para poder accionar sobre ellos tomando las medidas correctivas lo antes posible.

El programa computacional en EXCEL de cinco hojas brinda la posibilidad de que con los menores datos posibles a introducir se realice todo cálculo de los sobreconsumos de los bloques generadores diariamente correspondiendo cada hoja CMC-3, CMC-4 y una hoja número cinco correspondiente a los resultados, brindando con ello los datos diarios y acumulados necesarios para su análisis de una forma rápida en la que se pueda tomar medidas necesarias para la disminución de los mismos, logrando con ello mejorar la eficiencia de los bloques generadores.

Para una breve explicación, a continuación se tomará como ejemplo la Hoja No-3 correspondiente a CMC-3 solamente un día (1), las celdas debajo del primer día del mes (1) que se encuentran en blanco son las utilizadas para introducir los datos medios del día, necesarios para el cálculo de las celdas sombreadas que su resultado es de forma automática, en la columna derecha se encuentran relacionados todos los indicadores.

| <b>Fecha (dd/mm/aa)</b>                                                        |  |  |  |  | <b>1</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|----------|
| Consumo de combustible equivalente de la unidad durante el período en ton.-eq. |  |  |  |  | 798.65   |
| Consumo de combustible horario de la unidad durante el período en ton.eq./h.   |  |  |  |  |          |
| Generación bruta en MWh                                                        |  |  |  |  | 3276.00  |

|                                                                                     |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tiempo de generación en horas                                                       | 24.00   |
| Carga promedio en MW                                                                | 106     |
| Consumo específico de combustible promedio de la unidad en el período               | 242.79  |
| Temperatura nominal del vapor sobrecalentado en °C                                  | 538.00  |
| Temperatura real del vapor sobrecalentado en °C                                     | 533.69  |
| Diferencia en temperatura del vapor sobrecalentado en °C                            | 4.40    |
| <b>Sobrecons. comb.por desviación temperatura del vapor sobrecal. en ton.-eq.</b>   | 0.9511  |
| <b>Sobrecons. esp. comb. por desviación temperatura del vapor sob .en g/kWh</b>     | 0.37    |
| <b>% sobrecons. comb.por desviación temperatura del vapor sobrecal.</b>             | 2.09    |
| Temperatura nominal del vapor recalentado en °C                                     | 535.00  |
| Temperatura real del vapor recalentado en °C                                        | 516.79  |
| Diferencia en temperatura del vapor recalentado en °C                               | 18.70   |
| <b>Sobrecons. comb.por desviación de la temp. vapor recalentado en ton.-eq.</b>     | 0.0000  |
| <b>Sobrecons. esp. comb.por desviación de la temp. vapor recalentado en g/kWh</b>   | 0.00    |
| <b>% sobrecons. comb.por desviación de la temp. vapor recalentado</b>               | 0.00    |
| Presión nominal del vapor sobrecalentado en kg/cm <sup>2</sup>                      | 128.00  |
| Presión real del vapor sobrecalentado en kg/cm <sup>2</sup>                         | 128.00  |
| Diferencia en temperatura del vapor recalentado en °C                               | 0.00    |
| <b>Sobrecons. comb. por desviación presión vapor sobrecalentado en ton.-eq.</b>     | 0.0000  |
| <b>Sobrecons. esp. comb. por desviación presión vapor sobrecalentado en g/Kwh</b>   | 0.00    |
| <b>% sobrecons. comb. por desviación presión vapor sobrecalentado</b>               | 0.00    |
| Temperatura normativa del agua de alimentar en °C                                   | 233.34  |
| Temperatura real del agua de alimentar en °C                                        | 199.31  |
| Diferencia de temperatura del agua de alimentar con respecto a la nominal en °C     | 34.04   |
| <b>Sobrecons. comb.debido a baja temp.del agua de alimentar en ton.-eq.</b>         | 0.0000  |
| <b>Sobrecons. esp. comb.debido a baja temp.del agua de alimentar en g/kWh</b>       | 0.00    |
| <b>% sobrecons. comb.debido a baja temp.del agua de alimentar</b>                   | 0.00    |
| Calor bruto producido en la caldera en Gcal/h                                       | 7402.00 |
| Temperatura normativa de los gases de escape en °C                                  | 143.56  |
| Temperatura real de los gases de escape en °C                                       | 86.08   |
| Diferencia de temperatura de los gases de escape en °C                              | -57.48  |
| <b>Sobrecons. comb. debido a las pérdidas de calor con gases escape en ton.-eq.</b> | 0.0000  |
| <b>Sobrecons. esp. comb. debido a pérdidas de calor con gases escape en g/kWh</b>   | 0.00    |
| <b>% sobrecons. comb. debido a las pérdidas de calor con gases escape</b>           | 0.00    |
| Caudal normativo del agua de reposición en ton.                                     | 169.00  |
| Caudal real del agua de reposición en ton.                                          | 558.00  |
| Flujo por la extracción Continua                                                    | 11.00   |
| Diferencia de caudal de agua de reposición en ton.                                  | 389.00  |

|                                                                          |  |  |         |
|--------------------------------------------------------------------------|--|--|---------|
| <b>Sobrecons. comb. debido a reposición de agua en ton.-eq.</b>          |  |  | 16.3380 |
| <b>Sobrecons. esp. comb. debido a reposición de agua en g/kWh</b>        |  |  | 6.42    |
| <b>% sobrecons. comb. debido a reposición de agua</b>                    |  |  | 35.95   |
| Carga nominal de la turbina en MW                                        |  |  | 169.00  |
| Factor $f_c/f_{cn}$                                                      |  |  | 62.72   |
| Temperatura del agua de mar a la entrada del condensador                 |  |  | 26.28   |
| Temperatura del agua de mar a la salida del condensador                  |  |  | 33.68   |
| Factor $dt/f_{cn}$                                                       |  |  | 0.0772  |
| Diferencia terminal de temperatura nominal a la salida del condensador   |  |  | 2.4860  |
| Temperatura de saturación                                                |  |  | 36.39   |
| Presión absoluta normativa en el condensador en $\text{kg/cm}^2$         |  |  | 0.0607  |
| Presión atmosférica según barómetro en BTG en mm Hg                      |  |  | 764.02  |
| Temperatura del barómetro en BTG en $^{\circ}\text{C}$                   |  |  | 26.64   |
| Presión atmosférica corregida por temperatura mm Hg                      |  |  | 760.67  |
| Presión de vacío (manométrica) real en el condensador en mm Hg           |  |  | 697.08  |
| Temperatura en BTG en $^{\circ}\text{C}$                                 |  |  | 20.56   |
| Diferencia terminal de temperatura real a la salida del condensador      |  |  | 2.5906  |
| Presión de vacío (manométrica) corregida real en el condensador en mm Hg |  |  | 690.61  |
| Presión absoluta real en el condensador en $\text{kg/cm}^2$              |  |  | 0.0953  |
| Diferencia de presión en el condensador en $\text{kg/cm}^2$              |  |  | 0.0344  |
| <b>Sobrecons. de combustible debido al bajo vacío en ton.-eq.</b>        |  |  | 21.220  |
| <b>Sobrecons. esp. de combustible debido al bajo vacío en g/kWh</b>      |  |  | 8.34    |
| <b>% sobrecons. de combustible debido al bajo vacío</b>                  |  |  | 46.69   |
| Oxígeno salida del horno                                                 |  |  | 0.90    |
| Oxígeno salida de los Calentadores de aire                               |  |  | 3.55    |
| Eficiencia de Caldera                                                    |  |  | 89.86   |
| Exceso de aire salida del horno                                          |  |  | 1.04    |
| Exceso de aire salida de los Calentadores de aire                        |  |  | 1.19    |
| Infiltraciones en los Calentadores de aire.                              |  |  | 0.1507  |
| Exceso de aire Normativo                                                 |  |  | 1.2425  |
| <b>Sobrecons. de combustible debido al exceso de aire en ton.-eq.</b>    |  |  | 0.000   |
| <b>Sobrecons. esp. de combustible debido al exceso de aire en g/kWh</b>  |  |  | 0.00    |
| <b>% sobrecons. de combustible debido al exceso de aire</b>              |  |  | 0.00    |
| <b>Sobrecons. de combustible de la unidad en el período en ton.-eq</b>   |  |  | 45.4446 |
| <b>Sobrecons. de combustible de la unidad en el período en g/kWh</b>     |  |  | 17.8634 |
| <b>Ponga 1 en aquellos días en se hallan introducido los datos.</b>      |  |  | 1       |

A continuación se muestra la Hoja 5 que de forma automática informa de manera consolidada los resultados obtenidos diariamente así como el acumulado de cada bloque generador, en este caso se ejemplifica con los datos que pertenecen a las unidades 3 y 4.

Fecha:

|                              | Diario Unidad # 3 |        |              |       | Acumulado Unidad # 3 |         |              |       |
|------------------------------|-------------------|--------|--------------|-------|----------------------|---------|--------------|-------|
|                              |                   |        | Sobreconsumo |       |                      |         | Sobreconsumo |       |
| <b>Sobreconsumos</b>         | Nominal           | Real   | Ton          | g/kWh | Nominal              | Real    | Ton          | g/kWh |
| <b>Vacío</b>                 | 0.0989            | 0.1021 | 2.57         | 0.79  | 0.0939               | 0.1107  | 416.28       | 4.26  |
| <b>Pres. vapor sobrecal.</b> | 128.00            | 128.00 | 0.00         | 0.00  | 128.00               | 128.00  | 0.00         | 0.00  |
| <b>Temp vapor sobrec.</b>    | 538.00            | 529.62 | 2.36         | 0.73  | 538.00               | 534.27  | 32.21        | 0.33  |
| <b>Temp vapor recal.</b>     | 538.00            | 539.21 | 0.00         | 0.00  | 538.00               | 539.54  | 0.00         | 0.00  |
| <b>Temp agua aliment.</b>    | 248.43            | 248.51 | 0.00         | 0.00  | 248.61               | 238.40  | 55.43        | 0.57  |
| <b>Exceso de aire</b>        | 1.24              | 1.14   | 0.00         | 0.00  | 1.24                 | 1.19    | 0.00         | 0.00  |
| <b>Temp gases salida</b>     | 143.56            | 124.33 | 0.00         | 0.00  | 143.56               | 123.48  | 0.00         | 0.00  |
| <b>Flujo agua reposic.</b>   | 154.00            | 227.00 | 3.07         | 0.94  | 4623.00              | 7803.00 | 133.56       | 1.37  |
| <b>Total</b>                 |                   |        | 8.00         | 2.46  |                      |         | 637.48       | 6.53  |
|                              | Diario Unidad # 4 |        |              |       | Acumulado Unidad # 4 |         |              |       |
|                              |                   |        | Sobreconsumo |       |                      |         | Sobreconsumo |       |
| <b>Sobreconsumos</b>         | Nominal           | Real   | Ton          | g/kWh | Nominal              | Real    | Ton          | g/kWh |
| <b>Vacío</b>                 | 0.0989            | 0.1114 | 10.38        | 3.19  | 0.0900               | 0.1192  | 714.25       | 7.41  |
| <b>Pres. vapor sobrecal.</b> | 128.00            | 128.00 | 0.00         | 0.00  | 128.00               | 128.00  | 0.00         | 0.00  |
| <b>Temp vapor sobrec.</b>    | 538.00            | 518.58 | 5.68         | 1.75  | 538.00               | 518.47  | 167.26       | 1.74  |
| <b>Temp vapor recal.</b>     | 538.00            | 503.17 | 5.83         | 1.79  | 538.00               | 499.76  | 187.17       | 1.94  |
| <b>Temp agua aliment.</b>    | 248.51            | 249.05 | 0.00         | 0.00  | 245.69               | 245.91  | 0.00         | 0.00  |
| <b>Exceso de aire</b>        | 1.24              | 1.14   | 0.00         | 0.00  | 1.24                 | 1.19    | 0.00         | 0.00  |
| <b>Temp gases salida</b>     | 143.56            | 122.31 | 0.00         | 0.00  | 143.56               | 121.42  | 0.00         | 0.00  |
| <b>Flujo agua reposic.</b>   | 154.00            | 295.00 | 5.92         | 1.82  | 4774.00              | 8451.00 | 154.43       | 1.60  |
| <b>Total</b>                 |                   |        | 27.81        | 8.55  |                      |         | 1223.11      | 12.69 |

- **Balance de agua:**

Partimos de conociendo el consumo de todos los flujómetros y a la vez comparar estos suministradores con sus planes individuales.

Programa en EXCEL para realizar un balance general de agua para la producción desde los tanques finales de suministro de Tratamiento Químico del Agua hasta los consumidores internos de cada bloque y desde la salida de los Lechos mezclados de TQA hasta los referidos tanques que suministrando al mismo solamente los datos obtenidos por los operadores de todos los flujómetros de las distintas aguas utilizadas (celdas sombreadas en la 4ta fila de las columnas) ejecutar primeramente un esquema general lo más integral posible para a partir de diferencias no contabilizadas ir localizando los suministradores que no se conocían o no se previeron en el esquema con anterioridad e ir logrando la disminución de estas diferencias no

contabilizadas, se obtiene el resultado en automático del valor consumido de esta agua y como resultado final se obtendrá un balance como a continuación se muestra:

| A. Reposición        |        |      |      |        | Agua de Enfriamiento    |      |  |         | A. Desmineraliz    |                      |
|----------------------|--------|------|------|--------|-------------------------|------|--|---------|--------------------|----------------------|
| Flujómetro CMC 1 y 2 |        |      |      |        | Flujómetro de la unidad |      |  |         | Total sal. TK 1000 |                      |
| CMC 1 y 2            |        |      |      |        | CMC - 3                 |      |  | CMC - 4 |                    | (F-metro operador 3) |
| Metro1               | Metro2 | m3 1 | m3 2 | m3 1y2 | Metro                   | m3   |  | Metro   | m3                 | Metro m3             |
| 0                    | 89904  |      |      |        | 29234                   |      |  | 164769  |                    | 1495697              |
| 0                    | 93921  | 0    | 4017 | 4017   | 30649                   | 1415 |  | 166961  | 2192               | 1515456 19759        |
|                      |        |      | 0    | 0      |                         |      |  |         |                    |                      |
|                      |        | 0    | 4017 | 4017   |                         | 1415 |  |         | 2192               | 19759                |

| Ventas | A. Reposición |       | Mantenimiento |       |                  |     |
|--------|---------------|-------|---------------|-------|------------------|-----|
| a ter- | Real          |       | o reparación  |       |                  |     |
| Ceros  | CMC 3         | CMC 4 | CMC 3         | CMC 4 | Equipo PentoMuls |     |
| m3     | m3            | m3    | m3            | m3    | Metro            | m3  |
|        |               |       |               |       | 28475            |     |
| 200    | 4883          | 5779  | 423           | 0     | 29009            | 534 |
|        |               |       |               |       |                  |     |
| 200    | 4883          | 5779  | 423           | 0     |                  | 534 |

Seguidamente, se muestran como resultado del programa anterior los dos balances obtenidos, se analizan los consumos de agua en los bloques así como sus posibles causas o problemas conocidos que justifiquen ese sobreconsumo para finalmente ser analizados con los directivos y tomar medidas correctivas a corto plazo.

Se debe destacar que este programa, brinda el resumen final que puede obtenerse diariamente, semanalmente o mensualmente, pues el mismo se elaboró para todo el año por meses.

| BALANCE DEL AGUA DESMINERALIZADA DE LAS UNIDADES CMC 3 Y 4 |      |     |       |               |            |            |                  |     |       |
|------------------------------------------------------------|------|-----|-------|---------------|------------|------------|------------------|-----|-------|
|                                                            |      |     |       |               |            |            |                  |     |       |
|                                                            |      |     |       |               | TK 1000 m3 |            |                  |     |       |
| Balance hasta                                              |      |     |       | Total f-metro | Generando  | Diferencia | no contabilizada |     |       |
|                                                            |      |     |       |               |            |            | (972)            |     | 61    |
| Laboratorios                                               |      | ??? | Local | 9756          | 8784       |            |                  |     |       |
| Ventas                                                     |      | 69  |       |               |            | Mtto       | 889              | 0   | CMC 3 |
|                                                            |      |     |       |               |            |            |                  | 889 | CMC 4 |
| PMuls                                                      |      |     |       |               |            |            |                  |     |       |
|                                                            |      |     | A.Rep | Enf           | A.Rep      | Enf        |                  |     |       |
|                                                            | Real |     | 3074  | 759           | 3704       | 289        |                  |     |       |

| <b>BALANCE AGUA DESMINERALIZADA</b>    |                   |  |   |              |              |              |              |
|----------------------------------------|-------------------|--|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                                        |                   |  |   |              |              | M3/acumul    | M3/día       |
| 1. SALIDA DEL TK DE 100 M3 (CMC 3 y 4) |                   |  |   |              |              |              |              |
| 1,1                                    | POR METRO LOCAL   |  |   |              |              | 9756         | 610          |
| 1,2                                    | POR BALANCE       |  |   |              |              | 8784         | 549          |
|                                        |                   |  |   |              |              |              |              |
|                                        |                   |  |   | <b>CMC 1</b> | <b>CMC 2</b> | <b>CMC 3</b> | <b>CMC 4</b> |
| 1                                      | AGUA REPOS        |  | 0 | 0            | 3074         | 3704         | 424          |
| 2                                      | AGUA ENFRIAMIENTO |  |   |              | 759          | 289          | 66           |
| 3                                      | MTTO ó AVERÍA     |  |   |              | 0            | 889          | 56           |
| 4                                      | VENTAS A TERCEROS |  |   |              |              | 69           | 4            |
| 5                                      | PMUuls            |  |   |              |              |              |              |
|                                        |                   |  |   |              |              |              |              |
| DIFERENCIA NO CONTABILIZADA            |                   |  |   |              |              | 972          | 61           |
|                                        |                   |  |   |              |              |              |              |

- **Insumo por equipos:**

Programa en EXCEL que suministrando al mismo solamente los datos obtenidos por los operadores de todos los metros de los equipos que se encuentran E/S, metro de generación, metro de insumo, excitación y las horas de operación de cada bloque se pueden obtener de forma rápida y diariamente los resultados del comportamiento de los insumos por equipos como a continuación se muestra:

|          |            |         | Bombas Agua Alimentar |         |         | Vent Tiro Forzado |        |         | Bombas Circulación |           |
|----------|------------|---------|-----------------------|---------|---------|-------------------|--------|---------|--------------------|-----------|
| Metro G. | Metro Ins. | Hrs Op. | BAA-3A                | BAA-3B  | BAA-3C  | VTF-3A            | VTF-3B | VRG     | B Circ 3A          | B Circ 3B |
| 842624   | 52400      |         | 13867,3               | 13903,7 | 16445,9 | 9248,8            | 8425,9 | 2664,14 | 5111,46            | 5186,8    |
| 845618   | 52573,8    | 24      | 13907,1               | 13942,6 | 16445,9 | 9263,6            | 8447,8 | 2668,03 | 5123,66            | 5198,03   |
| 848363   | 52742,9    | 24      | 13946,3               | 13981,4 | 16445,9 | 9282,7            | 8468,0 | 2672,85 | 5134,96            | 5208,95   |
| 851355   | 52915,9    | 24      | 13986,1               | 14020,2 | 16445,9 | 9303,7            | 8489,9 | 2676,21 | 5147,64            | 5220,07   |
| 854358   | 53088,3    | 24      | 14025,9               | 14057,7 | 16445,9 | 9324,3            | 8510,7 | 2680,26 | 5159,64            | 5231,20   |
| 857351   | 53261,1    | 24      | 14065,9               | 14097,5 | 16445,9 | 9345,5            | 8532,2 | 2684,11 | 5171,49            | 5242,32   |
| 860411   | 53437,9    | 24      | 14106,3               | 14137,0 | 16445,9 | 9367,3            | 8554,8 | 2687,72 | 5183,15            | 5253,37   |
| 863389   | 53612,8    | 24      | 14146,6               | 14176,3 | 16445,9 | 9388,7            | 8577,2 | 2691,41 | 5194,73            | 5264,44   |
| 866440   | 53789,6    | 24      | 14187,0               | 14216,0 | 16445,9 | 9410,9            | 8600,3 | 2695,14 | 5206,40            | 5275,68   |
| 869235   | 53960,4    | 24      | 14226,5               | 14254,7 | 16445,9 | 9431,4            | 8621,8 | 2699,34 | 5218,36            | 5287,05   |
| 872110   | 54133,1    | 24      | 14266,0               | 14293,0 | 16445,9 | 9453,0            | 8643,3 | 2703,70 | 5230,08            | 5298,30   |
| 874900   | 54303,3    | 24      | 14305,1               | 14331,1 | 16445,9 | 9473,5            | 8664,2 | 2708,37 | 5241,92            | 5309,50   |
| 877311   | 54459,3    | 24      | 14344,6               | 14360,9 | 16445,9 | 9492,9            | 8683,8 | 2712,65 | 5253,80            | 5318,35   |
| 880303   | 54634,3    | 24      | 14384,6               | 14400,2 | 16445,9 | 9514,9            | 8706,0 | 2716,11 | 5265,72            | 5329,53   |
| 882915   | 54795,2    | 24      | 14424,3               | 14422,3 | 16445,9 | 9535,1            | 8726,9 | 2719,66 | 5275,64            | 5340,44   |
| 885994   | 54970,6    | 24      | 14464,6               | 14471,6 | 16445,9 | 9557,7            | 8750,1 | 2723,17 | 5287,39            | 5351,37   |
| 889059   | 55145,2    | 24      | 14504,5               | 14510,4 | 16445,9 | 9580,1            | 8773,6 | 2726,64 | 5299,07            | 5362,37   |
| 892110   | 55320,0    | 24      | 14544,7               | 14549,2 | 16445,9 | 9603,1            | 8796,9 | 2729,99 | 5310,80            | 5373,54   |
| 895099   | 55494,8    | 24      | 14584,3               | 14587,5 | 16445,9 | 9625,4            | 8820,2 | 2733,35 | 5322,62            | 5384,69   |
| 898052   | 55668,9    | 24      | 14623,8               | 14626,3 | 16445,9 | 9648,5            | 8843,6 | 2736,96 | 5334,63            | 5395,60   |

Con los datos anteriores de forma automática en otra Hoja EXCEL se obtienen los resultados que se muestran así como el acumulado.

|              | Insumo en MW        |          |                    |          |                     |        |                  |         |
|--------------|---------------------|----------|--------------------|----------|---------------------|--------|------------------|---------|
|              | Bbas Agua Alimentar |          | Vent. Tiro Forzado |          | Vent. Recirc. Gases |        | Bbas Circulación |         |
| CMC-3        | Plan                | Real     | Plan               | Real     | Plan                | Real   | Plan             | Real    |
| Día          | 74,71               | 80,90    | 38,23              | 43,25    | 3,60                | 3,59   | 20,88            | 19,02   |
| Acumulado    | 917,34              | 973,38   | 476,11             | 537,54   | 44,00               | 41,99  | 252,77           | 229,75  |
| Dif. Acum.   | 56,04               |          | 61,44              |          | -2,01               |        | -23,02           |         |
| Acum.anual   | 18268,55            | 18474,51 | 9662,07            | 10630,86 | 901,24              | 980,12 | 5056,29          | 4676,84 |
| Dif.Ac.Anual | 205,96              |          | 968,79             |          | 78,88               |        | -379,45          |         |

|              | Bbas Agua Alimentar |          | Vent. Tiro Forzado |         | Vent. Recirc. Gases |        | Bbas Circulación |         |
|--------------|---------------------|----------|--------------------|---------|---------------------|--------|------------------|---------|
| CMC-4        | Plan                | Real     | Plan               | Real    | Plan                | Real   | Plan             | Real    |
| Día          | 76,56               | 82,70    | 39,87              | 42,10   | 3,60                | 4,02   | 20,88            | 20,64   |
| Acumulado    | 1000,93             | 1077,40  | 522,97             | 557,50  | 46,65               | 50,33  | 271,44           | 267,68  |
| Dif. Acum.   | 76,47               |          | 34,53              |         | 3,68                |        | -3,76            |         |
| Acum.anual   | 15665,43            | 15340,50 | 8393,80            | 8143,62 | 751,94              | 834,57 | 4243,32          | 4166,08 |
| Dif.Ac.Anual | -324,92             |          | -250,18            |         | 82,64               |        | -77,24           |         |

|              | Insumo en %         |      |                    |      |                     |      |                  |      |
|--------------|---------------------|------|--------------------|------|---------------------|------|------------------|------|
|              | Bbas Agua Alimentar |      | Vent. Tiro Forzado |      | Vent. Recirc. Gases |      | Bbas Circulación |      |
| CMC-3        | Plan                | Real | Plan               | Real | Plan                | Real | Plan             | Real |
| Día          | 2,80                | 3,03 | 1,43               | 1,62 | 0,13                | 0,13 | 0,78             | 0,71 |
| Acumulado    | 2,72                | 2,89 | 1,41               | 1,60 | 0,13                | 0,12 | 0,75             | 0,68 |
| Dif. Acum.   | 0,17                |      | 0,18               |      | -0,01               |      | -0,07            |      |
| Acum.anual   | 2,73                | 2,76 | 1,45               | 1,59 | 0,13                | 0,15 | 0,76             | 0,70 |
| Dif.Ac.Anual | 0,03                |      | 0,14               |      | 0,01                |      | -0,06            |      |

|              | Bbas Agua Alimentar |      | Vent. Tiro Forzado |      | Vent. Recirc. Gases |      | Bbas Circulación |      |
|--------------|---------------------|------|--------------------|------|---------------------|------|------------------|------|
| CMC-4        | Plan                | Real | Plan               | Real | Plan                | Real | Plan             | Real |
| Día          | 2,68                | 2,90 | 1,40               | 1,47 | 0,13                | 0,14 | 0,73             | 0,72 |
| Acumulado    | 2,66                | 2,86 | 1,39               | 1,48 | 0,12                | 0,13 | 0,72             | 0,71 |
| Dif. Acum.   | 0,20                |      | 0,09               |      | 0,01                |      | -0,01            |      |
| Acum.anual   | 2,64                | 2,59 | 1,42               | 1,37 | 0,13                | 0,14 | 0,72             | 0,70 |
| Dif.Ac.Anual | -0,05               |      | -0,04              |      | 0,01                |      | -0,01            |      |

- **Cálculo de combustible:**

Programa automatizado para todo el cálculo del combustible por unidades, bloques y empresa de la ETE Cienfuegos y que además brinda toda la información para el Informe mensual y semanal de la Unidad Empresarial de Base de Producción, así como toda la información adicional necesaria para las diferentes áreas, Dirección de la Empresa y Unión Nacional Eléctrica, no solamente para el cierre del mes, sino que brinda la posibilidad de este cálculo diariamente.

El programa computacional en EXCEL brinda la posibilidad de que con los menores datos posibles a introducir, se puede realizar el cálculo de todos los consumos por bloques generadores, brindando con ello los datos diario y acumulado necesarios para su análisis de una forma rápida en la que se pueda tomar las medidas necesarias a tomar para la disminución de los mismos, logrando con ello mejorar la eficiencia de los bloques generadores.

### 1. Recibo de la Refinería con crudo.

#### Recibo de Fuel - Oil de la Refinería. Crudo

| Día | Lectura<br>Flujometro | Recibo<br>Diario | Recibo<br>Acumul | Recibo<br>del Tk # | Flujo<br>m.<br>M^3 | Dif.<br>M^3<br>Recibo | M^3<br>Recibo | Visco-<br>cidad | Azuf<br>re | Regis<br>tro | Acum.<br>M^3 |
|-----|-----------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|---------------|-----------------|------------|--------------|--------------|
|     | 42380                 |                  |                  |                    |                    |                       |               |                 |            |              |              |
| 1   | 42951                 | 571              | 571              | 1032               | 560,7<br>2         | 10,000                | 570,72<br>2   | 555,00          | 7,53       | 987          | 570,722      |
| 2   | 43771                 | 820              | 1391             | 1032               | 805,2<br>4         | 10,000                | 815,24<br>0   | 555,00          | 7,53       | 987          | 1385,96<br>2 |
| 3   | 44474                 | 703              | 2094             | 1032               | 690,3<br>5         | 10,000                | 700,34<br>6   | 555,00          | 7,53       | 987          | 2086,30<br>8 |
| 4   | 45093                 | 619              | 2713             | 1034               | 607,8<br>6         | 10,000                | 617,85<br>8   | 581,00          | 7,80       | 990          | 2704,16<br>6 |
| 5   | 45947                 | 854              | 3567             | 1034               | 838,6<br>3         | 10,000                | 848,62<br>8   | 581,00          | 7,80       | 990          | 3552,79<br>4 |
| 6   | 46753                 | 806              | 4373             | 1034               | 791,4<br>9         | 10,000                | 801,49<br>2   | 581,00          | 7,80       | 990          | 4354,28<br>6 |
| 7   | 47545                 | 792              | 5165             | 1034               | 777,7<br>4         | 10,000                | 787,74<br>4   | 581,00          | 7,80       | 990          | 5142,03<br>0 |

## 2. Recibo de la Refinería con Fuel.

### Recibo de Fuel - Oil de la Refinería. Fuel oil

|     | Lectura    | Recibo | Recibo  |       |     | Fact.   |                | Dif.    |                |          |
|-----|------------|--------|---------|-------|-----|---------|----------------|---------|----------------|----------|
| Día | Flujometro | Diario | Acumul. | Temp. | API | Correc. | M <sup>3</sup> | Recibo  | M <sup>3</sup> | Acum.    |
|     | 31655      |        |         |       |     |         |                |         |                |          |
| 1   | 31655      | 0      | 0       | 40    | 11  | 0,9829  | 0,00           |         | 0,000          | 0,000    |
| 2   | 31655      | 0      | 0       | 40    | 11  | 0,9829  | 0,00           |         | 0,000          | 0,000    |
| 3   | 31655      | 0      | 0       | 40    | 11  | 0,9829  | 0,00           |         | 0,000          | 0,000    |
| 4   | 52515      | 1048   | 1140    | 40    | 11  | 0,9829  | 1030,08        | 10,000  | 1040,079       | 1130,506 |
| 5   | 53469      | 954    | 2094    | 40    | 11  | 0,9829  | 937,69         | 10,000  | 947,687        | 2078,193 |
| 6   | 53689      | 220    | 2314    | 40    | 11  | 0,9829  | 216,24         | -50,790 | 165,448        | 2243,641 |
| 7   | 53689      | 0      | 2314    | 40    | 11  | 0,9829  | 0,00           |         | 0,000          | 2243,641 |

## 3. Recibo y consumo de los tanques.

### Recibo y Consumo de Fuel - Oil en el TK # 3

| Recibo | Recibo   |        |       |      | Fact.   |         |         | Cons.  |         |
|--------|----------|--------|-------|------|---------|---------|---------|--------|---------|
| Crudo  | Fuel-Oil | Nivel  | Temp. | API  | Correc. | Volumen | Consumo | cheqa  | Fondaje |
|        | 0,00     | 0,0001 | 35    | 11,3 | 0,9863  | 0,00    |         |        |         |
|        | 0,00     | 0,0001 | 35    | 11,3 | 0,9863  | 0,00    | 0,00    | 62,70  | 0,00    |
|        | 0,00     | 0,0001 | 35    | 11,3 | 0,9863  | 0,00    | 0,00    | 156,61 | 0,00    |
|        | 0,00     | 0,0001 | 35    | 11,3 | 0,9863  | 0,00    | 0,00    | 60,81  | 0,00    |

### Recibo y Consumo de Fuel- Oil en el TK # 4

| Día | Recibo | Nivel | Temp. | API  | Fact.   |         |         |         |
|-----|--------|-------|-------|------|---------|---------|---------|---------|
|     |        |       |       |      | Correc. | Volumen | Consumo | Fondaje |
|     |        | 7217  | 41    | 12,3 | 0,9820  | 6011,27 |         |         |
| 1   | 0,00   | 7141  | 41    | 11,5 | 0,9821  | 5948,58 | 0,00    | 2540,00 |
| 2   | 0,00   | 6953  | 41    | 11,5 | 0,9821  | 5791,97 | 0,00    | 2540,00 |
| 3   | 0,00   | 6880  | 41    | 11,9 | 0,9821  | 5731,16 | 0,00    | 2540,00 |
| 4   | 0,00   | 6733  | 41    | 11,9 | 0,9821  | 5608,70 | 0,00    | 2540,00 |
| 5   | 0,00   | 6572  | 41    | 11,9 | 0,9821  | 5474,59 | 0,00    | 2540,00 |
| 6   | 0,00   | 6352  | 41    | 11,9 | 0,9821  | 5291,33 | 0,00    | 2540,00 |
| 7   | 0,00   | 6278  | 41    | 11,9 | 0,9821  | 5229,68 | 0,00    | 2540,00 |

### Recibo y consumo de crudo en tk 5

| Día | Recibo | Recibo | Nivel |       |      | Fact.   |         |         |         |         |
|-----|--------|--------|-------|-------|------|---------|---------|---------|---------|---------|
|     | Fuel   |        |       | Temp. | API  | Correc. | Volumen | Consumo | Fondaje | Útil    |
|     |        |        | 9722  |       |      |         |         |         |         |         |
| 1   |        | 570,72 | 9581  | 43    | 12,6 | 0,9821  | 8828,06 |         |         |         |
| 2   |        | 815,24 | 9655  | 43    | 12,6 | 0,9821  | 8700,02 | 698,76  | 2775,00 | 5925,02 |
| 3   |        | 700,35 | 9614  | 43    | 12,6 | 0,9821  | 8767,22 | 748,04  | 2775,00 | 5992,22 |
| 4   |        | 617,86 | 9507  | 43    | 12,8 | 0,9820  | 8729,10 | 738,46  | 2775,00 | 5954,10 |
| 5   |        | 848,63 | 9641  | 43    | 12,8 | 0,9820  | 8631,95 | 715,01  | 2775,00 | 5856,95 |
| 6   |        | 801,49 | 9735  | 43    | 12,8 | 0,9820  | 8753,62 | 726,96  | 2775,00 | 5978,62 |
| 7   |        | 787,74 | 9816  | 43    | 12,8 | 0,9820  | 8838,96 | 716,14  | 2775,00 | 6063,96 |
| 8   |        | 233,90 | 9305  | 43    | 12,8 | 0,9820  | 8912,51 | 714,20  | 2775,00 | 6137,51 |
|     |        |        |       |       |      |         |         |         |         |         |

#### 4. Balance con Fuel.

| Consumo | Existencia<br>2190,34 | Fondaje<br>INRE | Existencia<br>Útil | TKs Petrol.<br>3<br>Recibido | Consumo | Existencia<br>8728,87 | Existencia<br>8728,87 | Fondaje<br>de los<br>TKs | Existencia<br>Útil |
|---------|-----------------------|-----------------|--------------------|------------------------------|---------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------|
| 62,70   | 2127,64               | 560,00          | 1567,64            | 570,72                       | 599,57  | 8700,02               | 8700,02               | 2775,00                  | 5925,02            |
| 156,61  | 1971,03               | 560,00          | 1411,03            | 815,24                       | 748,04  | 8767,22               | 8767,22               | 2775,00                  | 5992,22            |
| 60,81   | 1910,22               | 560,00          | 1350,22            | 700,35                       | 738,46  | 8729,10               | 8729,10               | 2775,00                  | 5954,10            |
| 122,45  | 1787,77               | 560,00          | 1227,77            | 617,86                       | 715,01  | 8631,95               | 8631,95               | 2775,00                  | 5856,95            |
| 134,12  | 1653,65               | 560,00          | 1093,65            | 848,63                       | 726,96  | 8753,62               | 8753,62               | 2775,00                  | 5978,62            |
| 183,26  | 1470,39               | 560,00          | 910,39             | 801,49                       | 716,14  | 8838,96               | 8838,96               | 2775,00                  | 6063,96            |
| 61,64   | 1408,75               | 560,00          | 848,75             | 787,74                       | 714,20  | 8912,51               | 8912,51               | 2775,00                  | 6137,51            |
| 60,81   | 1347,94               | 560,00          | 787,94             | 233,90                       | 697,86  | 8448,54               | 8448,54               | 2775,00                  | 5673,54            |
| 60,81   | 1287,13               | 560,00          | 727,13             | 714,09                       | 714,09  | 8448,54               | 8448,54               | 2775,00                  | 5673,54            |

#### 5. Balance con crudo.

| Consumo | Existencia<br>2190,34 | Fondaje<br>INRE | Existencia<br>Útil | TKs Petrol.<br>3,4 y 5<br>Recibido | Consumo | Existencia<br>8728,87 | Existencia<br>8728,87 | Fondaje<br>de los<br>TKs | Existencia<br>Útil |
|---------|-----------------------|-----------------|--------------------|------------------------------------|---------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------|
| 62,70   | 2127,64               | 560,00          | 1567,64            | 570,72                             | 599,57  | 8700,02               | 8700,02               | 2775,00                  | 5925,02            |
| 156,61  | 1971,03               | 560,00          | 1411,03            | 815,24                             | 748,04  | 8767,22               | 8767,22               | 2775,00                  | 5992,22            |
| 60,81   | 1910,22               | 560,00          | 1350,22            | 700,35                             | 738,46  | 8729,10               | 8729,10               | 2775,00                  | 5954,10            |
| 122,45  | 1787,77               | 560,00          | 1227,77            | 617,86                             | 715,01  | 8631,95               | 8631,95               | 2775,00                  | 5856,95            |
| 134,12  | 1653,65               | 560,00          | 1093,65            | 848,63                             | 726,96  | 8753,62               | 8753,62               | 2775,00                  | 5978,62            |
| 183,26  | 1470,39               | 560,00          | 910,39             | 801,49                             | 716,14  | 8838,96               | 8838,96               | 2775,00                  | 6063,96            |
| 61,64   | 1408,75               | 560,00          | 848,75             | 787,74                             | 714,20  | 8912,51               | 8912,51               | 2775,00                  | 6137,51            |

#### 6. Petróleo.

| Día | Letura<br>Flujom. | Difer. | Fact.<br>Correc. | CMC-3<br>Consumo | C. E. B. | Temp. a<br>quemar |
|-----|-------------------|--------|------------------|------------------|----------|-------------------|
|     | 101425            |        |                  |                  |          |                   |
| 1   | 101425            | 0,0    | 0,00             | 0,00             | 0,0      | 0,00              |
| 2   | 101425            | 0,0    | 0,00             | 0,00             | 0,0      | 0,00              |
| 3   | 101425            | 0,0    | 0,00             | 0,00             | 0,0      | 0,00              |
| 4   | 101425            | 0,0    | 0,00             | 0,00             | 0,0      | 0,00              |
| 5   | 101425            | 0,0    | 0,00             | 0,00             | 0,0      | 0,00              |
| 6   | 101425            | 0,0    | 0,00             | 0,00             | 0,0      | 0,00              |
| 7   | 101425            | 0,0    | 0,00             | 0,00             | 0,0      | 0,00              |
| 8   | 101425            | 0,0    | 0,00             | 0,00             | 0,0      | 0,00              |
| 9   | 101425            | 0,0    | 0,00             | 0,00             | 0,0      | 0,00              |
| 10  | 101425            | 0,0    | 0,00             | 0,00             | 0,0      | 0,00              |
| 11  | 101425            | 0,0    | 0,00             | 0,00             | 0,0      | 0,00              |
| 12  | 101425            | 0,0    | 0,00             | 0,00             | 0,0      | 0,00              |

| Lectura<br>Flujom. | Difer. | Fact.<br>Correc. | CMC-4<br>Consumo | C. E. B. |
|--------------------|--------|------------------|------------------|----------|
| 87875              |        |                  |                  |          |
| 88587              | 712,0  | 698,75           | 698,75           | 246,4    |
| 89299              | 712,0  | 748,04           | 748,04           | 263,8    |
| 90004              | 705,0  | 738,47           | 738,47           | 263,2    |
| 90706              | 702,0  | 715,01           | 715,01           | 254,3    |
| 91421              | 715,0  | 726,96           | 726,96           | 257,9    |
| 92099              | 678,0  | 716,15           | 716,15           | 257,7    |
| 92808              | 709,0  | 714,20           | 714,20           | 259,0    |
| 93486              | 678,0  | 697,86           | 697,86           | 255,0    |
| 94178              | 692,0  | 714,09           | 714,09           | 257,5    |
| 94867              | 689,0  | 687,65           | 687,65           | 253,7    |
| 95542              | 675,0  | 696,52           | 696,52           | 263,4    |
| 96005              | 463,0  | 536,41           | 536,41           | 277,4    |

|            | CMC 3      |          |       |          | CMC 4      |          |        |
|------------|------------|----------|-------|----------|------------|----------|--------|
| Consumo    | Consumo    | Desglose |       | Consumo  | Consumo    | Desglose |        |
| por TK 3y4 | total comb | fuel oil | crudo | por TK 5 | total comb | fuel oil | crudo  |
|            |            |          |       |          |            |          |        |
| 0,00       | 0,00       | 0,00     | 0,00  | 698,76   | 698,75     | 0,00     | 698,76 |
| 0,00       | 0,00       | 0,00     | 0,00  | 748,04   | 748,04     | 0,00     | 748,04 |
| 0,00       | 0,00       | 0,00     | 0,00  | 738,46   | 738,47     | 0,00     | 738,46 |
| 0,00       | 0,00       | 0,00     | 0,00  | 715,01   | 715,01     | 0,00     | 715,01 |
| 0,00       | 0,00       | 0,00     | 0,00  | 726,96   | 726,96     | 0,00     | 726,96 |
| 0,00       | 0,00       | 0,00     | 0,00  | 716,14   | 716,15     | 0,00     | 716,14 |
| 0,00       | 0,00       | 0,00     | 0,00  | 714,20   | 714,20     | 0,00     | 714,20 |
| 0,00       | 0,00       | 0,00     | 0,00  | 697,86   | 697,86     | 0,00     | 697,86 |

| CMC 3      |                |       | CMC 4      |                |       | CTE CMC   |                |       |
|------------|----------------|-------|------------|----------------|-------|-----------|----------------|-------|
| Generación | Del total con: |       | Generación | Del total con: |       | CTE CMC   | Del total con: |       |
| total día  | fuel oil       | crudo | total día  | fuel oil       | crudo | total día | fuel oil       | crudo |
|            |                |       |            |                |       |           |                |       |
| 0          | 0              | 0     | 2666       | 0              | 2666  | 2802      | 136            | 2666  |
| 0          | 0              | 0     | 2666       | 0              | 2666  | 3101      | 435            | 2666  |
| 0          | 0              | 0     | 2637       | 0              | 2637  | 2793      | 156            | 2637  |
| 0          | 0              | 0     | 2643       | 0              | 2643  | 3031      | 388            | 2643  |
| 0          | 0              | 0     | 2650       | 0              | 2650  | 3026      | 376            | 2650  |
| 0          | 0              | 0     | 2612       | 0              | 2612  | 3145      | 533            | 2612  |
| 0          | 0              | 0     | 2592       | 0              | 2592  | 2730      | 138            | 2592  |

## 7. Recibo y Consumo de Gas oil.

### Recibo y Consumo de Gas - Oil

| Tanque CMC Diesel Manchado M-8 |         |                   |                 |         |           |        |                  |
|--------------------------------|---------|-------------------|-----------------|---------|-----------|--------|------------------|
| Nivel                          | Volumen | 19,690<br>Fondaje | Volumen<br>Real | Consumo | Acumulado | Recibo | Recibo<br>por Tk |
| 2288                           | 81,910  | 19,690            | 62,220          |         |           |        |                  |
| 2283                           | 81,731  | 19,690            | 62,041          | 0,179   | 0,179     |        |                  |
| 2280                           | 81,624  | 19,690            | 61,934          | 0,107   | 0,286     |        |                  |
| 2119                           | 75,860  | 19,690            | 56,170          | 5,764   | 6,050     |        |                  |
| 2110                           | 75,538  | 19,690            | 55,848          | 0,322   | 6,372     |        |                  |
| 2106                           | 75,395  | 19,690            | 55,705          | 0,143   | 6,516     |        |                  |
| 2790                           | 99,882  | 19,690            | 80,192          | 0,029   | 6,544     | 24,516 | 24,487           |

| Diesel Limpio |         |         |           |        |                  |
|---------------|---------|---------|-----------|--------|------------------|
| Nivel         | Volumen | Consumo | Acumulado | Recibo | Existencia final |
| 49            | 3,153   |         |           |        |                  |
| 45            | 2,796   | 0,357   | 0,357     |        | 2,796            |
| 32            | 1,717   | 1,079   | 1,436     |        | 1,717            |
| 30            | 1,564   | 0,153   | 1,589     |        | 1,564            |
| 30            | 1,564   | 0,000   | 1,589     |        | 1,564            |
| 30            | 1,564   | 0,000   | 1,589     |        | 1,564            |
| 30            | 1,564   | 0,000   | 1,589     |        | 1,564            |
| 30            | 1,564   | 0,000   | 1,589     |        | 1,564            |

## 8. Generación Bruta.

| CMC-3        |       | CMC-4        |       | Carga Promedio |        | Céspedes     |       |
|--------------|-------|--------------|-------|----------------|--------|--------------|-------|
| Gener. Bruta |       | Gener. Bruta |       | CMC-3          | CMC-4  | Gener. Bruta |       |
| Diaria       | Acum. | Diaria       | Acum. | Diaria         | Diaria | Diaria       | Acum. |
| MWh          | MWh   | MWh          | MWh   | MWh            | MWh    | MWh          | MWh   |
| 0            | 0     | 2666         | 2666  | 0,0            | 111,1  | 2802         | 2802  |
| 0            | 0     | 2666         | 5332  | 0,0            | 111,1  | 3101         | 5903  |
| 0            | 0     | 2637         | 7969  | 0,0            | 109,9  | 2793         | 8696  |
| 0            | 0     | 2643         | 10612 | 0,0            | 110,1  | 3031         | 11727 |
| 0            | 0     | 2650         | 13262 | 0,0            | 110,4  | 3026         | 14753 |
| 0            | 0     | 2612         | 15874 | 0,0            | 108,8  | 3145         | 17898 |
| 0            | 0     | 2592         | 18466 | 0,0            | 108,0  | 2730         | 20628 |
| 0            | 0     | 2573         | 21039 | 0,0            | 107,2  | 2728         | 23356 |

## 9. Insumo.

|      | CMC-3        |       | CMC-4        |         |
|------|--------------|-------|--------------|---------|
|      | Insumo Total |       | Insumo Total |         |
|      | Diaria       | Acum. | Diaria       | Acum.   |
| Días | MWh          | MWh   | MWh          | MWh     |
| 1    | 0,00         | 0,00  | 178,24       | 178,24  |
| 2    | 0,00         | 0,00  | 178,35       | 356,58  |
| 3    | 0,00         | 0,00  | 179,77       | 536,35  |
| 4    | 0,00         | 0,00  | 178,64       | 714,99  |
| 5    | 0,00         | 0,00  | 178,50       | 893,48  |
| 6    | 0,00         | 0,00  | 178,34       | 1071,82 |

## 10. Generación Neta:

| Días | CMC-3       |            | CMC-4       |            | Céspedes    |            |
|------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
|      | Gener. Neta |            | Gener. Neta |            | Gener. Neta |            |
|      | Acum. MWh   | Diaria MWh | Acum. MWh   | Diaria MWh | Acum. MWh   | Diaria MWh |
| 1    | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 2487,76    | 2487,76     | 2612,16    |
| 2    | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 2487,65    | 4975,42     | 2887,05    |
| 3    | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 2457,23    | 7432,65     | 2600,63    |
| 4    | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 2464,36    | 9897,01     | 2820,06    |
| 5    | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 2471,50    | 12368,52    | 2816,90    |
| 6    | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 2433,66    | 14802,18    | 2922,26    |
| 7    | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 2414,86    | 17217,04    | 2541,16    |
| 8    | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 2397,74    | 19614,78    | 2539,64    |
|      |             |            |             |            |             | 21739,88   |

## 11. Metros de Generación:

| Metros CMC-3 |         |         |            |         | Metros CMC-4 |         |         |            |         |
|--------------|---------|---------|------------|---------|--------------|---------|---------|------------|---------|
| Uso Planta   |         |         |            |         | Uso Planta   |         |         |            |         |
| Generación   | Propio  | Reserva | Excitación | Hrs Op. | Generación   | Propio  | Reserva | Excitación | Hrs Op. |
| 949242       | 22028,7 | 84932,8 | 10185,37   |         | 71866        | 66402,5 | 84932,8 | 10014,37   |         |
| 949242       | 22028,7 | 84932,8 | 10185,37   | 0       | 74532        | 66575,6 | 84932,8 | 10015,44   | 24      |
| 949242       | 22028,7 | 84932,8 | 10185,37   | 0       | 77198        | 66749,1 | 84932,8 | 10016,45   | 24      |
| 949242       | 22028,7 | 84932,8 | 10185,37   | 0       | 79835        | 66923,3 | 84932,8 | 10017,61   | 24      |
| 949242       | 22028,7 | 84932,8 | 10185,37   | 0       | 82478        | 67096,8 | 84932,8 | 10018,68   | 24      |
| 949242       | 22028,7 | 84932,8 | 10185,37   | 0       | 85128        | 67270,4 | 84932,8 | 10019,70   | 24      |
| 949242       | 22028,7 | 84932,8 | 10185,37   | 0       | 87740        | 67443,7 | 84932,8 | 10020,75   | 24      |

## 12. Capacidad Disponible.

|   | BL-158 MW<br>Capac. Disp. |               | CMC<br>Capac. Disp. |              | Robustiano León<br>Capac. Disp. |             |              | Robus. León<br>Capac. Disp. |             | CMC<br>Capac. Disp. |              |
|---|---------------------------|---------------|---------------------|--------------|---------------------------------|-------------|--------------|-----------------------------|-------------|---------------------|--------------|
|   | CMC-III<br>158            | CMC-IV<br>158 | Total<br>376        | Acum.<br>376 | RL-I<br>14                      | RL-II<br>14 | RL-III<br>15 | Total<br>43                 | Acum.<br>43 | Total<br>419        | Acum.<br>419 |
|   |                           |               |                     |              |                                 |             |              |                             |             |                     |              |
| 1 | 0                         | 130           | 160                 | 160          | 0,0                             | 14,0        | 15,0         | 29                          | 29,00       | 189                 | 189          |
| 2 | 0                         | 130           | 155                 | 315,0        | 0,0                             | 14,0        | 15,0         | 29                          | 58,00       | 184                 | 373,00       |
| 3 | 0                         | 130           | 155                 | 470          | 0,0                             | 14,0        | 15,0         | 29                          | 87,00       | 184                 | 557,00       |
| 4 | 0                         | 123           | 136,67              | 606,67       | 0,0                             | 14,0        | 15,0         | 29                          | 116,00      | 165,67              | 722,67       |
| 5 | 0                         | 123           | 147,42              | 754,09       | 0,0                             | 14,0        | 15,0         | 29                          | 145,00      | 176,42              | 899,09       |

Generalizando, se debe señalar que en las tablas presentadas anteriormente se introducen un mínimo de datos pues en el resto de las celdas ya surgen de forma automática, además, en muchas de ellas los resultados aparecen por la vinculación que entre ellas existe, lo que propicia la obtención rápida de resultados finales en los indicadores que se anali De es forma

con los datos anteriores se llena de forma vinculada el programa DIARIO (**Anexo VII**) brindando con ello el comportamiento de los indicadores del Consumo Específico Bruto y Neto, factor de Insumo, Carga promedio, Generación, Horas de operación que lleva la unidad generadora, factor de Potencia Disponible tanto los planes como los reales por bloques y a nivel de central, una tabla resumen que se le informa a todas las áreas de la empresa de forma diaria con los indicadores formadores para que todos los trabajadores conozcan el comportamiento diario de estos indicadores, la que se muestra a continuación.

| PRINCIPALES INDICADORES TÉCNICOS |                                |           |                      |                                   | ACUMULADO |                                  | FECHA:               |        |
|----------------------------------|--------------------------------|-----------|----------------------|-----------------------------------|-----------|----------------------------------|----------------------|--------|
|                                  | Generación Bruta (MWh)         |           | Factor de Insumo (%) |                                   |           | Consumo Específico Bruto (g/kWh) |                      |        |
| UNIDAD                           | Plan                           | Real      | Plan                 | Reajustado                        | Real      | Plan                             | Reajust.             | Real   |
| CMC-1                            | 5719,0                         | 5719,0    | 9,37                 | 9,37                              | 8,52      | 374,33                           | 374,33               | 369,03 |
| CMC-2                            | 0,0                            | 0,0       | 0,00                 | 0,00                              | 0,00      | 0,00                             | 0,00                 | 0,00   |
| CMC-3                            | 0,0                            | 0,0       | 0,00                 | 0,00                              | 0,00      | 0,00                             | 0,00                 | 0,00   |
| CMC-4                            | 30527,0                        | 30527,0   | 7,14                 | 7,14                              | 6,87      | 255,85                           | 255,85               | 260,95 |
| CMC                              | 36246,0                        | 36246,0   | 7,49                 | 7,49                              | 7,13      | 274,54                           | 274,54               | 278,01 |
|                                  |                                |           |                      |                                   |           |                                  |                      |        |
|                                  | Factor Potencia Disponible (%) |           |                      | Potencia Disponible Promedio (MW) |           |                                  | Energía Indisponible |        |
| UNIDAD                           | Plan                           | Propuesta | Real                 | Plan                              | Propuesta | Real                             | MW                   | VLE    |
| CMC-1                            | 95,0                           | 15,0      | 77,0                 | 541,5                             | 85,5      | 439,2                            | 3146,65              |        |
| CMC-2                            | 0,0                            | 0,0       | 0,0                  | 0,0                               | 0,0       | 0,0                              | 0,00                 |        |
| CMC-3                            | 0,0                            | 0,0       | 0,0                  | 0,0                               | 0,0       | 0,0                              | 0,00                 |        |
| CMC-4                            | 55,8                           | 2,0       | 47,1                 | 1673,9                            | 60,0      | 1412,5                           | 11213,61             |        |
| CMC                              | 31,0                           | 0,0       | 25,9                 | 2215,4                            | 0,0       | 1851,6                           | 14360,26             |        |
|                                  |                                |           |                      |                                   |           |                                  |                      |        |
| Acumulado                        | CMC-3                          | CMC-4     | Bl. 158 MW           | CMC                               |           |                                  |                      |        |
| G.Bruta                          | 597636                         | 642228    | 1239864              | 1276588                           |           |                                  |                      |        |
| F. Insumo                        | 4,34                           | 6,25      | 5,33                 | 5,41                              |           |                                  |                      |        |
| C. E. B.                         | 255,29                         | 251,56    | 253,36               | 256,72                            |           |                                  |                      |        |
| F.P.D                            | 65,79                          | 84,27     | 75,03                | 68,26                             |           |                                  |                      |        |

También brinda la generación y el consumo por cada tipo de combustible recibido desde la Refinería a través del oleoducto, como resultado final y al concluir el mes se elabora el modelo B-1 Movimiento y Balance de combustible donde se contabilizan todos los consumos de los diferentes tipos de combustibles utilizados en la central y estos son utilizados para el informe mensual.

- **Datos de Producción:**

Programa automatizado para todos los indicadores técnicos por unidades incluyendo la Central Hidroeléctrica Robustiano León, brinda toda la información necesaria para la elaboración del Informe mensual de Producción para la UNE después de ser introducidos todos los datos del Informe Previo.

Este programa computacional en EXCEL compuesto por 9 Hojas CMC-3,CMC-4, Bloques 158MW, CMC, RL-1, RL-2, RL-3, RL, ETE Cienfuegos, después de ser introducidos los datos necesario, elabora el Informe Mensual de Producción de forma vinculada para evitar posibles errores de cálculo siendo comprobados éstos con los demás programas como se muestra en el Anexo No 11, que solo muestra como ejemplo la unidad No 3.

El termo energético de la empresa elabora un Programa Energético en el que se incluyen tareas a realizar y toda la inversión prevista para un período de tiempo determinado así como su cumplimiento por el área responsable, también un Plan de medidas para la disminución de los sobreconsumos y de energía indisponible, sus causas y fecha de cumplimiento.

**(Anexos IX– X)**

### 2.3.2 Estudio de caso:

Consiste en la descripción de una situación, que puede ser real o ficticia, a partir de ella los miembros del grupo (operadores) proponen soluciones que pueden ser diferentes, este tipo de procedimiento posibilita el análisis, clarificación y búsqueda de soluciones concretas y reales, permitiendo adquirir habilidades en la toma de decisiones.

Para este momento se toma el cuadro que aparece en la **página**, donde se muestra el programa de sobreconsumo con datos reales, correspondientes a los indicadores que se analizan. La tabla ilustra los resultados obtenidos de la aplicación del programa en el mes de febrero del 2008:

|                              | Diario Unidad # 3 |        |              |       | Acumulado Unidad # 3 |          |              |       |
|------------------------------|-------------------|--------|--------------|-------|----------------------|----------|--------------|-------|
|                              |                   |        | Sobreconsumo |       |                      |          | Sobreconsumo |       |
| <b>Sobreconsumos</b>         | Nominal           | Real   | Ton          | g/kWh | Nominal              | Real     | Ton          | g/kWh |
| <b>Vacío</b>                 | 0,0575            | 0,0848 | 15,87        | 6,98  | 0,0664               | 0,0868   | 368,34       | 5,28  |
| <b>Pres. Vapor sobrecal.</b> | 128,00            | 128,00 | 0,00         | 0,00  | 128,00               | 128,00   | 0,00         | 0,00  |
| <b>Temp vapor sobrec.</b>    | 538,00            | 536,04 | 0,40         | 0,18  | 538,00               | 536,52   | 9,33         | 0,13  |
| <b>Temp vapor recal.</b>     | 528,00            | 523,30 | 0,55         | 0,24  | 535,00               | 525,41   | 34,59        | 0,50  |
| <b>Temp agua aliment.</b>    | 217,09            | 205,08 | 1,54         | 0,68  | 222,13               | 207,77   | 56,96        | 0,82  |
| <b>Exceso de aire</b>        | 1,24              | 1,14   | 0,00         | 0,00  | 1,24                 | 1,19     | 0,00         | 0,00  |
| <b>Temp gases salida</b>     | 143,56            | 104,90 | 0,00         | 0,00  | 143,56               | 100,86   | 0,00         | 0,00  |
| <b>Flujo agua reposic.</b>   | 182,00            | 483,00 | 12,64        | 5,56  | 5083,00              | 13169,00 | 339,61       | 4,87  |
| <b>Total</b>                 |                   |        | 30,99        | 13,64 |                      |          | 808,83       | 11,60 |
|                              | Diario Unidad # 4 |        |              |       | Acumulado Unidad # 4 |          |              |       |
|                              |                   |        | Sobreconsumo |       |                      |          | Sobreconsumo |       |
| <b>Sobreconsumos</b>         | Nominal           | Real   | Ton          | g/kWh | Nominal              | Real     | Ton          | g/kWh |
| <b>Vacío</b>                 | 0,0589            | 0,0741 | 9,95         | 3,77  | 0,0678               | 0,0844   | 326,53       | 4,20  |
| <b>Pres. Vapor sobrecal.</b> | 128,00            | 128,00 | 0,00         | 0,00  | 128,00               | 127,45   | 10,73        | 0,14  |
| <b>Temp vapor sobrec.</b>    | 538,00            | 537,50 | 0,11         | 0,04  | 538,00               | 538,47   | 0,00         | 0,00  |
| <b>Temp vapor recal.</b>     | 535,00            | 534,90 | 0,01         | 0,00  | 538,00               | 536,72   | 5,01         | 0,06  |

|                            |        |        |       |      |         |         |        |      |
|----------------------------|--------|--------|-------|------|---------|---------|--------|------|
| <b>Temp agua aliment.</b>  | 231,77 | 227,40 | 0,63  | 0,24 | 240,36  | 237,49  | 12,38  | 0,16 |
| <b>Exceso de aire</b>      | 1,24   | 1,14   | 0,00  | 0,00 | 1,24    | 1,19    | 0,00   | 0,00 |
| <b>Temp gases salida</b>   | 143,56 | 116,20 | 0,00  | 0,00 | 145,73  | 117,45  | 0,00   | 0,00 |
| <b>Flujo agua reposic.</b> | 182,00 | 202,00 | 0,84  | 0,32 | 5086,00 | 6327,00 | 52,12  | 0,67 |
| <b>Total</b>               |        |        | 11,55 | 4,38 |         |         | 406,78 | 5,23 |

A modo de conclusión, se analizan los indicadores con resultados alterados y las causas que lo provocan:

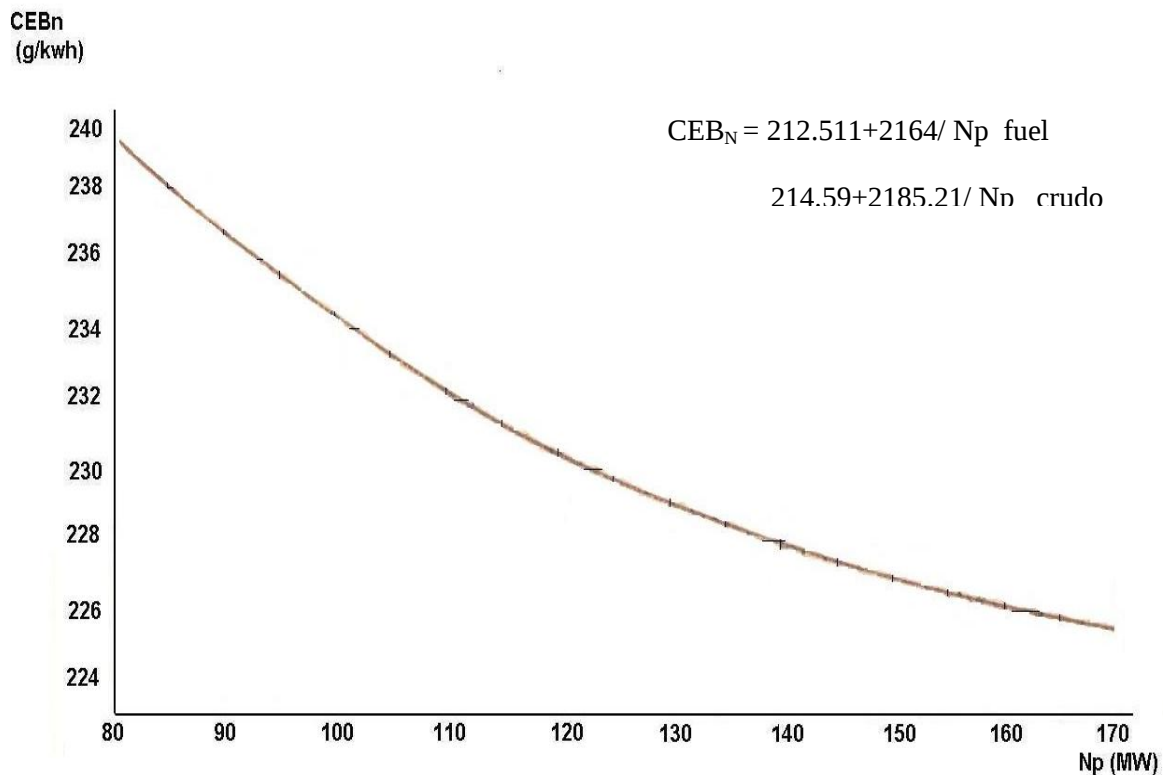
- **Sobreconsumo por bajo vacío:** - Suciedad en ambos condensadores, dado por problemas en los sistemas de limpieza pues estos están fuera de servicio por la no existencia de bolas.
- **Sobreconsumo de agua de reposición:** - En CMC 3 aumenta por trabajar con tubos ponchados en el recalentador, a pesar de ello, la unidad no puede salir del Sistema Energético Nacional por diferentes motivos que se presentan en este.
- **Sobreconsumo por temperatura de agua de alimentar, vapor recalentado y sobrecalentado:** -Por trabajar CMC 3 por debajo de 540 ° C en vapor recalentado y sobrecalentado para la protección del recalentado.

Ante situaciones como estas se procede a la aplicación de medidas correctivas con el objetivo de restablecer los valores normales de trabajo.

### 2.3.3 Análisis crítico del sistema:

Después de haber sido analizada la estructura organizacional y las características técnicas del sistema, las formas de monitoreo y control energético, se procede a realizar el análisis crítico del sistema que en estos momentos está implantado.

A pesar que en la Central Termoeléctrica se encuentra implantado un sistema de monitoreo bastante eficiente, carece de un control de combustible de forma independiente por unidades generadoras para poder determinar el consumo específico de cada unidad por MW generado, por lo que los operadores no pueden actuar sobre ello si éste no se corresponde con la curva normativa de CEB vs. MW como se muestra en el gráfico 2.1, pues este se determina teniendo en cuenta la lectura de nivel del tanque de petróleo, dato que no es fiel porque todas las unidades consumen combustible de un mismo tanque, llevando el control del CEB de forma general en la generación de ambas unidades, lo que trae como consecuencia que los operadores desconozcan si el consumo de combustible en un momento determinado de carga esta se encuentra dentro de los parámetros normativos.



**Gráfico 2.1: Normativa de Consumo Específico Bruto de combustible.**

Otra deficiencia a señalar es que, a pesar de ser conocido por los operadores los equipos de mayor consumo eléctrico por sus características, no llevan el control de ellos, solamente conocen los consumos atendiendo a los modelos de insumo por equipos llevados por los operadores locales como fue explicado anteriormente por lo que no toman acciones correctivas sobre ellos.

Por estas cuestiones se procede a tomar decisiones para el control más exhaustivo de estos indicadores por el personal del departamento de explotación y su acción correctiva de forma inmediata por los operadores de control de unidad que son los que inciden de forma directa en el accionar de todos los equipos de la central, creándose para ellos un programa de mejora de control consumo específico e insumo y modelos en la determinación de los puestos claves así como un plan de acción.

## **2.4 Conclusiones parciales.**

1. Con la aplicación de los diferentes programas computarizados en EXCEL existentes en el Sistema de Monitoreo y Control de la central se muestra de forma rápida y precisa los fundamentales sobreconsumos que afectan la eficiencia de los bloques generadores y los incumplimientos de las diferentes normas de consumo por lo que conlleva al deterioro del medio ambiente por temperaturas y vapores afectando al hombre.
2. El Sistema de Monitoreo que actualmente se aplica presenta insuficiencias por no contemplar el control de combustible de forma independiente por unidades generadoras y así determinar el consumo específico de cada unidad.
3. No es posible tomar decisiones por parte del personal de operaciones ante un posible sobreconsumo de combustible en el proceso de generación en cada unidad.
4. El personal de operaciones conocen los equipos de mayor consumo por sus características, pero no porque se establece control alguno a tales efectos.



## Capítulo 3

---

### **Prueba de necesidad y propuestas de mejoras al sistema de monitoreo y control**

#### **3.1 Caracterización energética de la CTE. Prueba de Necesidad.**

Se realizará el estudio de cómo explotar el recurso eficiencia energética en la empresa, fundamentalmente mediante la realización de diagnósticos para detectar las fuentes y niveles de pérdidas y posteriormente definir medidas o proyectos de ahorro para la conservación energética.

Lo más importante para lograr la eficiencia energética en la empresa, no es sólo que existan medidas de ahorro de energía, sino contar con un sistema de gestión energética que garantice que este plan sea renovado cada vez que sea necesario, que involucre a todos, que eleve cada vez más la capacidad de los trabajadores y directivos para generar y alcanzar nuevas metas en este campo, que desarrolle nuevos hábitos de producción y consumos en función de la eficiencia, que consolide hábitos de control y autocontrol, y en general, que integre las acciones al proceso productivo o de servicios que se realiza.

La Prueba de Necesidad constituye el primer paso para implantar un sistema de gestión total por la eficiencia energética en la empresa. De los resultados de esta prueba depende que los especialistas y la alta dirección, decidan, con elementos técnicos y económicos, continuar con la implantación y dedicar recursos materiales y humanos a esta actividad.

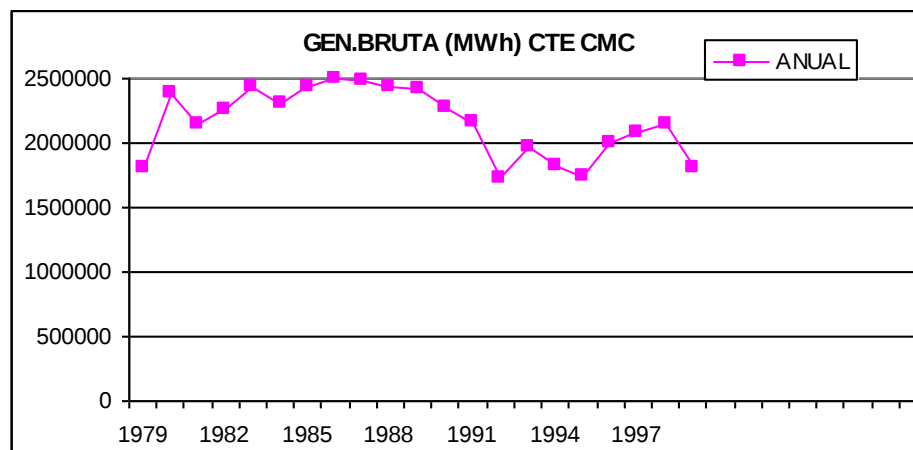
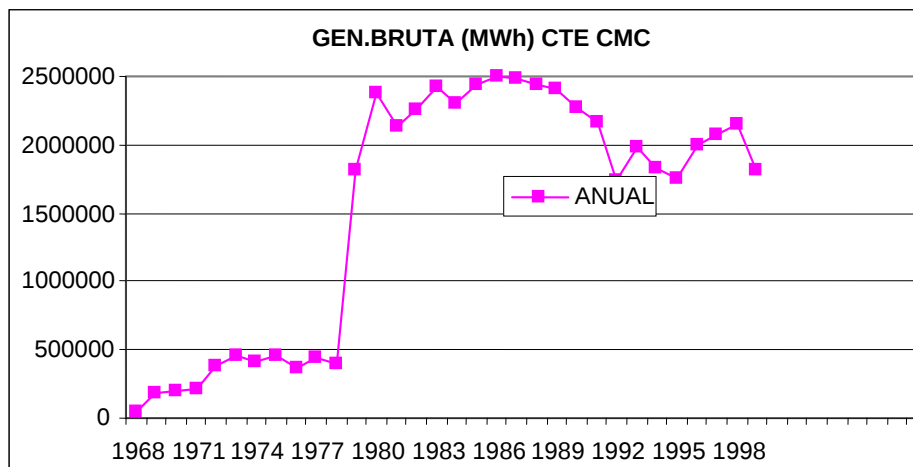
La Prueba de Necesidad en sí, constituye un resultado importante, al caracterizar e identificar los principales problemas energéticos de la empresa en el ámbito general.

A continuación se presenta la secuencia de la tecnología aplicada.

Las figuras siguientes muestran a continuación el comportamiento de la generación en el período comprendido entre el año 1968 y 1999 y la relación entre Generación- Consumo Específico – Factor de Potencia Disponible de la empresa en el período 2002- 2008.

**Tabla No. 3.1: Históricos de generación años 1968-1999.**

|                 |          |         |         |         |         |         |         |
|-----------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Años            | 1968     | 1969    | 1970    | 1971    | 1972    | 1973    |         |
| Generación(MWh) | 41113,40 | 183659  | 193114  | 214810  | 373512  | 457034  |         |
|                 |          |         |         |         |         |         |         |
| Años            | 1974     | 1975    | 1976    | 1977    | 1978    | 1979    | 1980    |
| Generación(MWh) | 408502   | 460905  | 365112  | 435884  | 395983  | 1810559 | 2381668 |
|                 |          |         |         |         |         |         |         |
| Años            | 1981     | 1982    | 1983    | 1984    | 1985    | 1986    | 1987    |
| Generación(MWh) | 2141329  | 2255881 | 2427675 | 2300298 | 2439690 | 2498476 | 2490801 |
|                 |          |         |         |         |         |         |         |
| Años            | 1988     | 1989    | 1990    | 1991    | 1992    | 1993    | 1994    |
| Generación(MWh) | 2440575  | 2412948 | 2268907 | 2167939 | 1733709 | 1974917 | 1828083 |
|                 |          |         |         |         |         |         |         |
| Años            | 1995     | 1996    | 1997    | 1998    | 1999    |         |         |
| Generación(MWh) | 1749631  | 2003366 | 2077660 | 2145332 | 1808070 |         |         |

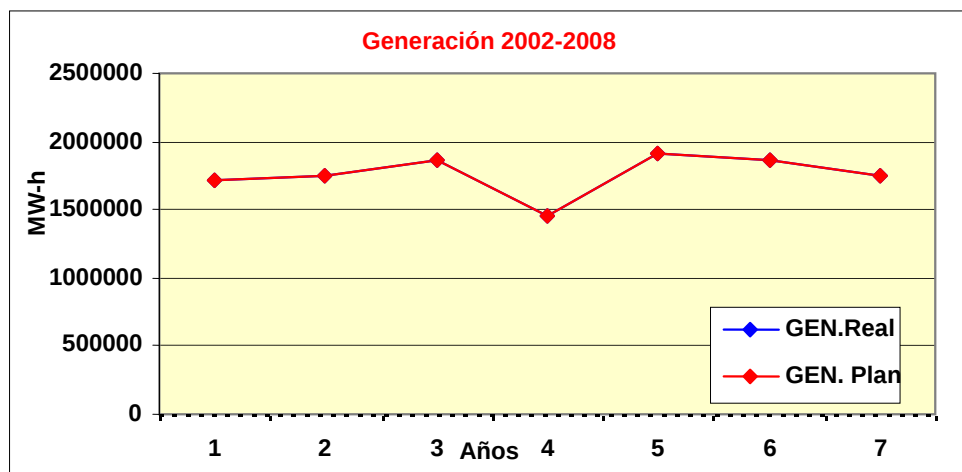


**Gráfico 3.1 y 3.2 Comportamiento histórico de generación.**

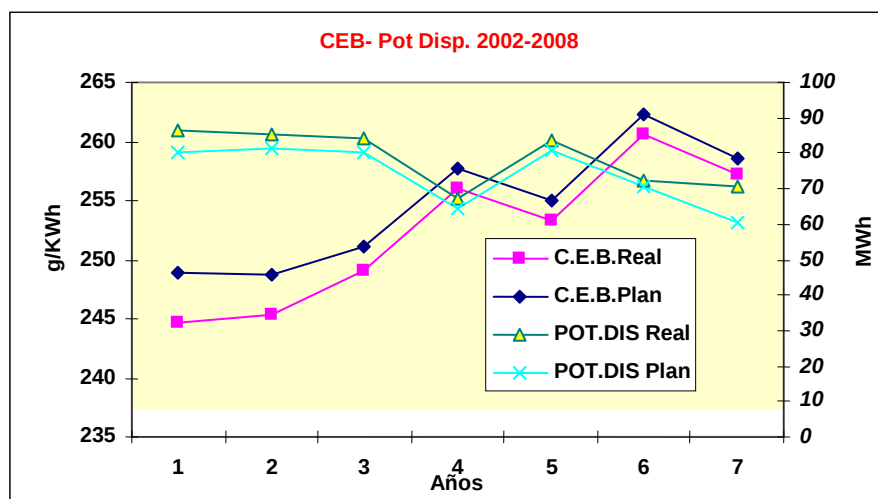
En los gráficos anteriores se observa que el comportamiento histórico de la generación en la Central Termoeléctrica se ha mantenido de forma estable y a partir del año 1977 tuvo un crecimiento en la generación por la entrada en servicio de las unidades japonesas de 158 MW provocando un salto notable en el aporte al Sistema Electroenergético Nacional.

**Tabla 3.2 Comportamiento Gen- CE- FPD**

| Año      | GEN.Real | GEN. Plan | C.E.B.Real | C.E.B.Plan | POT.DIS | POT.DIS |
|----------|----------|-----------|------------|------------|---------|---------|
| 2002     | 1709883  | 1709883   | 244,66     | 248,92     | 86,53   | 80,12   |
| 2003     | 1751180  | 1751180   | 245,4      | 248,77     | 85,29   | 81,23   |
| 2004     | 1858378  | 1858378   | 249,04     | 251,09     | 83,94   | 80,46   |
| 2005     | 1452840  | 1452840   | 256,02     | 257,63     | 67,15   | 64,43   |
| 2006     | 1908344  | 1908344   | 253,37     | 254,96     | 83,62   | 80,55   |
| 2007     | 1857364  | 1857364   | 260,66     | 262,26     | 72,31   | 70,38   |
| 2008     | 1747168  | 1747168   | 257,19     | 258,62     | 70,5    | 60,65   |
| mínimo   | 1452840  | 1452840   | 244,66     | 248,77     | 67,15   | 64,43   |
| máximo   | 1908344  | 1908344   | 260,66     | 262,26     | 86,53   | 81,23   |
| Promedio | 1755022  | 1755022   | 252,33     | 254,61     | 78,48   | 73,97   |



**Gráfico 3.3: Generación 2002- 2008**



**Gráfico 3.4: Consumo Específico – Potencia Disponible**

De la tabla anterior se presenta el comportamiento durante 8 años de su explotación (período 2002-2008), de los indicadores anuales fundamentales de las unidades: generación anual, consumo específico de combustible bruto y factor de disponibilidad. Las figuras 3.3 y 3.4 muestran la misma información, pero de forma gráfica .

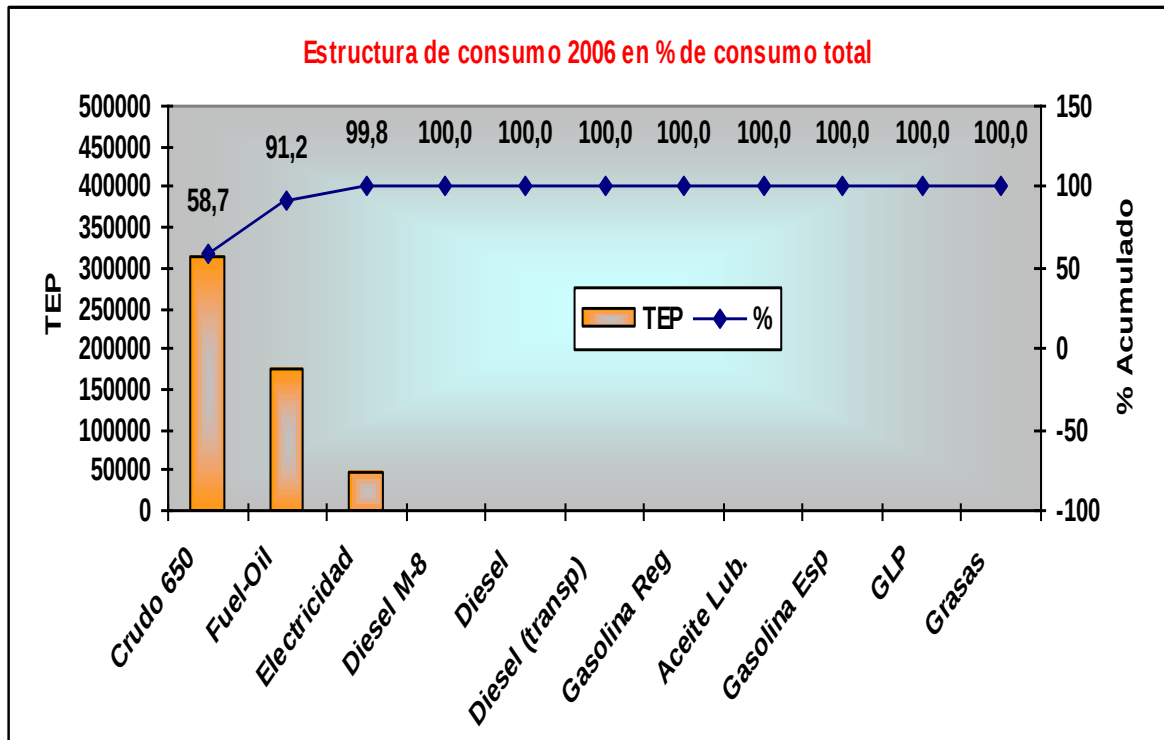
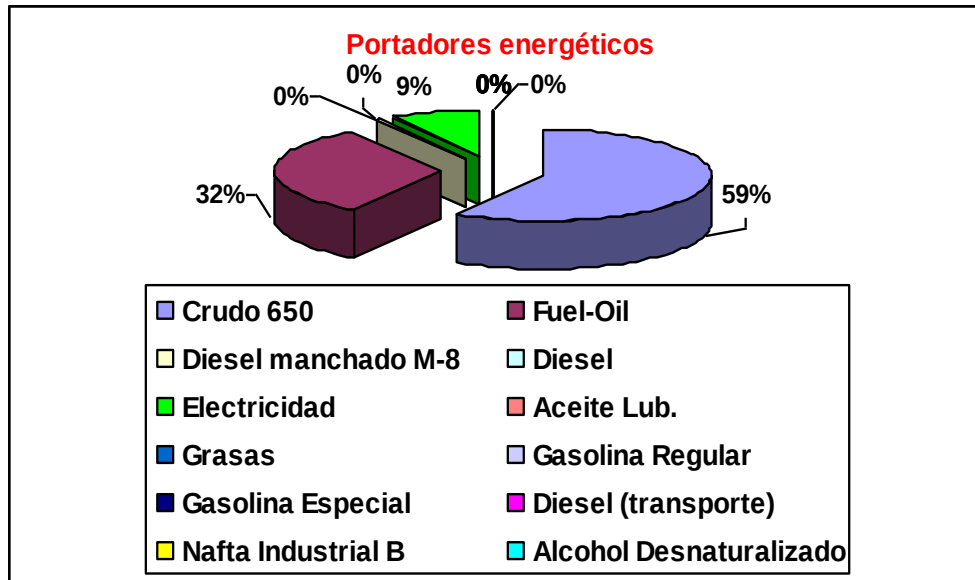
De ellos se puede deducir que durante el período 2002–2008 el comportamiento de la relación entre generación- consumo específico y potencia disponible se ha mantenido de forma estable por lo que demuestra una estrecha correlación entre los indicadores. Una reducción del consumo específico y un aumento de la disponibilidad respecto al plan.

### 3.1.2 Estructura de Consumo de Portadores Energéticos de la Empresa.

En la siguiente tabla se relacionan los portadores utilizados en esta empresa y a continuación la representación gráfica que informa sobre los de mayor consumo.

**Tabla No.3.3: Estructura de Consumo Portadores Energéticos**

| Nº    | Portador        | U.M. | Consumo   | F.Conver. | TEP       | %      | %      |
|-------|-----------------|------|-----------|-----------|-----------|--------|--------|
| 1     | Crudo 650       | T    | 318121,95 | 0,9903    | 315036,17 | 58,684 | 58,68  |
| 2     | Fuel-Oil        | T    | 176151,47 | 0,9903    | 174442,80 | 32,495 | 91,18  |
| 3     | Electricidad    | MWh  | 124061,28 | 0,37461   | 46474,60  | 8,6571 | 99,84  |
| 4     | Diesel M-8      | T    | 653,78    | 1,0534    | 688,69    | 0,1283 | 99,96  |
| 5     | Diesel          | T    | 76,36     | 1,0534    | 80,44     | 0,015  | 99,98  |
| 6     | Diesel (transp) | T    | 63,30     | 1,0534    | 66,68     | 0,0124 | 99,99  |
| 7     | Gasolina Reg    | T    | 17,26     | 1,3541    | 23,37     | 0,0044 | 100,00 |
| 8     | Aceite Lub.     | T    | 13,22     | 1         | 13,22     | 0,0025 | 100,00 |
| 9     | Gasolina Esp    | T    | 6,17      | 1,35759   | 8,38      | 0,0016 | 100,00 |
| 10    | GLP             | T    | 1,22      | 1,1631    | 1,41      | 0,0003 | 100,00 |
| 11    | Grasas          | T    | 0,36      | 1         | 0,36      | 7E-05  | 100    |
| Total |                 |      |           |           | 536836,12 | 100    |        |



**Grafico 3.5. Portadores energéticos. Empresa Termoeléctrica**

El diagrama de Pareto es un gráfico especializado en barras que representa la información en orden descendente desde la categoría mayor a la más pequeña en unidades de por ciento.

Este diagrama es muy útil para aplicar la Ley de Pareto o Ley 80-20, que identifica el 20 % de las causas que provocan el 80 %.

Para la realización de las estructuras de consumo se recopilaron todos los consumos de los mismos en toneladas equivalentes de petróleo. (TEP)

Como queda demostrado, el crudo y el fuel oil representan más del 90 % de todos los portadores energéticos por ser ellos los de mayor consumo, siendo así que se decide concentrar el trabajo sobre estos portadores.

### 3.1.3 Estratificación de los portadores energéticos.

#### Estratificación de los portadores energéticos en cuanto a gastos en TEP.

Para conocer la influencia de cada portador energético en cuanto al consumo, se realiza una estratificación de ellos y así poder determinar cuál o cuáles de estos superan el 80 %, y sobre la base de estos resultados tomar las medidas pertinentes para disminuir estos consumos.

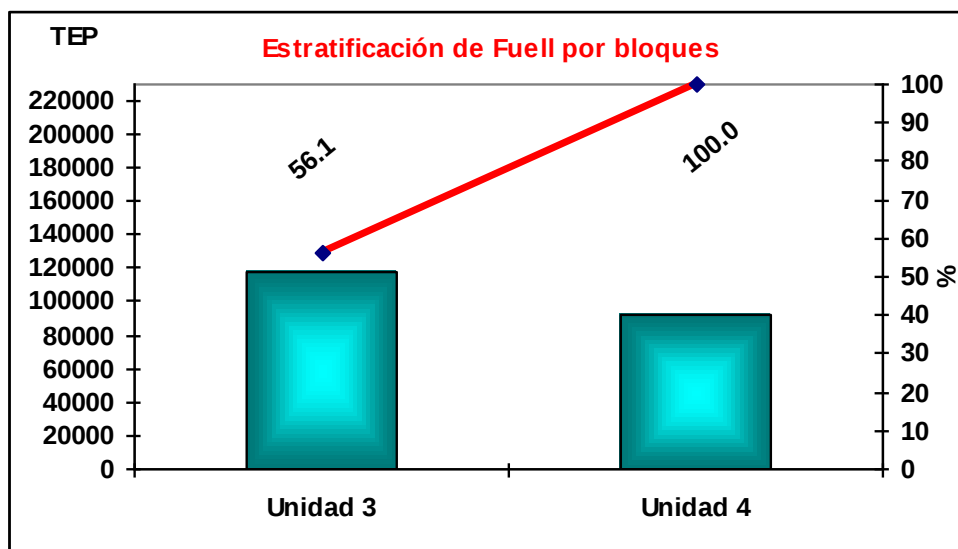
**Tabla No.3.3: Estratificación de Portadores Energéticos.**

#### Fuell- Oil

| Unidad   | TEP       | %     | % Acum |
|----------|-----------|-------|--------|
| Unidad 3 | 117064.21 | 56.13 | 56.13  |
| Unidad 4 | 91489.81  | 43.87 | 100.00 |
| Total    | 208554.02 |       |        |

#### Crudo 650

| Unidad   | TEP       | %     | % Acum |
|----------|-----------|-------|--------|
| Unidad 3 | 122068,3  | 55,78 | 55,78  |
| Unidad 4 | 96751,99  | 44,22 | 100,00 |
| Total    | 218820,29 |       |        |



**Gráfico 3.6 Estratificación de fuel**

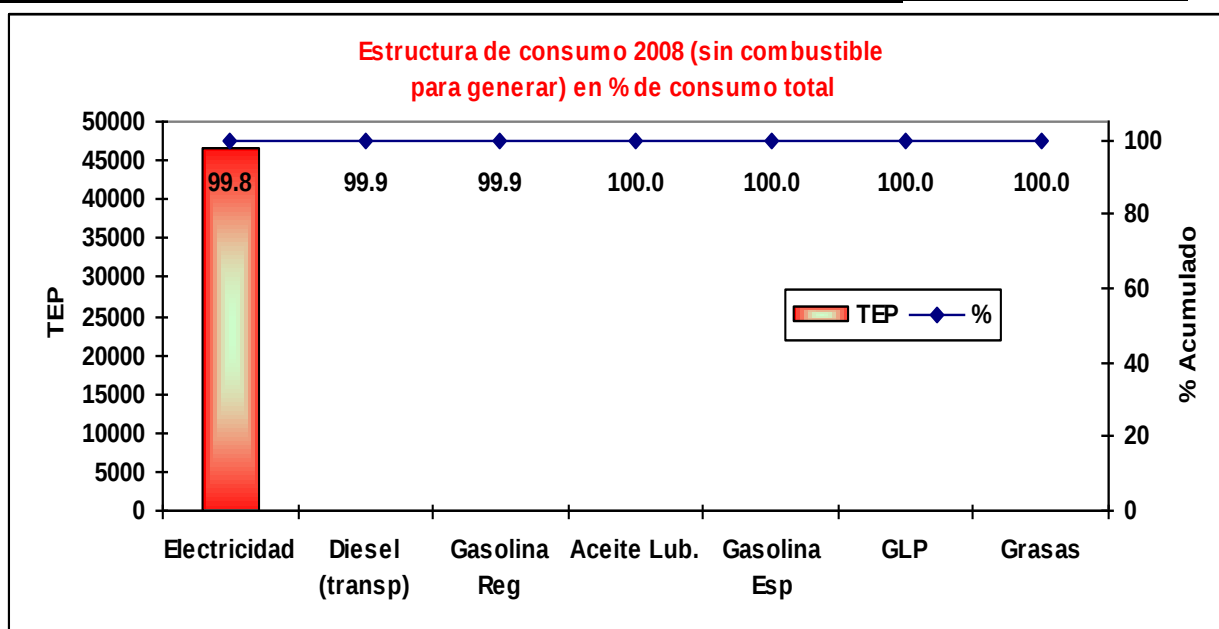
Al realizar el análisis de los gráficos anteriores podemos concluir que el mayor consumidor de fuel es la unidad generadora 3, esto depende de la carga que demanda el despacho nacional según necesidades del SEN, al igual que el consumo de crudo.

### 3.1.4 Estructura de consumo de portadores que no son para generar.

A continuación en la tabla 3.4 se realizará un estudio de los portadores que no son para generar.

**Tabla No.3.4 : Estructura de consumo 2008(sin combustible para generar) en % de consumo total.**

| Nº    | Portador         | U.M. | Consumo   | F.Conver. | TEP      | %      | % Trans. |
|-------|------------------|------|-----------|-----------|----------|--------|----------|
| 1     | Electricidad     | MWh  | 124061,28 | 0,37461   | 46474,60 | 99,757 | 99,76    |
| 2     | Diesel (Transp.) | T    | 63,30     | 1,0534    | 66,68    | 0,1431 | 99,90    |
| 3     | Gasolina Reg     | T    | 17,26     | 1,3541    | 23,37    | 0,0502 | 99,95    |
| 4     | Aceite Lub.      | T    | 13,22     | 1         | 13,22    | 0,0284 | 99,98    |
| 5     | Gasolina Esp     | T    | 6,17      | 1,35759   | 8,38     | 0,018  | 100,00   |
| 6     | GLP              | T    | 1,22      | 1,1631    | 1,41     | 0,003  | 100,00   |
| 7     | Grasas           | T    | 0,36      | 1         | 0,36     | 0,0008 | 100,00   |
| Total |                  |      |           |           | 46588,02 | 100    |          |



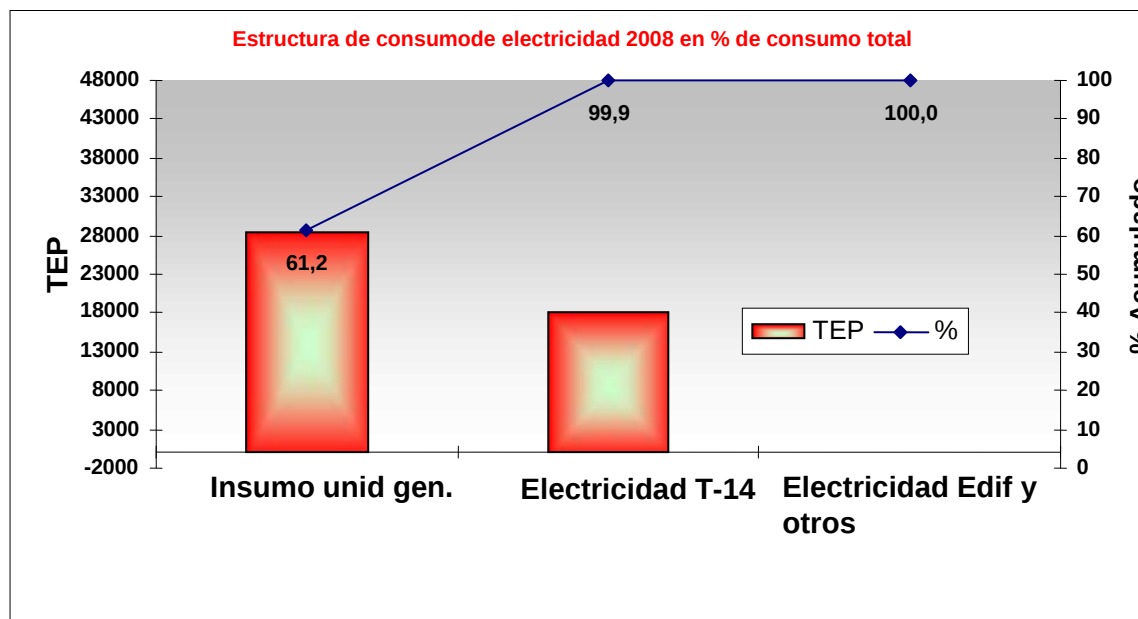
**Gráfico 3.7 Estructura del consumo 2 008.**

De ellos se concluye que el de mayor incidencia es la electricidad y para ello se realiza la estratificación por consumidores.

**Tabla No.3.5: Estructura de consumo de electricidad 2008 en % del consumo total.**

| Nº    | Portador Electricidad     | U.M. | Consumo  | F.Conver. | TEP      | %      | % Acum. |
|-------|---------------------------|------|----------|-----------|----------|--------|---------|
| 1     | Insumo unidad gen.        | MWh  | 75980,98 | 0,37461   | 28463,23 | 61,245 | 61,24   |
| 2     | Electricidad T-14 *       | MWh  | 47985,50 | 0,37461   | 17975,85 | 38,679 | 99,92   |
| 3     | Electricidad Edif y otros | MWh  | 94,80    | 0,37461   | 35,51    | 0,0764 | 100,00  |
| Total |                           |      |          |           | 46474,60 | 100    |         |

\* T-14: Transformador de reserva de arranque unidades 3 y 4.

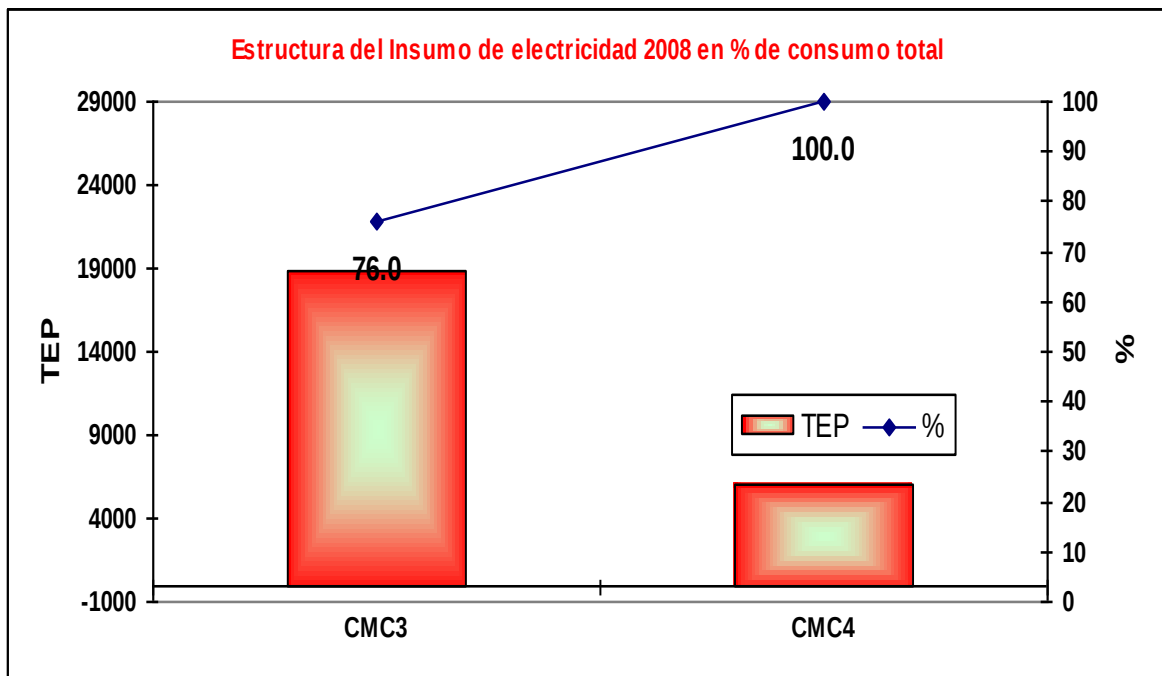


**Gráfico 3.8 Estructura de consumo de electricidad 2008.**

El mayor consumidor es el insumo de las unidades y el T-14 aumenta por salida de los transformadores de uso de planta de la unidad de CMC 4.

**Tabla No.3.6: Estructura de consumo de electricidad 2008 en % del consumo total por Unidades**

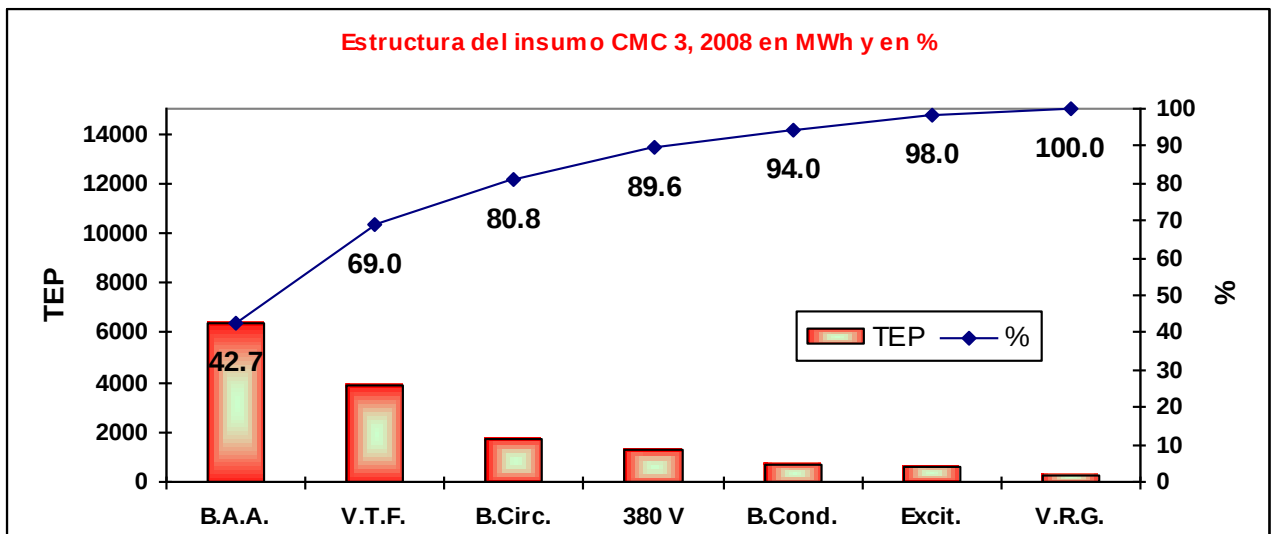
| Nº    | Área | U.M. | Consumo  | F.Conver. | TEP      | %     | % Acum. |
|-------|------|------|----------|-----------|----------|-------|---------|
| 1     | CMC3 | MWh  | 50440.47 | 0.37461   | 18895.50 | 75.96 | 75.96   |
| 2     | CMC4 | MWh  | 15963.21 | 0.37461   | 5979.98  | 24.04 | 100.00  |
| Total |      |      |          |           | 24875.48 | 100   |         |



**Gráfico 3.9 Estructura del insumo de electricidad.**

**Tabla No. 3.7: Estructura del insumo eléctrico de CMC 3 año 2008 en MWh y en %**

| Nº    | Equipos | U.M. | Consumo  | F.Conver. | TEP      | %    | % Acum. |
|-------|---------|------|----------|-----------|----------|------|---------|
| 1     | B.A.A.  | MWh  | 16976,20 | 0,37461   | 6359,45  | 42,7 | 42,7    |
| 2     | V.T.F.  | MWh  | 10440,83 | 0,37461   | 3911,24  | 26,3 | 69,0    |
| 3     | B.Circ. | MWh  | 4707,76  | 0,37461   | 1763,57  | 11,8 | 80,8    |
| 4     | 380 V   | MWh  | 3498,82  | 0,37461   | 1310,69  | 8,8  | 89,6    |
| 5     | B.Cond. | MWh  | 1749,56  | 0,37461   | 655,40   | 4,4  | 94,0    |
| 6     | Excit.  | MWh  | 1601,52  | 0,37461   | 599,95   | 4,0  | 98,0    |
| 7     | V.R.G.  | MWh  | 787,71   | 0,37461   | 295,08   | 2,0  | 100,0   |
| Total |         |      |          |           | 14895,39 | 100  |         |



**Gráfico 3.10 Estratificación de la estructura del insumo en CMC 3.**

**Leyenda:**

B.A.A: Bomba de Agua de Alimentar.

V.T.F: Ventilador de tiro Forzado.

B.C: Bomba de Circulación.

B. Cond: Bomba de Condensado.

Excit: Excitación.

V.R.G: Ventilador Recirculador de Gases.

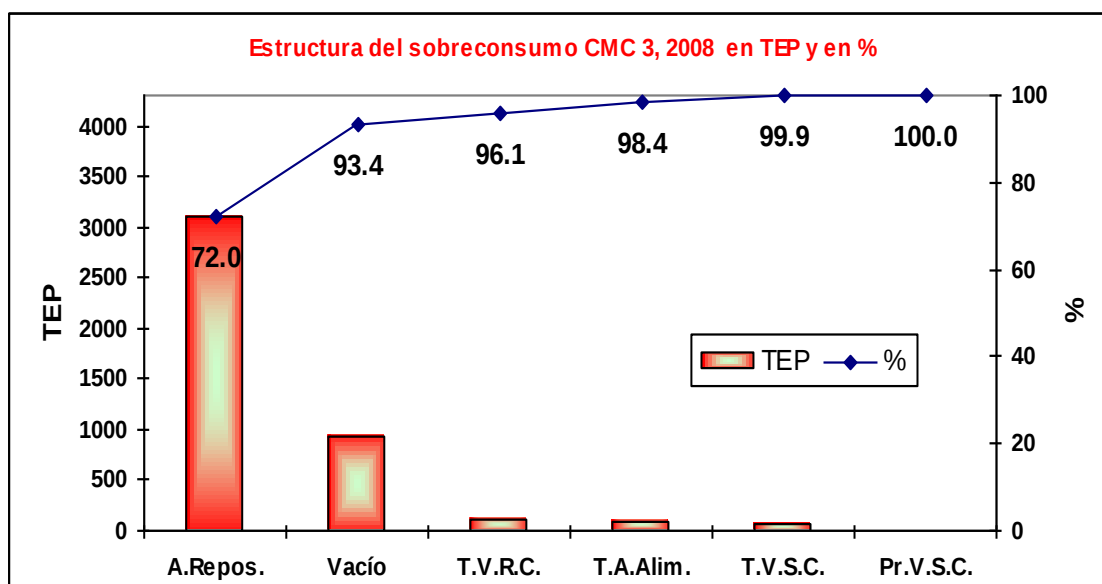
380 V: Sala de equipos de 380 V.

De los gráficos anteriores se determina que el de mayor consumo de insumo por unidades es el bloque No 3 y de este los equipos que más consumen son las Bombas de agua de alimentar, (BAA), los Ventiladores de tiro forzado (VTF) y las Bombas de circulación (BC) ), determinado por diferentes causas como, ponchadura en algún Calentador, por alta presión en el horno y tubos ponchados en el sobrecalentador y recalentador, así como el personal que influye en ellos.

| PORTADOR:                     | ELECTRICIDAD                            |                   |
|-------------------------------|-----------------------------------------|-------------------|
| Puestos claves                | Jefes y operarios                       | Índice de Consumo |
| Bombas de Agua de Alimentar   | 4 J' Turno, 4 J' Bloque<br>8 Operadores | Factor de Insumo  |
| Ventiladores de Tiro Forzado  | 4 J' Turno, 4 J' Bloque<br>8 Operadores | Factor de Insumo  |
| Bombas de Agua de Circulación | 4 J' Turno, 4 J' Bloque<br>8 Operadores | Factor de Insumo  |
|                               |                                         |                   |

**Tabla No.3.8: Estructura del sobreconsumo de CMC 3 año 2008 en Ton y en %**

| Nº           | Punto Clave | U.M. | Sobrecons. | F.Conver. | TEP     | %    | % Acum. |
|--------------|-------------|------|------------|-----------|---------|------|---------|
| 1            | A.Repos.    | T    | 3143,68    | 0,9903    | 3113,19 | 72,0 | 72,0    |
| 2            | Vacío       | T    | 932,62     | 0,9903    | 923,57  | 21,4 | 93,4    |
| 3            | T.V.R.C.    | T    | 119,46     | 0,9903    | 118,30  | 2,7  | 96,1    |
| 4            | T.A.Alim.   | T    | 99,07      | 0,9903    | 98,11   | 2,3  | 98,4    |
| 5            | T.V.S.C.    | T    | 65,15      | 0,9903    | 64,52   | 1,5  | 99,9    |
| 6            | Pr.V.S.C.   | T    | 4,81       | 0,9903    | 4,76    | 0,1  | 100,0   |
| <b>Total</b> |             |      |            |           | 4322,45 | 100  |         |



**Gráfico 3.11 Estructura de sobreconsumos.**

**Leyenda:**

T.V.R.C: Temperatura de Vapor Recalentado.

T.A.A: Temperatura de Agua de Alimentar.

T.V.S.C: Temperatura de Vapor Sobrecalentado.

P.V.S.C: Presión de Vapor Sobrecalentado.

Analizando el gráfico anterior se determina que los puntos claves en las unidades generadoras (en este caso la unidad 3) es el Sistema de agua de reposición y el Sistema de vacío del condensador donde se pueden tomar medidas para eliminar estos defectos, por ejemplo control del agua de reposición, control de los sistema de limpieza continúa de los condensadores y su hermeticidad por el persona que influye sobre ellos.

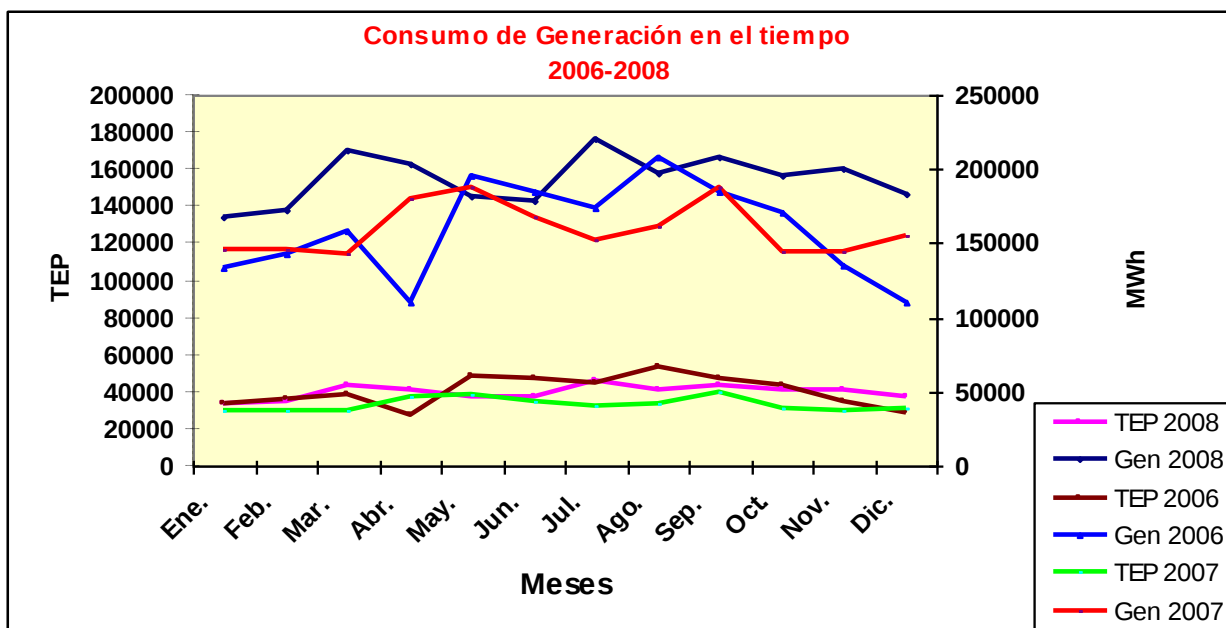
| Puestos claves                   | Jefes y operarios                        | Índice de Consumo     |
|----------------------------------|------------------------------------------|-----------------------|
| Caldera                          | 4 J' Turno, 4 J' Bloque<br>12 Operadores | Sobreconsumos en Ton. |
| Sistema de Vacío del Condensador | 4 J' Turno, 4 J' Bloque<br>8 Operadores  | Sobreconsumos en Ton. |

### 3.1.5 Gráficos de Consumo – Producción:

A continuación se presentan una serie de gráficos de control, en los que se demuestra el comportamiento energético de la empresa durante estos tres años

**Tabla No. 3.9 Estructura de Consumo –Producción en el período 2 006- 2008.**

| AÑO2006 |          |        | AÑO2007  |        | AÑO 008  |        |
|---------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| Mes     | TEP      | MWh    | TEP      | MWh    | TEP      | MWh    |
| Ene.    | 33944,07 | 133916 | 37514,63 | 145539 | 33757,77 | 134727 |
| Feb.    | 35934,36 | 143372 | 37018    | 145669 | 34594,82 | 137832 |
| Mar.    | 39025,02 | 157936 | 37353,07 | 142304 | 42881    | 170765 |
| Abr.    | 27310,19 | 110423 | 46463,36 | 180013 | 41403,52 | 163354 |
| May.    | 48729,63 | 195278 | 48370,68 | 188000 | 37066,48 | 145422 |
| Jun.    | 47106,3  | 185319 | 44008,22 | 167735 | 37090,66 | 142718 |
| Jul.    | 44743,17 | 173764 | 40517,54 | 152866 | 45529,54 | 175875 |
| Ago.    | 53461,82 | 207862 | 42515,2  | 161563 | 40860,98 | 158095 |
| Sep.    | 47224,3  | 184970 | 49439,15 | 187940 | 42886,55 | 166600 |
| Oct.    | 43667,27 | 171085 | 38967,89 | 144881 | 40909,12 | 156765 |
| Nov.    | 34240,39 | 134340 | 37762,65 | 144515 | 41120,25 | 160586 |
| Dic.    | 28123,72 | 110079 | 39217,25 | 155696 | 37180,95 | 146120 |



**Grafico 3.12 Consumo –generación en el tiempo**

El gráfico 3.12 muestra la variación simultánea del consumo energético con la producción realizada en el tiempo, esta es una de las herramientas dentro de la prueba de necesidad que más información nos brinda, ya que a través del mismo se muestran períodos en que se producen comportamientos anormales de la variación del consumo energético con respecto a la variación de la producción, aunque en estos casos la relación es bastante pareja. Para comprender un poco más este gráfico es necesario saber que generalmente debe ocurrir que un incremento de la producción da lugar a un incremento del consumo de energía asociada al proceso y viceversa. Comportamientos anómalos que se pueden apreciar.

- ❖ Incremento de la producción y decrece el consumo de energía.
- ❖ Decrece la producción y se incrementa el consumo de energía.

Como se muestra en los gráficos anteriores el comportamiento de la producción y consumo de combustible en el período 2006-2008 es considerado como positivo.

En las siguientes figuras se relacionan el comportamiento de la energía contra la producción en un gráfico de correlación durante los períodos anteriores.

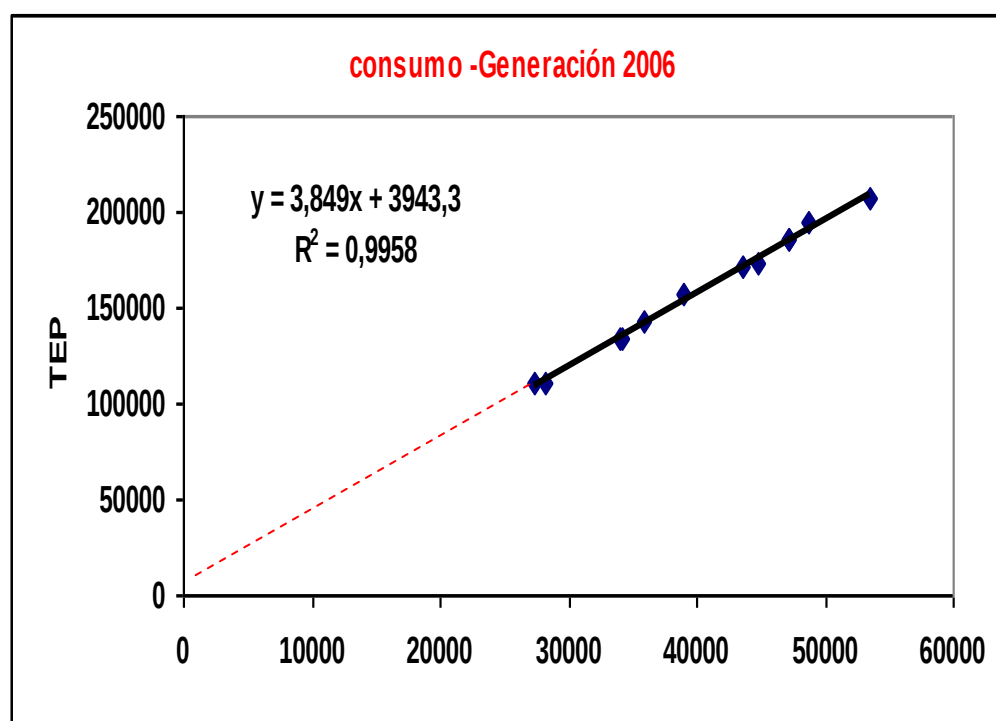
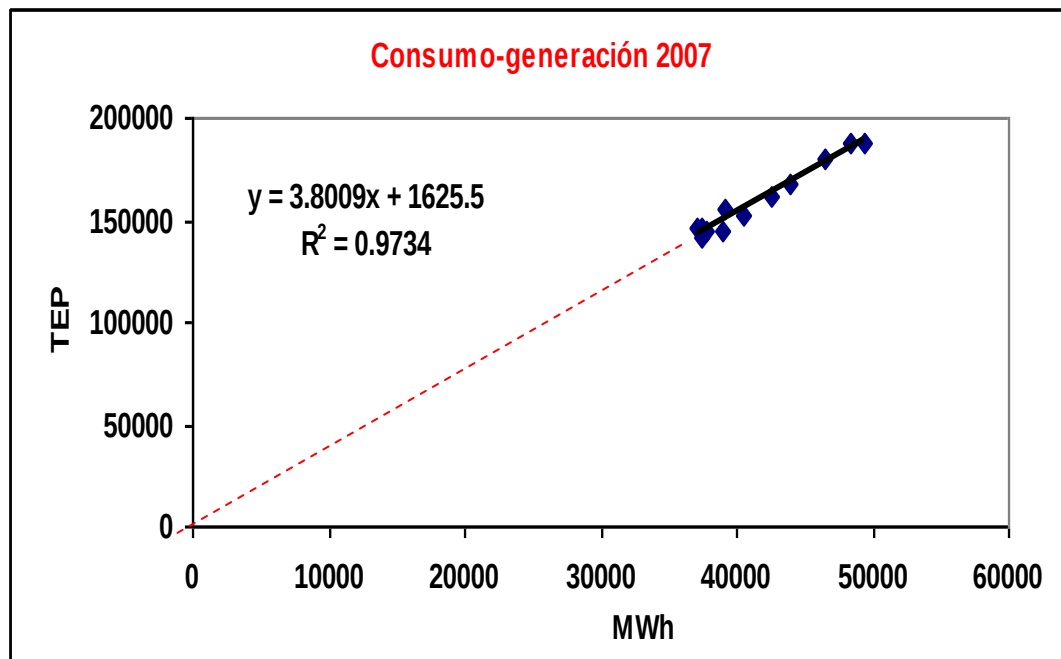
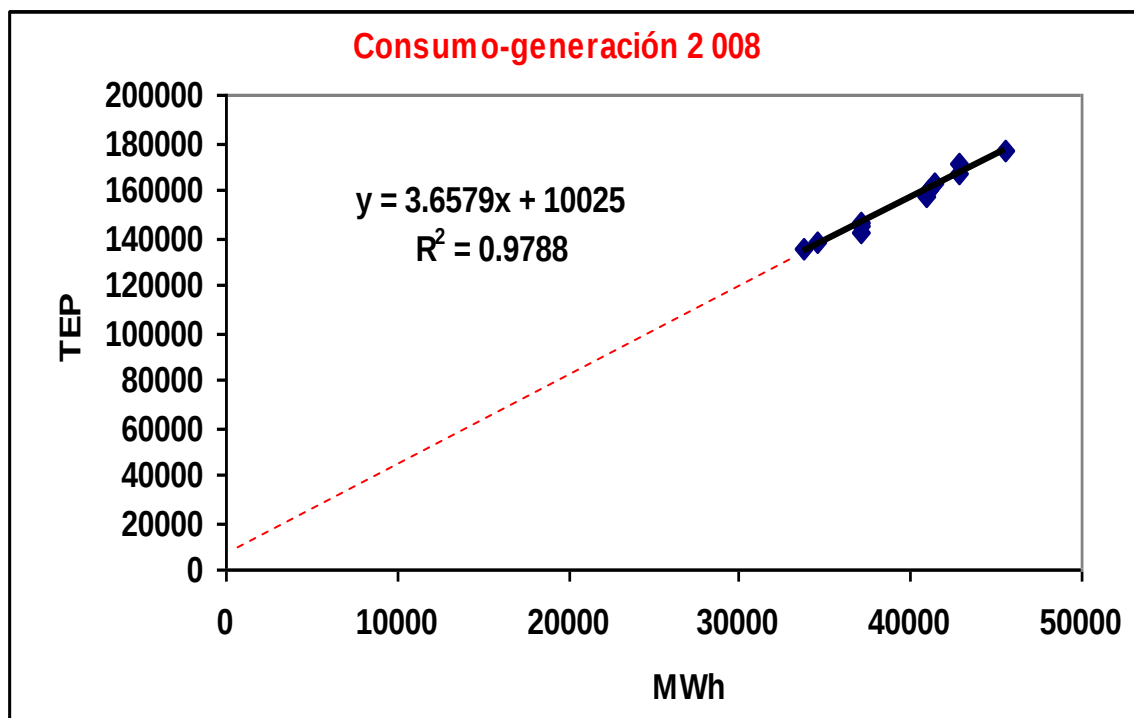


Grafico 3.13 Consumo en el año 2006.



**Grafico 3.14 Consumo en el año 2007.**



**Grafico 3.15 Consumo en el año 2008.**

#### **Análisis del comportamiento de los gráficos de correlación – dispersión.**

El gráfico de dispersión y correlación muestra la relación entre dos parámetros. Su objetivo es mostrar en un gráfico x, y si existe correlación entre dos elementos y en caso de que exista qué comportamiento tienen estos.

Para la empresa utilizar el diagrama de dispersión de la energía usada con respecto a la producción realizada revela importante información sobre el proceso.

En los gráficos 3.13, 3.14, 3.15 muestran las ecuaciones obtenidas y sus valores de correlación  $R^2$  donde se observan en ellos que los grados de correlación son excelentes pues tienen una  $R^2$  mayor que 0.75, por lo que hay que tratar que se mantengan o sean superados.

Este tipo de gráfico muestra el valor de la energía no asociada a la producción entre las cuales podemos mencionar:

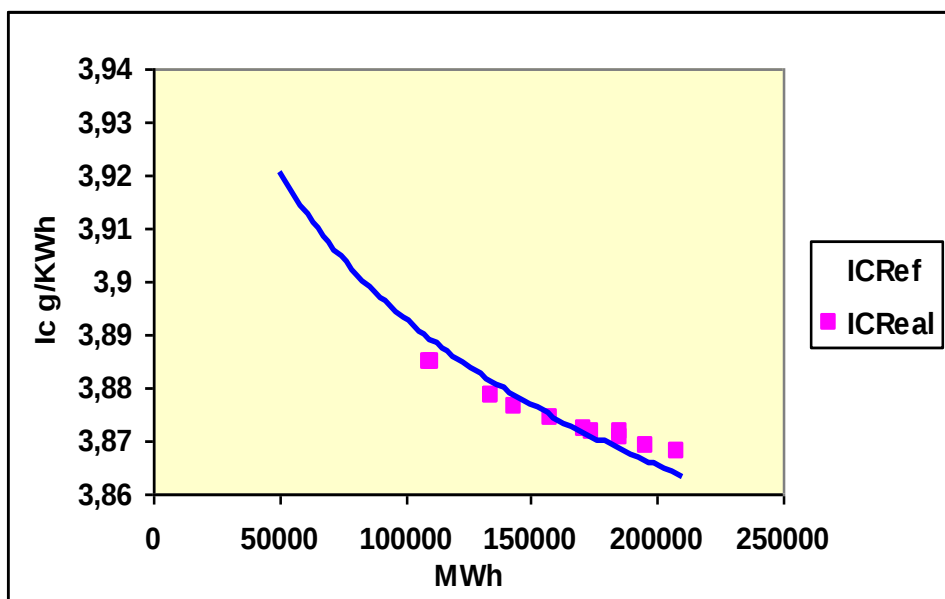
- Consumo durante el proceso de arranque de las unidades.

### 3.1.6 Gráficos de Índice de Consumo ( Ic ) vs Producción.

Este diagrama se realiza después de haber obtenido el gráfico de energía vs. Producción ( E vs. P) y la ecuación  $E = mP + E_0$ , con un nivel de correlación significativo (  $R^2 > 0.75$ )

**Tabla No.3.9: Comportamiento del Ic de referencia y Real para el año 2006.**

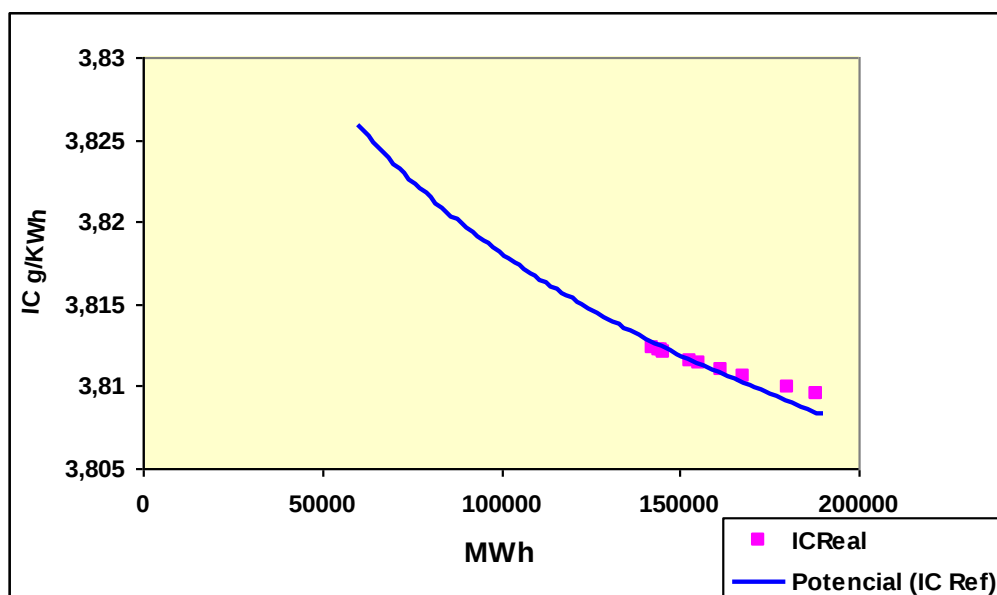
| Mes  | MW/hrs | Ic Real    | Prod   | IC         |
|------|--------|------------|--------|------------|
| Ene. | 133916 | 3,87844607 | 50000  | 3,927866   |
| Feb. | 143372 | 3,87650398 | 100000 | 3,888433   |
| Mar. | 157936 | 3,87396771 | 110000 | 3,88484818 |
| Abr. | 110423 | 3,88471086 | 120000 | 3,88186083 |
| May. | 195278 | 3,86919326 | 130000 | 3,87933308 |
| Jun. | 185319 | 3,87169342 | 140000 | 3,87716643 |
| Jul. | 173764 | 3,87169342 | 150000 | 3,87528867 |
| Ago. | 207862 | 3,86797076 | 170000 | 3,87219588 |
| Sep. | 184970 | 3,87031859 | 180000 | 3,87090722 |
| Oct. | 171085 | 3,87204878 | 190000 | 3,86975421 |
| Nov. | 134340 | 3,87835313 | 200000 | 3,8687165  |
| Dic. | 110079 | 3,88482245 | 210000 | 3,86777762 |



**Gráfico 3.16 Análisis de comportamiento del Ic de referencia y Real para el año 2006.**

**Tabla No. 3.10: Comportamiento del Ic de referencia y Real para el año 2007.**

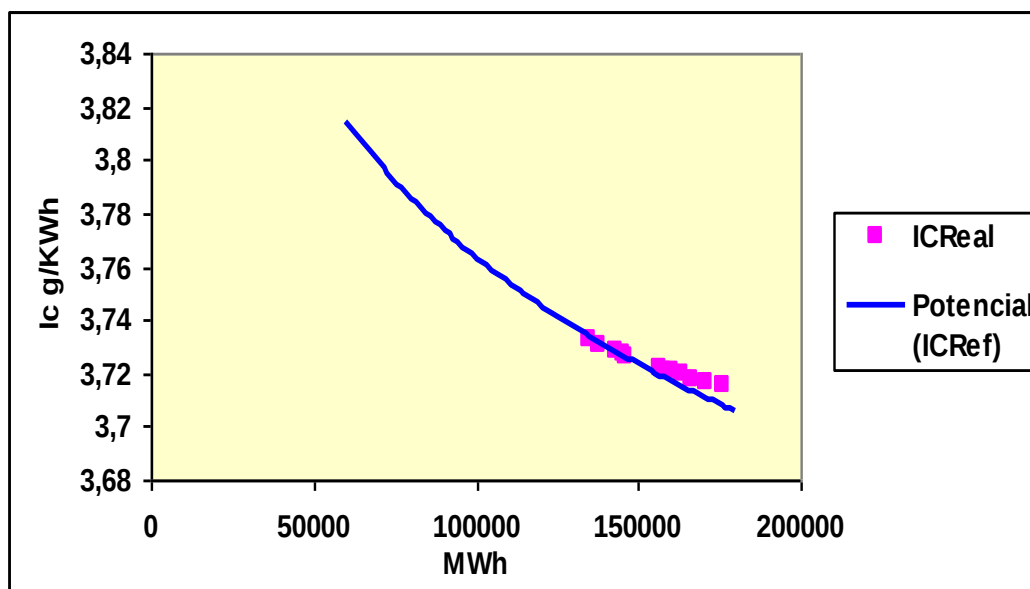
| Mes  | MW/hrs | Ic Real    | Prod   | IC         |
|------|--------|------------|--------|------------|
| Ene. | 145539 | 3,81206883 | 60000  | 3,82799167 |
| Feb. | 145669 | 3,81205886 | 90000  | 3,81896111 |
| Mar. | 142304 | 3,81232273 | 100000 | 3,817155   |
| Abr. | 180013 | 3,8099299  | 110000 | 3,81567727 |
| May. | 188000 | 3,80954628 | 120000 | 3,81444583 |
| Jun. | 167735 | 3,81059088 | 130000 | 3,81340385 |
| Jul. | 152866 | 3,8115335  | 140000 | 3,81251071 |
| Ago. | 161563 | 3,81096109 | 150000 | 3,81173667 |
| Sep. | 187940 | 3,80954904 | 160000 | 3,81105938 |
| Oct. | 144881 | 3,81211955 | 170000 | 3,81046176 |
| Nov. | 144515 | 3,81214797 | 180000 | 3,80993056 |
| Dic. | 155696 | 3,81134022 | 190000 | 3,80945526 |



**Gráfico 3.17** Análisis de comportamiento del Ic de referencia y Real para el año 2007.

**Tabla No. 3.11:** Comportamiento del Ic de referencia y Real para el año 2008.

| Mes  | MW/hrs | Ic Real    | Prod   | IC         |
|------|--------|------------|--------|------------|
| Ene. | 134727 | 3,73230973 | 60000  | 3,82498333 |
| Feb. | 137832 | 3,73063347 | 70000  | 3,80111429 |
| Mar. | 170765 | 3,71660641 | 80000  | 3,7832125  |
| Abr. | 163354 | 3,71926979 | 90000  | 3,76928889 |
| May. | 145422 | 3,7268373  | 100000 | 3,75815    |
| Jun. | 142718 | 3,72814342 | 110000 | 3,74903636 |
| Jul. | 175875 | 3,71490071 | 120000 | 3,74144167 |
| Ago. | 158095 | 3,72131124 | 130000 | 3,73501538 |
| Sep. | 166600 | 3,71807407 | 140000 | 3,72950714 |
| Oct. | 156765 | 3,72184922 | 150000 | 3,72473333 |
| Nov. | 160586 | 3,72032761 | 160000 | 3,72055625 |
| Dic. | 146120 | 3,72650799 | 180000 | 3,71359444 |



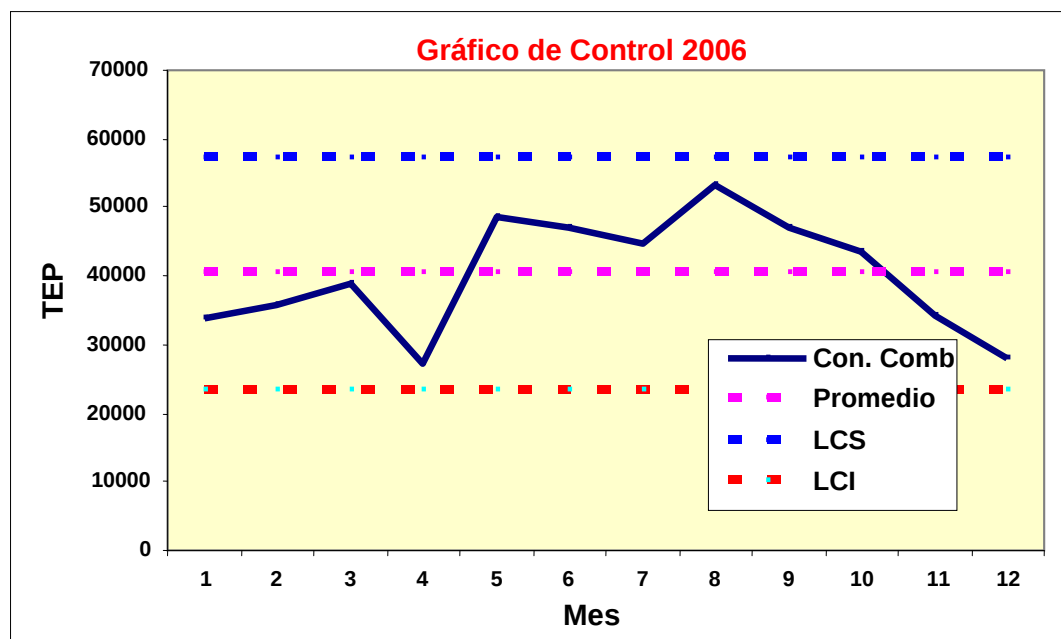
**Gráfico 3.18 Análisis de comportamiento del Ic de referencia y Real para el año 2008.**

Del análisis de los gráficos anteriores se puede deducir que la correlación de los índices de consumo es buena, es decir, el comportamiento del Índice de consumo ideal ( Ic ideal) los puntos mantienen casi el mismo comportamiento que el Índice de consumo real ( Ic real) , lo que demuestra que se le da seguimiento a estos índices.

### 3.1.7 Gráficos de Control de energía y producción:

**Tabla No 3.12 Tabla de Control de Consumo de energía en el año 2006.**

| Mes  | TEP          | Media    | Desviación     | LCS      | LCI      |
|------|--------------|----------|----------------|----------|----------|
| Ene. | 33944,07     | 40292,52 | 8444,69        | 48737,21 | 31847,83 |
| Feb. | 35934,36     | 40292,52 | 8444,69        | 48737,21 | 31847,83 |
| Mar. | 39025,02     | 40292,52 | 8444,69        | 48737,21 | 31847,83 |
| Abr. | 27310,19     | 40292,52 | 8444,69        | 48737,21 | 31847,83 |
| May. | 48729,63     | 40292,52 | 8444,69        | 48737,21 | 31847,83 |
| Jun. | 47106,3      | 40292,52 | 8444,69        | 48737,21 | 31847,83 |
| Jul. | 44743,17     | 40292,52 | 8444,69        | 48737,21 | 31847,83 |
| Ago. | 53461,82     | 40292,52 | 8444,69        | 48737,21 | 31847,83 |
| Sep. | 47224,3      | 40292,52 | 8444,69        | 48737,21 | 31847,83 |
| Oct. | 43667,27     | 40292,52 | 8444,69        | 48737,21 | 31847,83 |
| Nov. | 34240,39     | 40292,52 | 8444,69        | 48737,21 | 31847,83 |
| Dic. | 28123,72     | 40292,52 | 8444,69        | 48737,21 | 31847,83 |
|      | <b>Media</b> | 40292,52 | <b>Desvia.</b> | 8444,69  |          |
|      | <b>LCS</b>   | 48737,21 | <b>LCI</b>     | 31847,83 |          |



**Gráfico 3.19 Consumo para el año 2006.**

**Tabla No 3.13 Tabla de Control de Consumo de energía en el año 2007.**

| Mes  | TEP          | Media    | Desviación     | LCS      | LCI      |
|------|--------------|----------|----------------|----------|----------|
| Ene. | 37514,63     | 41595,64 | 4490,47        | 46086,11 | 37105,17 |
| Feb. | 37018        | 41595,64 | 4490,47        | 46086,11 | 37105,17 |
| Mar. | 37353,07     | 41595,64 | 4490,47        | 46086,11 | 37105,17 |
| Abr. | 46463,36     | 41595,64 | 4490,47        | 46086,11 | 37105,17 |
| May. | 48370,68     | 41595,64 | 4490,47        | 46086,11 | 37105,17 |
| Jun. | 44008,22     | 41595,64 | 4490,47        | 46086,11 | 37105,17 |
| Jul. | 40517,54     | 41595,64 | 4490,47        | 46086,11 | 37105,17 |
| Ago. | 42515,2      | 41595,64 | 4490,47        | 46086,11 | 37105,17 |
| Sep. | 49439,15     | 41595,64 | 4490,47        | 46086,11 | 37105,17 |
| Oct. | 38967,89     | 41595,64 | 4490,47        | 46086,11 | 37105,17 |
| Nov. | 37762,65     | 41595,64 | 4490,47        | 46086,11 | 37105,17 |
| Dic. | 39217,25     | 41595,64 | 4490,47        | 46086,11 | 37105,17 |
|      | <b>Media</b> | 41595,64 | <b>Desvia.</b> | 4490,47  |          |
|      | <b>LCS</b>   | 46086,11 | <b>LCI</b>     | 37105,17 |          |

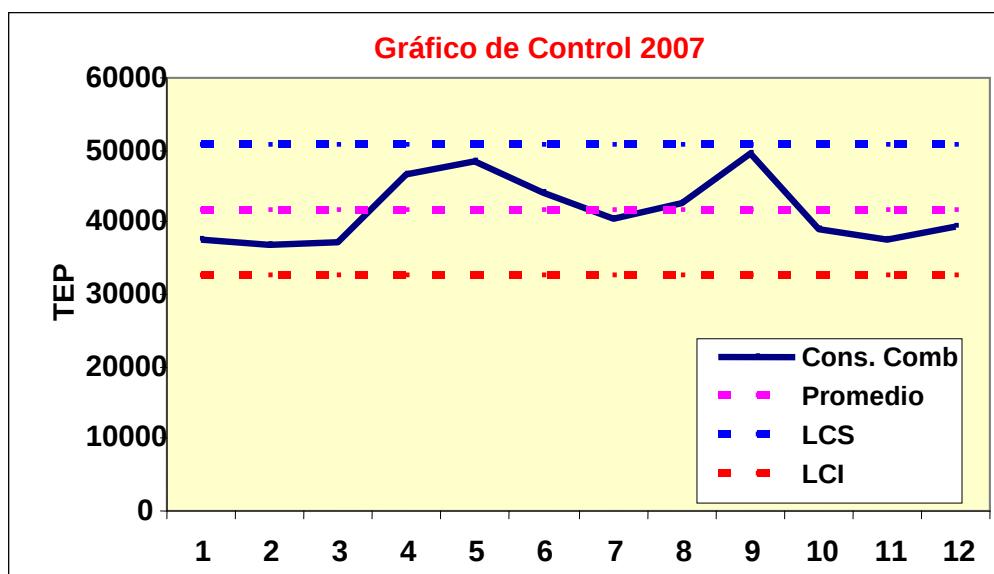


Gráfico 3.20 Consumo para el año 2007.

Tabla No 3.14 Tabla de Control de Consumo de energía en el año 2008.

| Mes  | TEP      | Media      | Desviación | LCS        | LCI        |
|------|----------|------------|------------|------------|------------|
| Ene. | 33757,77 | 39606,8033 | 3609,88244 | 46826,5682 | 32387,0385 |
| Feb. | 34594,82 | 39606,8033 | 3609,88244 | 46826,5682 | 32387,0385 |
| Mar. | 42881    | 39606,8033 | 3609,88244 | 46826,5682 | 32387,0385 |
| Abr. | 41403,52 | 39606,8033 | 3609,88244 | 46826,5682 | 32387,0385 |
| May. | 37066,48 | 39606,8033 | 3609,88244 | 46826,5682 | 32387,0385 |
| Jun. | 37090,66 | 39606,8033 | 3609,88244 | 46826,5682 | 32387,0385 |
| Jul. | 45529,54 | 39606,8033 | 3609,88244 | 46826,5682 | 32387,0385 |
| Ago. | 40860,98 | 39606,8033 | 3609,88244 | 46826,5682 | 32387,0385 |
| Sep. | 42886,55 | 39606,8033 | 3609,88244 | 46826,5682 | 32387,0385 |
| Oct. | 40909,12 | 39606,8033 | 3609,88244 | 46826,5682 | 32387,0385 |
| Nov. | 41120,25 | 39606,8033 | 3609,88244 | 46826,5682 | 32387,0385 |
| Dic. | 37180,95 | 39606,8033 | 3609,88244 | 46826,5682 | 32387,0385 |
|      | Media    | 39606,8033 | Desvia.    | 3609,88244 |            |
|      | LCS      | 46826,5682 | LCI        | 32387,0385 |            |

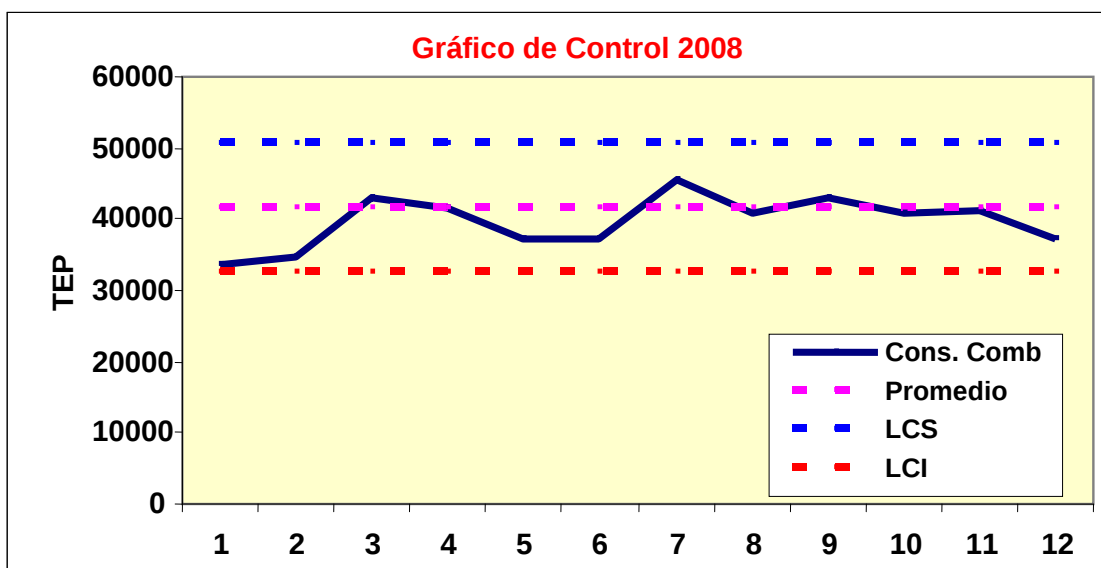
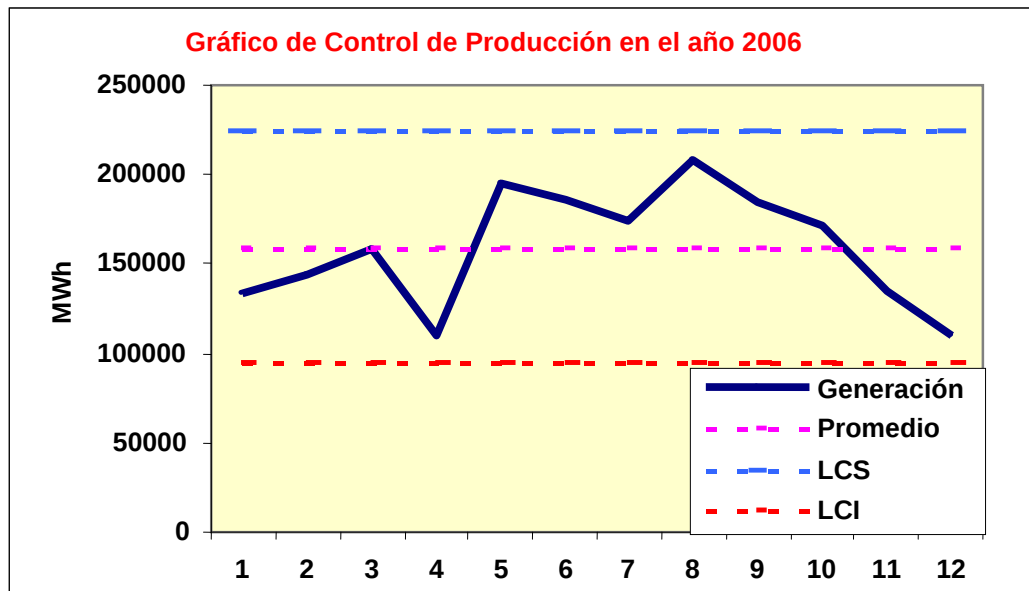


Gráfico 3.21 Consumo para el año 2008.

Tabla No 3.15 Tabla de Control de Generación de energía en el año 2006.

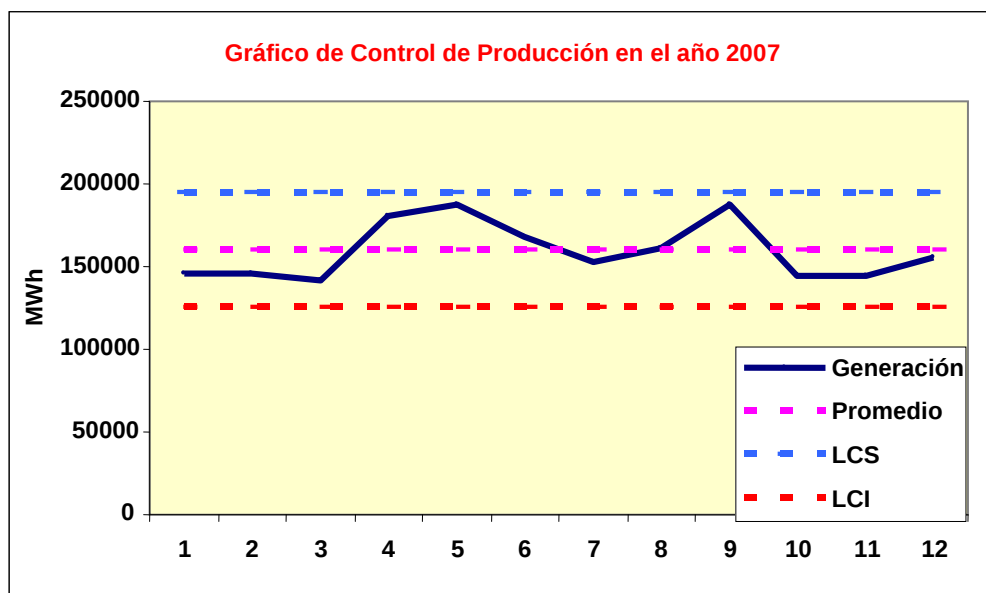
| Mes  | MWh    | Media      | Desviación | LCS       | LCI      |
|------|--------|------------|------------|-----------|----------|
| Ene. | 133916 | 159028,67  | 32572,17   | 224173,01 | 93884,32 |
| Feb. | 143372 | 159028,67  | 32572,17   | 224173,01 | 93884,32 |
| Mar. | 157936 | 159028,67  | 32572,17   | 224173,01 | 93884,32 |
| Abr. | 110423 | 159028,67  | 32572,17   | 224173,01 | 93884,32 |
| May. | 195278 | 159028,67  | 32572,17   | 224173,01 | 93884,32 |
| Jun. | 185319 | 159028,67  | 32572,17   | 224173,01 | 93884,32 |
| Jul. | 173764 | 159028,67  | 32572,17   | 224173,01 | 93884,32 |
| Ago. | 207862 | 159028,67  | 32572,17   | 224173,01 | 93884,32 |
| Sep. | 184970 | 159028,67  | 32572,17   | 224173,01 | 93884,32 |
| Oct. | 171085 | 159028,67  | 32572,17   | 224173,01 | 93884,32 |
| Nov. | 134340 | 159028,67  | 32572,17   | 224173,01 | 93884,32 |
| Dic. | 110079 | 159028,67  | 32572,17   | 224173,01 | 93884,32 |
|      | Media  | 159028,667 | Desvia.    | 32572,17  |          |
|      | LCS    | 224173,01  | LCI        | 93884,32  |          |



**Gráfico 3.22 Generación para el año 2006.**

**Tabla No 3.16 Tabla de Control de Generación de energía en el año 2007.**

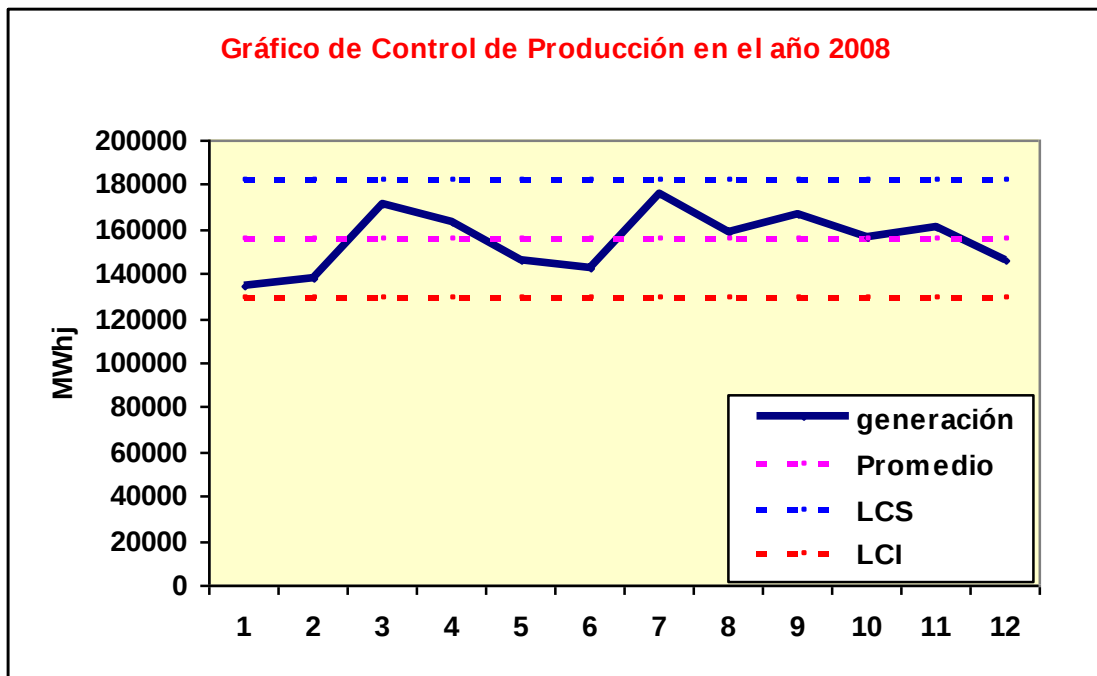
| Mes  | MWh          | Media     | Desviación     | LCS       | LCI       |
|------|--------------|-----------|----------------|-----------|-----------|
| Ene. | 145539       | 159726,75 | 17299,44       | 194325,62 | 125127,88 |
| Feb. | 145669       | 159726,75 | 17299,44       | 194325,62 | 125127,88 |
| Mar. | 142304       | 159726,75 | 17299,44       | 194325,62 | 125127,88 |
| Abr. | 180013       | 159726,75 | 17299,44       | 194325,62 | 125127,88 |
| May. | 188000       | 159726,75 | 17299,44       | 194325,62 | 125127,88 |
| Jun. | 167735       | 159726,75 | 17299,44       | 194325,62 | 125127,88 |
| Jul. | 152866       | 159726,75 | 17299,44       | 194325,62 | 125127,88 |
| Ago. | 161563       | 159726,75 | 17299,44       | 194325,62 | 125127,88 |
| Sep. | 187940       | 159726,75 | 17299,44       | 194325,62 | 125127,88 |
| Oct. | 144881       | 159726,75 | 17299,44       | 194325,62 | 125127,88 |
| Nov. | 144515       | 159726,75 | 17299,44       | 194325,62 | 125127,88 |
| Dic. | 155696       | 159726,75 | 17299,44       | 194325,62 | 125127,88 |
|      | <b>Media</b> | 159726,75 | <b>Desvia.</b> | 17299,44  |           |
|      | <b>LCS</b>   | 194325,62 | <b>LCI</b>     | 125127,88 |           |



**Gráfico 3.23 Generación para el año 2007.**

**Tabla No 3.17 Tabla de Control de Generación de energía en el año 2008.**

| Mes  | MWh          | Media     | Desviación     | LCS       | LCI       |
|------|--------------|-----------|----------------|-----------|-----------|
| Ene. | 134727       | 154904,92 | 13347,16       | 181599,24 | 128210,59 |
| Feb. | 137832       | 154904,92 | 13347,16       | 181599,24 | 128210,59 |
| Mar. | 170765       | 154904,92 | 13347,16       | 181599,24 | 128210,59 |
| Abr. | 163354       | 154904,92 | 13347,16       | 181599,24 | 128210,59 |
| May. | 145422       | 154904,92 | 13347,16       | 181599,24 | 128210,59 |
| Jun. | 142718       | 154904,92 | 13347,16       | 181599,24 | 128210,59 |
| Jul. | 175875       | 154904,92 | 13347,16       | 181599,24 | 128210,59 |
| Ago. | 158095       | 154904,92 | 13347,16       | 181599,24 | 128210,59 |
| Sep. | 166600       | 154904,92 | 13347,16       | 181599,24 | 128210,59 |
| Oct. | 156765       | 154904,92 | 13347,16       | 181599,24 | 128210,59 |
| Nov. | 160586       | 154904,92 | 13347,16       | 181599,24 | 128210,59 |
| Dic. | 146120       | 154904,92 | 13347,16       | 181599,24 | 128210,59 |
|      | <b>Media</b> | 154904,92 | <b>Desvia.</b> | 13347,16  |           |
|      | <b>LCS</b>   | 181599,24 | <b>LCI</b>     | 128210,59 |           |



**Gráfico 3.24 Generación para el año 2008.**

Los gráficos de control son diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de una variable en función de ciertos límites establecidos. Se usan como instrumento de autocontrol y resultan muy útiles como complemento a los diagramas causa y efecto, para detectar en cuales fases del proceso analizado se producen las alteraciones.

Su importancia consiste en que la mayor parte de los procesos productivos tienen un comportamiento denominado normal, es decir existe un valor medio  $M$  del parámetro de salida muy probable de obtener, y a medida que se aleja de este valor medio la probabilidad de aparición de otros valores de este parámetro cae bruscamente, si no aparecen causas externas que alteren el proceso, hasta hacerse prácticamente cero para desviaciones superiores a tres veces la desviación estándar del valor medio..

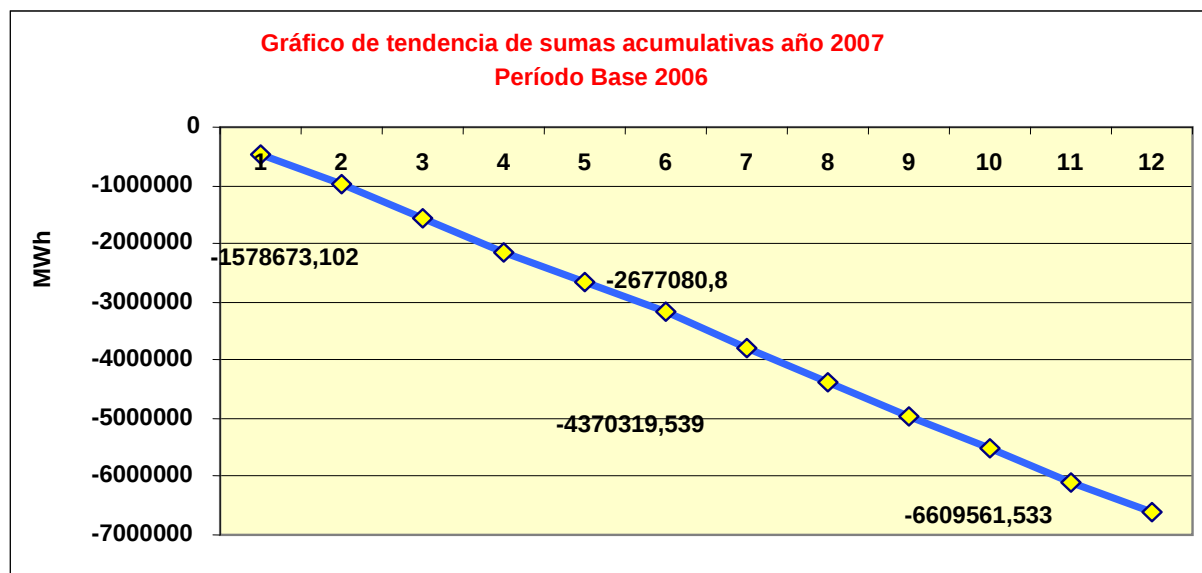
Según la campana de Gauss las desviaciones superiores aceptables son tres veces la desviación estándar del valor medio o menos. En este caso se utilizó el valor límite de dos veces del valor de la desviación estándar del valor medio. Observamos que el consumo energético es positivo porque se mantiene dentro de los límites de control superior (LCS) e inferior (LCI) al igual que en los gráficos de producción que se comporta de manera similar. Esto quiere decir que el 95.4 % como mínimo de los valores tomados en una desviación normal están cerca o debajo del valor medio y la dispersión de valores son mínimos.

### 3.1.8 Determinación del CUSUM.

La ecuación que representa el año 2007 (véase gráfico 3.14) guarda la mejor correlación en comparación de las ecuaciones de los otros años analizados y se tomó como referencia para la realización de la gráfica de Tendencia de Sumas Acumulativas de consumo de energía.

**Tabla 3.20 Datos para la determinación del CUSUM.**

| Período | Ea(2006)TEP | Pa(2006)MWh | Et=mPa+Eo | Ea-Et      | Suma acum   |
|---------|-------------|-------------|-----------|------------|-------------|
| Ene.    | 33757,77    | 134727      | 513709,35 | -479951,58 | -479951,58  |
| Feb.    | 34594,82    | 137832      | 525511,15 | -490916,33 | -970867,91  |
| Mar.    | 42881       | 170765      | 650686,19 | -607805,19 | -1578673,10 |
| Abr.    | 41403,52    | 163354      | 622517,72 | -581114,20 | -2159787,30 |
| May.    | 37066,48    | 145422      | 554359,98 | -517293,50 | -2677080,80 |
| Jun.    | 37090,66    | 142718      | 544082,35 | -506991,69 | -3184072,49 |
| Jul.    | 45529,54    | 175875      | 670108,79 | -624579,25 | -3808651,73 |
| Ago.    | 40860,98    | 158095      | 602528,79 | -561667,81 | -4370319,54 |
| Sep.    | 42886,55    | 166600      | 634855,44 | -591968,89 | -4962288,43 |
| Oct.    | 40909,12    | 156765      | 597473,59 | -556564,47 | -5518852,90 |
| Nov.    | 41120,25    | 160586      | 611996,83 | -570876,58 | -6089729,48 |
| Dic.    | 37180,95    | 146120      | 557013,01 | -519832,06 | -6609561,53 |



**Gráfico 3.25 Comportamiento de las sumas acumulativas (CUSUM).**

La figura 3.25 permite monitorear la tendencia de la empresa en cuanto a la variación de sus consumos energéticos, con respecto a un período base dado. A partir de ella también puede determinarse cuantitativamente la magnitud de la energía que se ha dejado de consumir o se ha sobreconsumido hasta el momento de su actualización.

Esta figura muestra que para el periodo de tiempo comprendido del año 2006 con respecto al mismo periodo en el año 2005 como período base, hubo una reducción de consumo energético,

es decir, el comportamiento es favorable con respecto al año de referencia y la tendencia en sus consumos es decreciente, esto como consecuencia de la mejora y organización durante este año debido a mantenimientos ligeros y parciales realizados durante ese año.

### **3.2 Mejora y puesta a punto de un Sistema de Monitoreo y Control Energético (SMCE). Corrida en Programa EXCEL.**

Para que el personal de operaciones conozca el Consumo Específico Bruto por cada unidad generadora se crea un programa en EXCEL de Indicadores por Turnos de consumo de combustible y MW generado que consiste en brindar la información de forma diaria de generación, horas de operación, insumo, flujómetros de combustible en BTG(Sala de Control) y en caldera de forma local, estos datos son introducidos, de forma automática calcula el Plan y el Real del Consumo específico Bruto, así como el factor de insumo de cada unidad y de forma general de ambas unidades, al final del mes se acumula por turnos y de esta forma se da a conocer el turno de menos consumo de combustible, así como el total general del mes, es aplicado desde el mes de abril del presente año.

Como este programa se realiza al finalizar las 24 horas de trabajo y el operador no conoce el resultado hasta el día posterior se instalaron flujómetros de petróleo automáticos en BTG y en la caldera donde se pueden medir el consumo de combustible por cada unidad según la carga y la curva normativa para poder ajustar los parámetros de forma inmediata según lo requiera el estado técnico de las unidades generadoras.

También para mejorar el sistema de monitoreo y control se instalaron metros contadores en diferentes áreas de la central que registran el consumo eléctrico en el horario de madrugada, día y pico, además para el seguimiento de los índices de consumo se crearon modelos para los puestos claves que fueron determinados con anterioridad ( Bombas de agua alimentar, Ventiladores de tiro forzado y Sobreconsumo de los generadores de vapor) (**Anexo VIII**), en cada modelo el operador toma lectura de diferentes puntos y se dan posibles causas que el operador puede comparar con la temperatura, carga, potencia, flujo normativo de los tres puntos clave (**Anexo IX**), facilitándoles a los operadores en la búsqueda de soluciones ante las diferencias de parámetros y poder actuar sobre ellos de forma inmediata escribiendo en las observaciones los análisis de cada turno .

Para minimizar estas posibles causas se creó un plan de acciones para los puestos claves que inciden en la electricidad y en los combustibles como se muestra en los **Anexos X y XI** especificando la tarea a ejecutar así como el personal responsable y su fecha de cumplimiento, realizándose cada una de las tareas según los procedimientos, normas y programas existentes en la Central Termoeléctrica Carlos Manuel de Céspedes.

### 3.2.1 Aplicación de la mejora a través de un estudio de caso.

A continuación se muestra el programa de Indicadores por turnos con datos reales, correspondientes a los indicadores que se analizan. La tabla que se presenta a continuación ilustra los resultados obtenidos en la aplicación del programa en el mes de Agosto del 2008 de las unidades 3 y 4, siendo introducidos solamente los valores de las primeras cinco (5) columnas.

|     | CMC 3      |           |        |                        |         |          | Tolerancia       | CEB        | 1,09     |               |      |
|-----|------------|-----------|--------|------------------------|---------|----------|------------------|------------|----------|---------------|------|
|     |            |           |        |                        |         |          |                  | Insumo     | 1,07     |               |      |
|     | TURNOS A   |           |        |                        |         |          |                  |            |          |               |      |
| DÍA | GENERACIÓN | Horas     | INSUMO | FLUJOMETRO COMBUSTIBLE |         | CARGA    | Cons. Esp. Bruto |            |          | FACTOR INSUMO |      |
|     |            | operación |        | BTG                    | CALDERA | PROMEDIO | Plan             | Real Cald. | Real BTG | Plan          | Real |
| 1   |            |           |        |                        |         | 0,0      | 0,00             | 0,00       | 0,00     | 0,00          | 0,00 |
| 2   | 1026       | 8         | 0      | 257                    | 2771    | 128,3    | 250,03           | 249,82     | 250,49   | 5,49          | 0,00 |
| 3   | 1057       | 8         | 0      | 264                    | 2848    | 132,1    | 249,49           | 249,23     | 249,76   | 5,38          | 0,00 |
| 4   | 1025       | 8         | 0      | 257                    | 2768    | 128,1    | 250,05           | 249,80     | 250,73   | 5,49          | 0,00 |
| 5   | 840        | 8         | 0      | 214                    | 2305    | 105,0    | 254,10           | 253,82     | 254,76   | 6,30          | 0,00 |
| 6   |            |           |        |                        |         | 0,0      | 0,00             | 0,00       | 0,00     | 0,00          | 0,00 |
| 7   |            |           |        |                        |         | 0,0      | 0,00             | 0,00       | 0,00     | 0,00          | 0,00 |
| 8   |            |           |        |                        |         | 0,0      | 0,00             | 0,00       | 0,00     | 0,00          | 0,00 |
| 9   | 991        | 8         | 0      | 249                    | 2683    | 123,9    | 250,68           | 250,43     | 251,26   | 5,61          | 0,00 |
| 10  | 949        | 8         | 0      | 239                    | 2578    | 118,6    | 251,52           | 251,28     | 251,84   | 5,78          | 0,00 |
| 11  | 922        | 8         | 0      | 233                    | 2511    | 115,3    | 252,10           | 251,92     | 252,71   | 5,90          | 0,00 |
| 12  |            |           |        |                        |         | 0,0      | 0,00             | 0,00       | 0,00     | 0,00          | 0,00 |
| 13  |            |           |        |                        |         | 0,0      | 0,00             | 0,00       | 0,00     | 0,00          | 0,00 |
| 14  | 1072       | 8         | 0      | 268                    | 2885    | 134,0    | 249,24           | 248,94     | 250,00   | 5,33          | 0,00 |
| 15  | 1056       | 8         | 0      | 264                    | 2845    | 132,0    | 249,51           | 249,21     | 250,00   | 5,38          | 0,00 |
| 16  | 1070       | 8         | 0      | 267                    | 2881    | 133,8    | 249,27           | 249,06     | 249,53   | 5,33          | 0,00 |
| 17  | 1050       | 8         | 0      | 263                    | 2830    | 131,3    | 249,61           | 249,31     | 250,48   | 5,40          | 0,00 |
| 18  | 1017       | 8         | 0      | 255                    | 2748    | 127,1    | 250,19           | 249,94     | 250,74   | 5,52          | 0,00 |
| 19  | 1006       | 8         | 0      | 252                    | 2721    | 125,8    | 250,39           | 250,19     | 250,50   | 5,56          | 0,00 |
| 20  |            |           |        |                        |         | 0,0      | 0,00             | 0,00       | 0,00     | 0,00          | 0,00 |
| 21  | 1013       | 8         | 0      | 254                    | 2738    | 126,6    | 250,26           | 250,01     | 250,74   | 5,53          | 0,00 |
| 22  | 1013       | 8         | 0      | 254                    | 2738    | 126,6    | 250,26           | 250,01     | 250,74   | 5,53          | 0,00 |
| 23  | 1016       | 8         | 0      | 255                    | 2746    | 127,0    | 250,21           | 250,00     | 250,98   | 5,52          | 0,00 |
| 24  |            |           |        |                        |         | 0,0      | 0,00             | 0,00       | 0,00     | 0,00          | 0,00 |
| 25  |            |           |        |                        |         | 0,0      | 0,00             | 0,00       | 0,00     | 0,00          | 0,00 |
| 26  | 1010       | 8         | 0      | 253                    | 2731    | 126,3    | 250,32           | 250,12     | 250,50   | 5,54          | 0,00 |
| 27  | 997        | 8         | 0      | 250                    | 2698    | 124,6    | 250,56           | 250,32     | 250,75   | 5,59          | 0,00 |
| 28  | 968        | 8         | 0      | 244                    | 2626    | 121,0    | 251,13           | 250,93     | 252,07   | 5,70          | 0,00 |
| 29  | 1033       | 8         | 0      | 259                    | 2788    | 129,1    | 249,90           | 249,65     | 250,73   | 5,46          | 0,00 |
| 30  | 1017       | 8         | 0      | 255                    | 2748    | 127,1    | 250,19           | 249,94     | 250,74   | 5,52          | 0,00 |
| 31  |            |           |        |                        |         | 0,0      | 0,00             | 0,00       | 0,00     | 0,00          | 0,00 |
| MES | 21148      | 168       | 0      | 5306                   | 57187   | 125,9    | 250,37           | 250,13     | 250,90   | 5,55          | 0,00 |

|     |            |           |        |                        |         |          |                  |            |          |               |      |
|-----|------------|-----------|--------|------------------------|---------|----------|------------------|------------|----------|---------------|------|
|     | CMC 4      |           |        |                        |         |          | Tolerancia       | CEB        | 1,09     |               |      |
|     |            |           |        |                        |         |          |                  | Insumo     | 1,07     |               |      |
|     | TURNO A    |           |        |                        |         |          |                  |            |          |               |      |
|     |            | Horas     |        | FLUJOMETRO COMBUSTIBLE |         | CARGA    | Cons. Esp. Bruto |            |          | FACTOR INSUMO |      |
| DÍA | GENERACIÓN | operación | INSUMO | BTG                    | CALDERA | PROMEDIO | Plan             | Real Cald. | Real BTG | Plan          | Real |
| 1   |            |           |        |                        |         | 0,0      | 0,00             | 0,00       | 0,00     | 0,00          | 0,00 |
| 2   | 977        | 8         | 56,6   | 270                    | 2951    | 122,1    | 250,95           | 250,70     | 251,48   | 5,67          | 5,79 |
| 3   | 1025       | 8         | 58,2   | 282                    | 3085    | 128,1    | 250,05           | 249,81     | 250,36   | 5,49          | 5,68 |
| 4   | 1013       | 8         | 58,8   | 279                    | 3051    | 126,6    | 250,26           | 249,98     | 250,63   | 5,53          | 5,80 |
| 5   | 971        | 8         | 57,1   | 268                    | 2934    | 121,4    | 251,07           | 250,80     | 251,16   | 5,69          | 5,88 |
| 6   | 1043       | 8         | 60,2   | 287                    | 3135    | 130,4    | 249,73           | 249,48     | 250,40   | 5,43          | 5,77 |
| 7   | 951        | 8         | 56,9   | 263                    | 2879    | 118,9    | 251,48           | 251,27     | 251,66   | 5,77          | 5,98 |
| 8   |            |           |        |                        |         | 0,0      | 0,00             | 0,00       | 0,00     | 0,00          | 0,00 |
| 9   | 881        | 8         | 55,4   | 245                    | 2684    | 110,1    | 253,05           | 252,86     | 253,06   | 6,09          | 6,29 |
| 10  | 951        | 8         | 57,2   | 263                    | 2879    | 118,9    | 251,48           | 251,27     | 251,66   | 5,77          | 6,01 |
| 11  | 948        | 8         | 57,2   | 262                    | 2870    | 118,5    | 251,54           | 251,28     | 251,50   | 5,79          | 6,03 |
| 12  |            |           |        |                        |         | 0,0      | 0,00             | 0,00       | 0,00     | 0,00          | 0,00 |
| 13  |            |           |        |                        |         | 0,0      | 0,00             | 0,00       | 0,00     | 0,00          | 0,00 |
| 14  | 1002       | 8         | 58     | 276                    | 3021    | 125,3    | 250,47           | 250,24     | 250,66   | 5,57          | 5,79 |
| 15  | 1086       | 8         | 60     | 298                    | 3255    | 135,8    | 249,01           | 248,77     | 249,71   | 5,28          | 5,52 |
| 16  | 1075       | 8         | 59,7   | 295                    | 3224    | 134,4    | 249,19           | 248,92     | 249,72   | 5,32          | 5,55 |
| 17  | 1041       | 8         | 59     | 286                    | 3130    | 130,1    | 249,76           | 249,56     | 250,01   | 5,43          | 5,67 |
| 18  | 968        | 8         | 57,8   | 268                    | 2925    | 121,0    | 251,13           | 250,80     | 251,94   | 5,70          | 5,97 |
| 19  | 1000       | 8         | 59,5   | 276                    | 3016    | 125,0    | 250,51           | 250,33     | 251,16   | 5,58          | 5,95 |
| 20  |            |           |        |                        |         | 0,0      | 0,00             | 0,00       | 0,00     | 0,00          | 0,00 |
| 21  | 965        | 8         | 58,7   | 267                    | 2918    | 120,6    | 251,19           | 250,98     | 251,78   | 5,72          | 6,08 |
| 22  | 847        | 8         | 55,3   | 237                    | 2589    | 105,9    | 253,91           | 253,70     | 254,63   | 6,26          | 6,53 |
| 23  | 503        | 8         | 42,2   | 149                    | 1630    | 62,9     | 269,15           | 268,97     | 269,56   | 9,29          | 8,39 |
| 24  |            |           |        |                        |         | 0,0      | 0,00             | 0,00       | 0,00     | 0,00          | 0,00 |
| 25  |            |           |        |                        |         | 0,0      | 0,00             | 0,00       | 0,00     | 0,00          | 0,00 |
| 26  | 992        | 8         | 58,7   | 274                    | 2993    | 124,0    | 250,66           | 250,42     | 251,35   | 5,61          | 5,92 |
| 27  | 962        | 8         | 57,9   | 266                    | 2909    | 120,3    | 251,25           | 250,98     | 251,62   | 5,73          | 6,02 |
| 28  | 1053       | 8         | 60,5   | 289                    | 3163    | 131,6    | 249,56           | 249,32     | 249,75   | 5,39          | 5,75 |
| 29  | 964        | 8         | 57,2   | 267                    | 2915    | 120,5    | 251,21           | 250,98     | 252,04   | 5,72          | 5,93 |
| 30  | 1043       | 8         | 60,1   | 287                    | 3135    | 130,4    | 249,73           | 249,48     | 250,40   | 5,43          | 5,76 |
| 31  |            |           |        |                        |         | 0,0      | 0,00             | 0,00       | 0,00     | 0,00          | 0,00 |
| MES | 22261      | 184       | 1322,2 | 6154                   | 67291   | 121,0    | 251,13           | 250,89     | 251,57   | 5,71          | 5,94 |

|     |            |           |        |                        |         |          |                  |            |          |               |      |
|-----|------------|-----------|--------|------------------------|---------|----------|------------------|------------|----------|---------------|------|
|     | CMC 3 y 4  |           |        |                        |         |          |                  |            |          |               |      |
|     | TURNO A    |           |        |                        |         |          |                  |            |          |               |      |
|     |            | Horas     |        | FLUJOMETRO COMBUSTIBLE |         | CARGA    | Cons. Esp. Bruto |            |          | FACTOR INSUMO |      |
| DÍA | GENERACIÓN | operación | INSUMO | BTG                    | CALDERA | PROMEDIO | Plan             | Real Cald. | Real BTG | Plan          | Real |
| 1   | 0          | 0         | 0      | 0                      | 0       | 0,0      | 0,00             | 0,00       | 0,00     | 0,00          | 0,00 |
| 2   | 2003       | 16        | 56,6   | 527                    | 5722    | 125,2    | 250,48           | 259,96     | 228,90   | 5,57          | 2,83 |
| 3   | 2082       | 16        | 58,2   | 546                    | 5933    | 130,1    | 249,76           | 259,32     | 228,16   | 5,43          | 2,80 |
| 4   | 2038       | 16        | 58,8   | 536                    | 5819    | 127,4    | 250,15           | 259,83     | 228,81   | 5,51          | 2,89 |
| 5   | 1811       | 16        | 57,1   | 482                    | 5239    | 113,2    | 252,48           | 263,25     | 231,55   | 5,97          | 3,15 |
| 6   | 1043       | 8         | 60,2   | 287                    | 3135    | 130,4    | 249,73           | 273,52     | 239,40   | 5,43          | 5,77 |
| 7   | 951        | 8         | 56,9   | 263                    | 2879    | 118,9    | 251,48           | 275,49     | 240,60   | 5,77          | 5,98 |
| 8   | 0          | 0         | 0      | 0                      | 0       | 0,0      | 0,00             | 0,00       | 0,00     | 0,00          | 0,00 |
| 9   | 1872       | 16        | 55,4   | 494                    | 5367    | 117,0    | 251,80           | 260,90     | 229,58   | 5,84          | 2,96 |
| 10  | 1900       | 16        | 57,2   | 502                    | 5457    | 118,8    | 251,50           | 261,36     | 229,86   | 5,78          | 3,01 |
| 11  | 1870       | 16        | 57,2   | 495                    | 5381    | 116,9    | 251,82           | 261,86     | 230,29   | 5,84          | 3,06 |
| 12  | 0          | 0         | 0      | 0                      | 0       | 0,0      | 0,00             | 0,00       | 0,00     | 0,00          | 0,00 |
| 13  | 0          | 0         | 0      | 0                      | 0       | 0,0      | 0,00             | 0,00       | 0,00     | 0,00          | 0,00 |
| 14  | 2074       | 16        | 58     | 544                    | 5906    | 129,6    | 249,83           | 259,14     | 228,20   | 5,45          | 2,80 |
| 15  | 2142       | 16        | 60     | 562                    | 6100    | 133,9    | 249,26           | 259,15     | 228,26   | 5,33          | 2,80 |
| 16  | 2145       | 16        | 59,7   | 562                    | 6105    | 134,1    | 249,23           | 259,00     | 227,94   | 5,33          | 2,78 |
| 17  | 2091       | 16        | 59     | 549                    | 5960    | 130,7    | 249,68           | 259,38     | 228,42   | 5,42          | 2,82 |
| 18  | 1985       | 16        | 57,8   | 523                    | 5673    | 124,1    | 250,65           | 260,07     | 229,22   | 5,61          | 2,91 |
| 19  | 2006       | 16        | 59,5   | 528                    | 5737    | 125,4    | 250,45           | 260,25     | 228,99   | 5,57          | 2,97 |
| 20  | 0          | 0         | 0      | 0                      | 0       | 0,0      | 0,00             | 0,00       | 0,00     | 0,00          | 0,00 |
| 21  | 1978       | 16        | 58,7   | 521                    | 5656    | 123,6    | 250,72           | 260,21     | 229,16   | 5,62          | 2,97 |
| 22  | 1860       | 16        | 55,3   | 491                    | 5327    | 116,3    | 251,93           | 260,62     | 229,66   | 5,86          | 2,97 |
| 23  | 1519       | 16        | 42,2   | 404                    | 4376    | 94,9     | 256,48           | 262,16     | 231,39   | 6,77          | 2,78 |
| 24  | 0          | 0         | 0      | 0                      | 0       | 0,0      | 0,00             | 0,00       | 0,00     | 0,00          | 0,00 |
| 25  | 0          | 0         | 0      | 0                      | 0       | 0,0      | 0,00             | 0,00       | 0,00     | 0,00          | 0,00 |
| 26  | 2002       | 16        | 58,7   | 527                    | 5724    | 125,1    | 250,49           | 260,18     | 229,02   | 5,58          | 2,93 |
| 27  | 1959       | 16        | 57,9   | 516                    | 5607    | 122,4    | 250,90           | 260,46     | 229,16   | 5,66          | 2,96 |
| 28  | 2021       | 16        | 60,5   | 533                    | 5789    | 126,3    | 250,31           | 260,66     | 229,45   | 5,54          | 2,99 |
| 29  | 1997       | 16        | 57,2   | 526                    | 5703    | 124,8    | 250,53           | 259,88     | 229,15   | 5,59          | 2,86 |
| 30  | 2060       | 16        | 60,1   | 542                    | 5883    | 128,8    | 249,96           | 259,88     | 228,90   | 5,47          | 2,92 |
| 31  | 0          | 0         | 0      | 0                      | 0       | 0,0      | 0,00             | 0,00       | 0,00     | 0,00          | 0,00 |
| MES | 43409      | 352       | 1322,2 | 11460                  | 124478  | 123,3    | 250,76           | 250,52     | 251,24   | 5,63          | 3,05 |

|       |                  |           |        |                        |        |         |                  |             |            |               |        |
|-------|------------------|-----------|--------|------------------------|--------|---------|------------------|-------------|------------|---------------|--------|
|       | Turno A          |           |        | Acumulado mes hasta    |        |         |                  | Anexo No 16 |            |               |        |
|       |                  | Horas     |        | FLUJOMETRO COMBUSTIBLE |        | CARGA   | Cons. Esp. Bruto |             |            | FACTOR INSUMO |        |
|       |                  | operación |        | INSUMO                 | BTG    | CALDERA | PROMEDIO         | Plan        | Real Cald. | Real BTG      | Plan   |
| 3     | 21148            | 168       | 0      |                        |        |         | 5306             | 57187       | 125,9      | 250,37        | 250,13 |
| 4     | 22261            | 184       | 1322,2 | 6154                   | 67291  | 121,0   | 251,13           | 250,89      | 251,57     | 5,71          | 5,94   |
| 3 y 4 | 43409            | 352       | 1322,2 | 11460                  | 124478 | 123,3   | 250,76           | 250,52      | 251,24     | 5,63          | 3,05   |
|       |                  |           |        |                        |        |         |                  | -0,24       |            |               | -2,59  |
|       |                  |           |        |                        |        |         |                  |             |            |               |        |
|       | Turno B          |           |        | Acumulado mes hasta    |        |         |                  |             |            |               |        |
|       |                  | Horas     |        | FLUJOMETRO COMBUSTIBLE |        | CARGA   | Cons. Esp. Bruto |             |            | FACTOR INSUMO |        |
|       |                  | operación |        | INSUMO                 | BTG    | CALDERA | PROMEDIO         | Plan        | Real Cald. | Real BTG      | Plan   |
| 3     | 20331            | 160       | 0      |                        |        |         | 5098             | 54940       | 127,1      | 250,20        | 249,96 |
| 4     | 20143            | 176       | 1229,7 | 5592                   | 61156  | 114,4   | 252,25           | 252,00      | 252,63     | 5,93          | 6,10   |
| 3 y 4 | 40474            | 336       | 1229,7 | 10690                  | 116096 | 120,5   | 251,22           | 250,97      | 251,69     | 5,72          | 3,04   |
|       |                  |           |        |                        |        |         |                  | -0,24       |            |               | -2,68  |
|       |                  |           |        |                        |        |         |                  |             |            |               |        |
|       | Turno C          |           |        | Acumulado mes hasta    |        |         |                  |             |            |               |        |
|       |                  | Horas     |        | FLUJOMETRO COMBUSTIBLE |        | CARGA   | Cons. Esp. Bruto |             |            | FACTOR INSUMO |        |
|       |                  | operación |        | INSUMO                 | BTG    | CALDERA | PROMEDIO         | Plan        | Real Cald. | Real BTG      | Plan   |
| 3     | 20252            | 168       | 0      |                        |        |         | 5098             | 54945       | 120,5      | 251,20        | 250,96 |
| 4     | 20828            | 176       | 1224,1 | 5768                   | 63067  | 118,3   | 251,57           | 251,32      | 252,01     | 5,79          | 5,88   |
| 3 y 4 | 41080            | 344       | 1224,1 | 10866                  | 118012 | 119,4   | 251,39           | 251,14      | 251,87     | 5,76          | 2,98   |
|       |                  |           |        |                        |        |         |                  | -0,24       |            |               | -2,78  |
|       |                  |           |        |                        |        |         |                  |             |            |               |        |
|       | Turno D          |           |        | Acumulado mes hasta    |        |         |                  |             |            |               |        |
|       |                  | Horas     |        | FLUJOMETRO COMBUSTIBLE |        | CARGA   | Cons. Esp. Bruto |             |            | FACTOR INSUMO |        |
|       |                  | operación |        | INSUMO                 | BTG    | CALDERA | PROMEDIO         | Plan        | Real Cald. | Real BTG      | Plan   |
| 3     | 20556            | 160       | 0      |                        |        |         | 5148             | 55502       | 128,5      | 250,00        | 249,75 |
| 4     | 22681            | 192       | 1352,4 | 6284                   | 68689  | 118,1   | 251,60           | 251,36      | 252,12     | 5,80          | 5,96   |
| 3 y 4 | 43237            | 352       | 1352,4 | 11432                  | 124191 | 122,8   | 250,84           | 250,60      | 251,32     | 5,65          | 3,13   |
|       |                  |           |        |                        |        |         |                  | -0,24       |            |               | -2,52  |
|       |                  |           |        |                        |        |         |                  |             |            |               |        |
|       | Todos los turnos |           |        | Acumulado mes hasta    |        |         |                  |             |            |               |        |
|       |                  | Horas     |        | FLUJOMETRO COMBUSTIBLE |        | CARGA   | Cons. Esp. Bruto |             |            | FACTOR INSUMO |        |
|       |                  | operación |        | INSUMO                 | BTG    | CALDERA | PROMEDIO         | Plan        | Real Cald. | Real BTG      | Plan   |
| 3     | 82287            | 656       | 0      |                        |        |         | 20650            | 222574      | 125,4      | 250,44        | 250,20 |
| 4     | 85913            | 728       | 5128,4 | 23798                  | 260203 | 118,0   | 251,62           | 251,38      | 252,07     | 5,80          | 5,97   |
| 3 y 4 | 168200           | 1384      | 5128,4 | 44448                  | 482777 | 121,5   | 251,04           | 250,80      | 251,52     | 5,69          | 3,05   |
|       |                  |           |        |                        |        |         |                  | -0,24       |            |               | -2,64  |

±

A modo de conclusión se obtienen los resultados de la carga promedio, el Consumo Específico Bruto y el Factor de insumo de cada unidad, así como el total de la unidades por cada turno y el acumulado del mes siendo conocido por los operadores, cuestión esta desconocida para ellos anteriormente.

### **3.6 Conclusiones parciales.**

- ❖ El comportamiento histórico de la generación en la central es estable aumentando en producción a partir de 1977 por la entrada en servicio de las unidades de 158 MW.
- ❖ Los bloques de 158 MW son los mayores consumidores de crudo 650 y fuel, y en electricidad el insumo de las unidades y el transformador de reserva de arranque de las unidades 3 y 4 (T-14), además se determina como puestos claves: los Ventiladores de tiro Forzado (VTF), Bombas de Agua de alimentar (BAA) y Bombas de Circulación (BC) así como los trabajadores asociados a estos puestos y los índices de consumo específico de cada equipo definiéndose un plan de medidas para el ahorro de energía en cada uno de ellos.
- ❖ El gráfico que representa la energía con relación a la producción tiene un comportamiento normal observándose que el mejor período es el año 2007 con un índice de energía no asociada de 1 625,5 TEP.
- ❖ En los gráficos de Índice de consumo se observa que los valores tienen un comportamiento similar a los de referencia.
- ❖ En los gráficos de control el consumo de energía y la producción se encuentran dentro del rango permisible en los períodos analizados (2006-2008).
- ❖ El gráfico de sumas acumulativas se observa un comportamiento favorable con respecto al año de referencia, es notable además la forma decreciente.
- ❖ La inclusión de un nuevo programa en EXCEL en el Sistema de Monitoreo y Control permite determinar el Consumo Específico Bruto de cada bloque y turno de trabajo que hasta el momento no era contemplado en el sistema que se aplicaba.



## CONCLUSIONES

---

1. La crisis mundial del petróleo originada por los precios más elevados cada día ha desatado una compleja situación energética y por tanto buscar alternativas para enfrentarlos.
2. La crisis energética que presentó Cuba provocó que la capacidad de generación del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) disminuyera en el período 2002-2004 de 3 900 MW a 1 200 MW en el año 2005; y la demanda energética se redujera de 2 500 MW el año 1989 a 950 MW en el año 2005. Al cierre del año 2006 el SEN tenía una capacidad de generación instalada de 4 300 MW y a finales de junio del 2008 alcanzó 5281.9 MW.
3. En la región, los países considerados exportadores netos de petróleo son: México, Colombia y Venezuela, este último es el quinto exportador mundial con una reserva de este combustible para 250 años. Es el protagonista además, del ALBA como contrapartida del ALCA, con el objetivo de cooperar energéticamente con los países de América Latina, en los que se aplican programas de ahorro de energía eléctrica. Es significativa la revolución Energética que se desarrolla en Cuba.
4. En la generación de electricidad el mejor período en la central es el año 2007 al alcanzar un índice de energía no asociada de 1 625,5 TEP. El índice de consumo real se comporta de forma similar a los tomados como referencia.
5. El consumo de energía con relación a la producción tiene un nivel de correlación bueno, en el gráfico de control se observa que todos los parámetros se encuentran bajo control y en las sumas acumulativas muestran un comportamiento favorable con relación al año de referencia, significando el consumo decreciente.
6. El Sistema de Monitoreo y Control que se aplicaba no informaba el Consumo Específico Bruto de cada unidad generadora, los datos que se obtenían eran globalizados. Como parte de la mejora del Sistema se incluye un Programa en EXCEL que da a conocer el comportamiento de este indicador de forma independiente por cada unidad.



## RECOMENDACIONES

---

- se continúa perfeccionando los programas de control energético hasta obtener los menores consumos posibles de estos portadores que de una forma rápida y en tiempo real ofrece todos los consumos y deficiencias en las unidades generadoras con sus posibles respuestas de mejora, facilitándole al operador el accionar sobre ellos.
2. En trabajos posteriores rediseñar el programa de control de agua de uso tecnológico que permita elevar el nivel de gestión para evaluar eficientemente el estado de ésta.
  3. Llevar a cabo, como está proyectado, la modernización de la Unidad No 3 por la significación que tendrá al ahorro de energía al contar con una tecnología más avanzada.



## BIBLIOGRAFIA

---

José Goldenberg. "The Case For Renewable Energies. Thematic Background Paper TPO1," Febrero 2004. <http://www.renewables2004.de/pdf/fbp/TBPO1-rationale.pdf>.

Ministerio de la Industria Básica. Programa de desarrollo de la industria eléctrica MINBAS. La Habana, 2000.

Agencia de Información Nacional. "Mar22cm02electricidad," Noviembre 10, 2001. [WWW.ain.cubaweb.cu/mar22cm02electricidad.htm](http://WWW.ain.cubaweb.cu/mar22cm02electricidad.htm).

AIE. Agencia Internacional de la Energía. Panorama de la Inversión Mundial de la Energía, 2003.

"Alternativa Bolivariana para América Latina."  
[www.alternativabolivariana.org/modules.php](http://www.alternativabolivariana.org/modules.php). 2004. Octubre del 2006.

"Articulo3.htm." economía, Enero 2005. [www.bohemia.cubaweb.cu](http://www.bohemia.cubaweb.cu).

Bale, A, M. Cómo se elabora el proyecto de investigación. Caracas: BL a Consultores Asociados, 2001.

Borroto Nordelo, A. Ahorro de energía en sistemas termomecánicos. Cienfuegos, 2002.

Borroto Nordelo, A. Gestión Energética Empresarial. Cienfuegos, 2001.

Bronstein Víctor. "La Crisis Energética y nuestro futuro." El País (España), Febrero 27, 2006.

Castro Ruz, Fidel. Culminación de los grupos electrógenos. Editorial Ciencias Sociales, 2006.

Castro Ruz, Fidel. Discurso pronunciado por motivo de la culminación del montaje de los grupos electrógenos. Pinar del Río, 2006.

CEPAL. "Comisión económica para América Latina." [www.cepal.org](http://www.cepal.org) Comision.

CEPAL. Comisión Económica para América Latina. La economía cubana: reformas estructurales y desempeño en los noventa. México: ASDI, 000.

CEPAL. "Informe Estadístico," Enero 2004. [www.eclac.cl/estadística](http://www.eclac.cl/estadística).

Cereijo, Manuel. "Crisis de energía eléctrica," Noviembre 11, 2007. <http://www.amigospaís-guaracabuya.org/oagmc236.php>.

Coben, L. Métodos de Investigación educativa. Madrid: La Muralla, 2003.

Colectivo de autores. Reformas en el sector de la energía en América Latina y el Caribe, 2005.

Colectivo de autores. El futuro de la Generación Eléctrica en España. España. Colegio Universitario Patagónico. "Crisis Energética Mundial," Junio 15, 2006.

www.econoticias.com.

“Comisión nacional para el ahorro de energía en México,” Septiembre 5, 2008.  
www.conae.gov.mex.

Consejo de Estado, material de estudio. “La Revolución Energética en Cuba,” Abril 2, 006.

“Cumbre Energética Suramericana, un encuentro que busca luchar contra la pobreza y las asimetrías,” Junio 2, 008.  
<http://WWWtelesurtv.net/secciones/noticias/nota/index.php?ckl=9905>.

DOE/EIA. “International Energy Annual 2002,” Marzo 2004. [www.eia.doe.gov/iea/](http://www.eia.doe.gov/iea/).

“Eficiencia Energética: una necesidad en el entorno complejo.” Ingeniería Química (España), Mayo 2, 005.

“El futuro de la Generación Eléctrica en España.” Energía (España), Marzo 2006.

“El mercado mundial del petróleo,” Agosto 10, 2007.  
[cipres.cec.uchile.cl/~jrybertt/t2/Pagina3.html](http://cipres.cec.uchile.cl/~jrybertt/t2/Pagina3.html).

“Energía: El 2 000 supo a petróleo.” Bohemia (La Habana).

“Enfrentar los excesos con renovada energía: Buscar soluciones,” Octubre 12, 2008.  
[www.consumerinternational.org/](http://www.consumerinternational.org/).

“Especialistas en perforación de pozos,” Marzo 3, 2007. [www.petrocaribe.com](http://www.petrocaribe.com).

Faires, Virgil Moring. Termodinámica. México: UTEHA, 1982.

FIDE. Fideicomiso de ahorro de electricidad. Experiencias en proyectos de ahorro de energía eléctrica en el área de comercios y servicios. México, 998.

FIDE . Aspectos básicos del factor de potencia orientados al ahorro de energía eléctrica. México, 1992.

Flavia Rosembuj. El cambio climático. La creación de un mercado de derechos de emisiones de CO2 en Energía, Protección y Sostenibilidad. Ingeniería Sin Fronteras, 2006.

García, Adriano. La concepción estratégica de las transformaciones en la economía energética. INIE, 1997.

García,A. Diagnóstico de la economía energética nacional y la estrategia desde la óptica del uso racional de la energía, 2000.

“Generación distribuida,” Noviembre 11, 2007.  
[www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA\\_1917\\_generacion\\_distribución](http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_1917_generacion_distribución).

Hernández, S. R. Metodología de la Investigación. Mc Graw. México, 1995.

Inter Press Service. “Latinoamérica lista para a negociación del ALCA.” El Globo (Caracas). ,

Enero 2002.

“La diplomacia se dirigió a la región.” El Universal (Caracas), Febrero 7, 2005.

León Rodríguez, Mary. “Del dicho a hecho para la conformación de la Zona de Libre comercio energético. Petrovisión (Caracas) , Enero 2, 000.

Lluís ,Batet. Análisis de las perspectivas energéticas mundiales para el próximo cuarto de Siglo, en Energía, Participación y sostenibilidad. Ingeniería Sin Fronteras, 2004.

“Militarización y hegemonía,” Octubre 2004.  
<http://WWW.visionesalternativas.com/militarizacion/articulos/alca/6.htm>.

Monteagudo Yanes, José P, y Aníbal Borroto . La “producción equivalente”. un método para elevar la efectividad de los índices energéticos. Cienfuegos.

Nocedo de León, I. Metodología de al Investigación educacional. La Habana: Pueblo y Educación, 2001.

OLADE. “Aspectos económicos, regulatorios y de política energética,” Octubre 5, 2007.  
[www.olade.org.ec/InformeEnergético/informeenergetico05.htm](http://www.olade.org.ec/InformeEnergético/informeenergetico05.htm).

OLADE. “Informe Energético: Aspectos Relevantes en el 2000,” Octubre 5, .  
[WWW.olade.org.ec/InformeEnergetico/InformeEnergetico02b.htm](http://WWW.olade.org.ec/InformeEnergetico/InformeEnergetico02b.htm). .

OLADE. “Organización Latinoamericana de la Energía. Sistema de Información Económico-Energética,” Febrero 3, 002.  
[www.cubaeconomica.com/numero77/esp/eneymine.htm](http://www.cubaeconomica.com/numero77/esp/eneymine.htm).

Partido Comunista de Cuba. Congreso 3. La Habana: Editora Política, 1986.

Partido Comunista de Cuba. Resoluciones aprobadas por el II Congreso Comunista de Cuba. La Habana: Editora Política, 981.

Partido Comunista de Cuba. Tesis y Resoluciones.Congreso 1. La Habana: Dpto. de Orientación Revolucionaria, 1976.

“Petróleo sigue batiendo record. .” Granma (La Habana). , Septiembre 21, 2007.

Petróleo y gas en América Latina: un análisis político de relaciones internacionales a partir de la política venezolana, 2006. [www.cepal.com](http://www.cepal.com).

“Relaciones entre las reservas y Producción de petróleo en el mundo. Evolución,” Octubre 9, 2006. <http://www.foronuclear.org>.

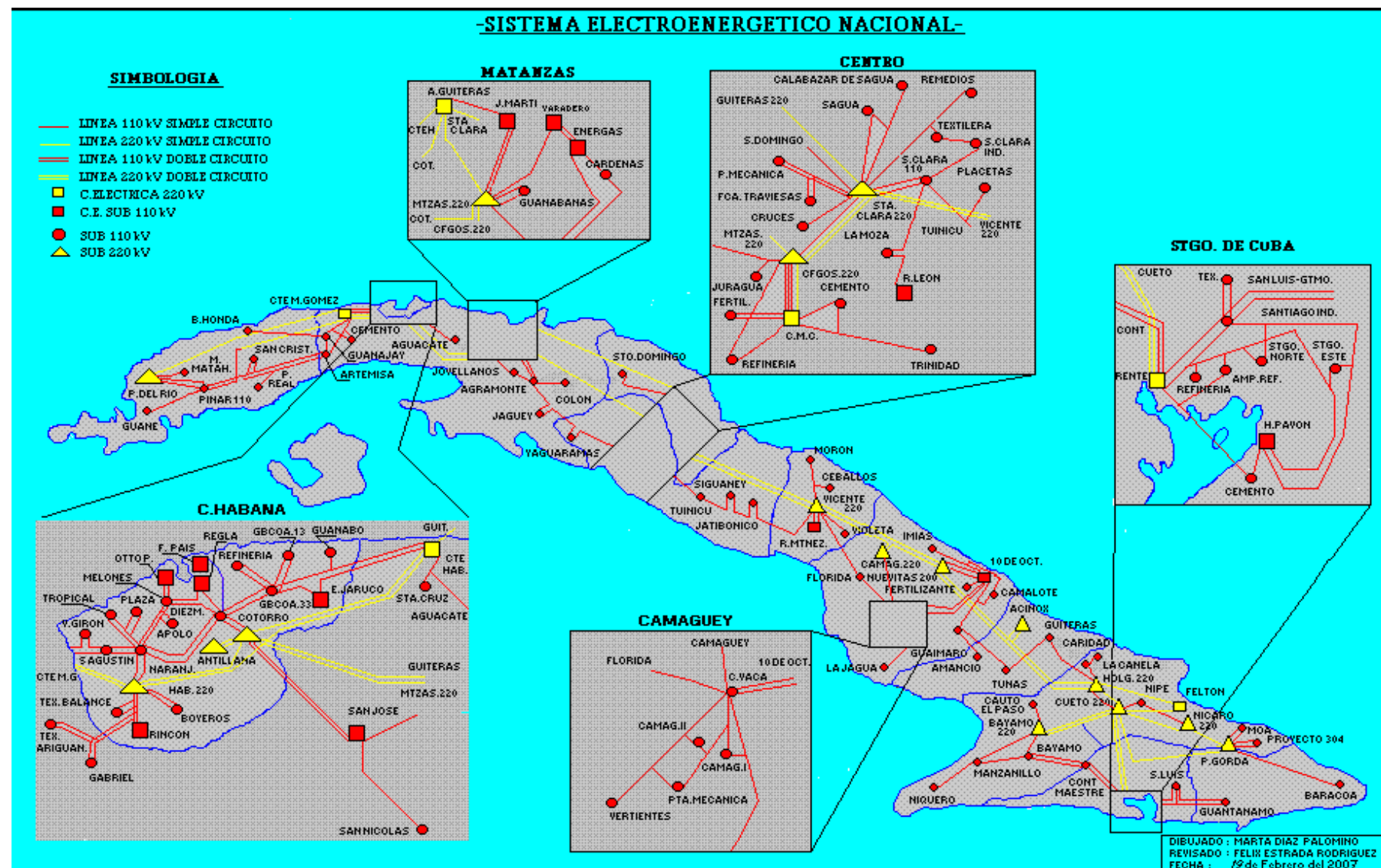
Somoza Cabrera, J. Reformas en el sector de la energía en América Latina y el Caribe, 2005.

“Tercer Mundo Económico-Integración Energética en el MERCOSUR,” Noviembre 12, 2007.  
[www.redtercermundo.org.uy/tm\\_economico/texto\\_completo](http://www.redtercermundo.org.uy/tm_economico/texto_completo).

“Tercer Mundo Económico-Integración energética en el Mercosur,” Octubre 11, 2006.  
[www.redtercermundo.org.uy/tm\\_economico/texto\\_completo](http://www.redtercermundo.org.uy/tm_economico/texto_completo).

- Universidad Carlos Rafael Rodríguez. Sistema Internacional de unidades. Cienfuegos, 1988.
- Urrutia Torres, L. de. Metodología, métodos y técnicas de la Investigación Social. La Habana: Félix Varela, 2003.
- Valdés Paz, Manuel. "Construcción del Parque eólico en la provincia de Holguín. Trabajadores (La Habana). , Septiembre 24, 2007.
- Viego Felipe, P. Temas especiales de sistemas eléctricos industriales. Cienfuegos, 2006.
- Zononi, Carlos R. "Excelencia en la Gestión." Análisis de Coyuntura (Caracas) , Julio 2003.

## ANEXO



## **ANEXO II**

**POTENCIA INSTALADA Y GENERACION EN UNIDADES TERMICAS, HIDROELECTRICAS, TURBINAS DE GAS, PRODUCTORES INDEPENDIENTES, GEA, PARQUE EOLIC, PEQUEÑAS HIDROELECTRICAS Y AZUCARERAS+INDUSTRIAS SINCRONIZADAS AL S.E.N AÑO 2007**

| <b>Nombre de la planta</b>  | <b>No. de unidades</b> | <b>Tipo de unidad</b> | <b>Cap. Instalada en MW</b> |
|-----------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Robustino León              | 3                      | hidroelectrica        | 43.00                       |
| Otto Parellada              | 1                      | térmica               | 64.00                       |
| Máximo Gómez                | 4                      | térmica               | 400.00                      |
| N.E Habana                  | 2                      | térmica               | 200.00                      |
| José Martí                  | 1                      | térmica               | 35.00                       |
| A. Guiteras                 | 1                      | térmica               | 330.00                      |
| C.M. de Céspedes            | 3                      | térmica               | 345.00                      |
| 10 de Octubre               | 3                      | térmica               | 310.00                      |
| Lidio Ramón Pérez           | 2                      | térmica               | 500.00                      |
| Antonio Maceo               | 3                      | térmica               | 300.00                      |
| San José                    | 3                      | turbina de gas        | 60.00                       |
| Rincón                      | 1                      | turbina de gas        | 20.00                       |
| Parque eólico               | 1                      | P.E                   | 0.50                        |
| Peq. Hidroeléctricas        | 30                     | P.H                   | 14.60                       |
| Enervas Varadero            | 5                      | P.G                   | 180.00                      |
| Enervas Jaruco              | 5                      | P.G                   | 175.00                      |
| Enervas Puerto Escondido    | 1                      | P.G                   | 20.00                       |
| Grupos Electrógenos         |                        | G.E                   | 1596.80                     |
| total azucareras+ independ. |                        |                       | 688.00                      |
| <b>Total</b>                |                        |                       | <b>5281.90</b>              |

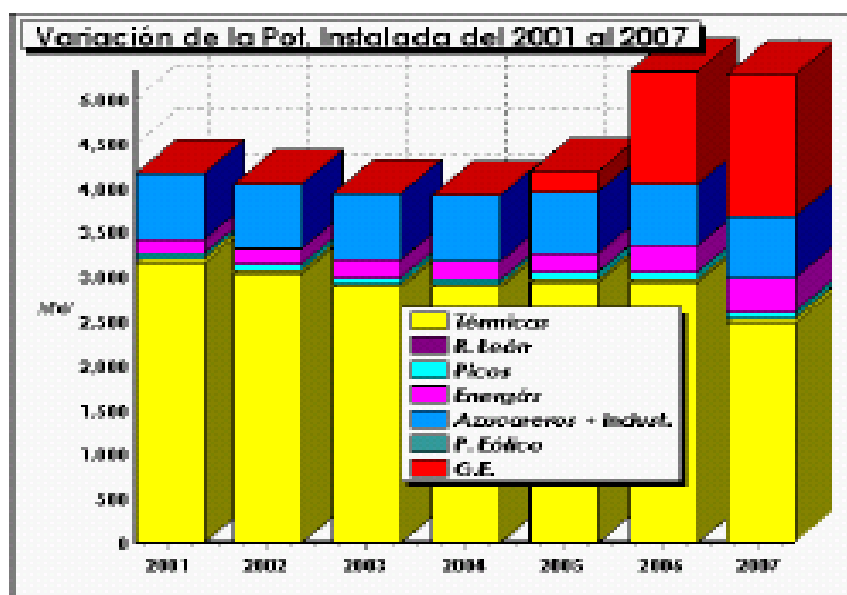
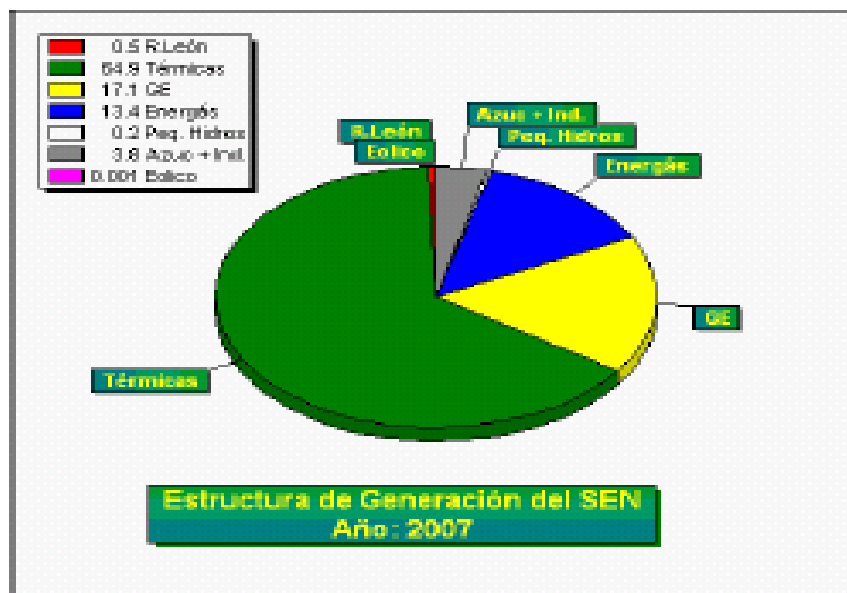
## ANEXO III



Despacho Nacional de Carga

9

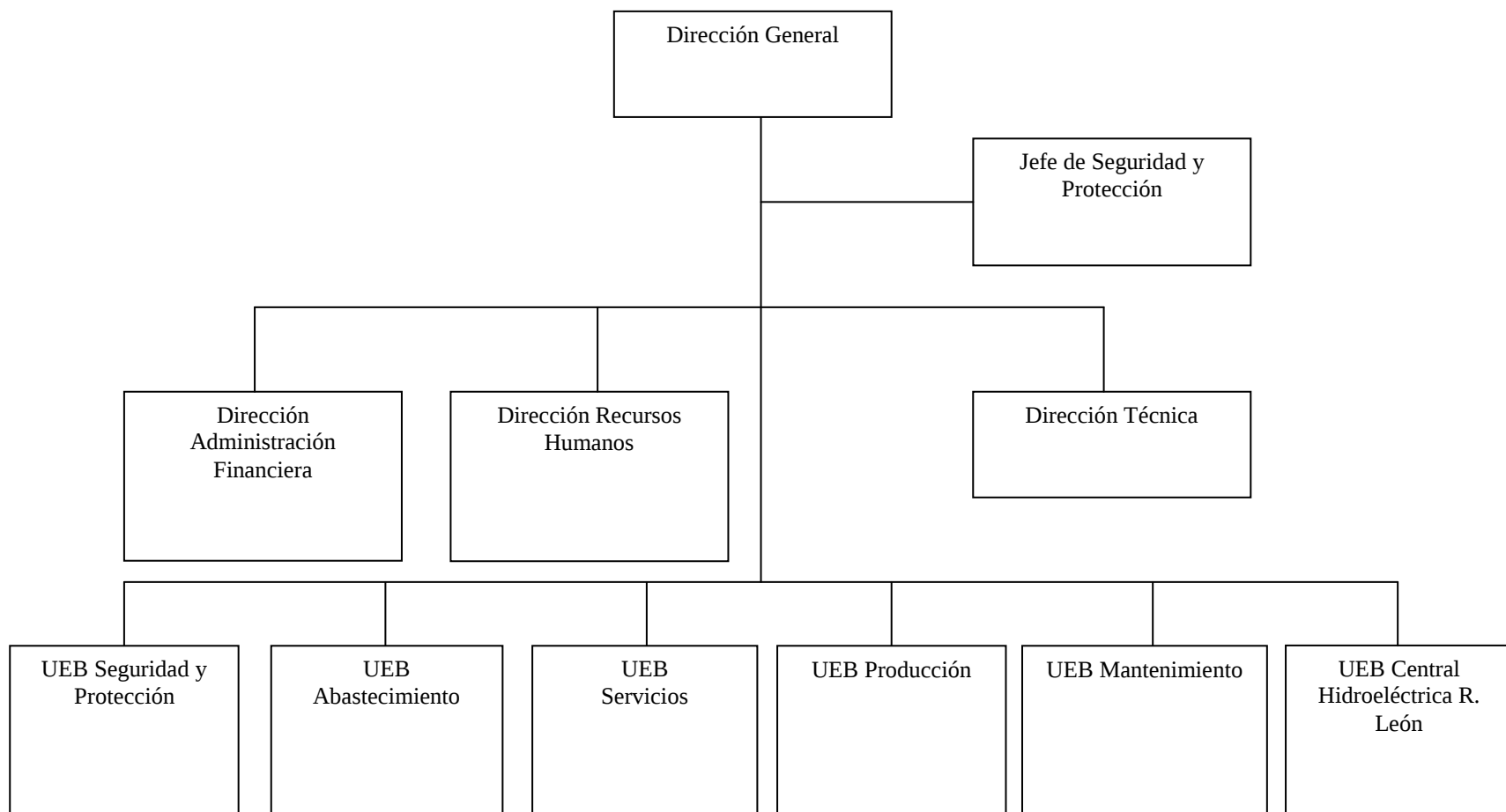
UNION ELECTRIKA



Elaborado por: DNC, 13 agosto 2008

## ANEXO IV

### ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA



## ANEXO V

### INFORME PREVIO DE PRODUCCIÓN

ENTIDAD: CTE Carlos Manuel de Céspedes ETAPA:

#### INDICADORES BASICOS DEL PLAN DE PRODUCCION

| INDICADOR                        | DIMENSION | PLAN TECN.<br>ECONÓMICO | PLAN<br>OPERATIVO | PLAN<br>REAJUSTADO | REAL   |
|----------------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|--------------------|--------|
| GENERACION BRUTA                 | MWh       | 80760,73                | 120750            | 159754             | 159754 |
| FACTOR POT.<br>DISPONIBLE (16 h) | %         | 48,21                   | 56,0              | 65,63              | 66,80  |
| CONSUMO ESPEC.<br>BRUTO          | g/KWh     | 265,84                  | 256,7             | 255,67             | 254,36 |
| FACTOR DE INSUMO                 | %         | 6,40                    | 4,57              | 6,52               | 6,47   |
| CONSUMO ESPEC. NETO              | g/KWh     | 284,03                  | 269,0             | 273,50             | 271,95 |

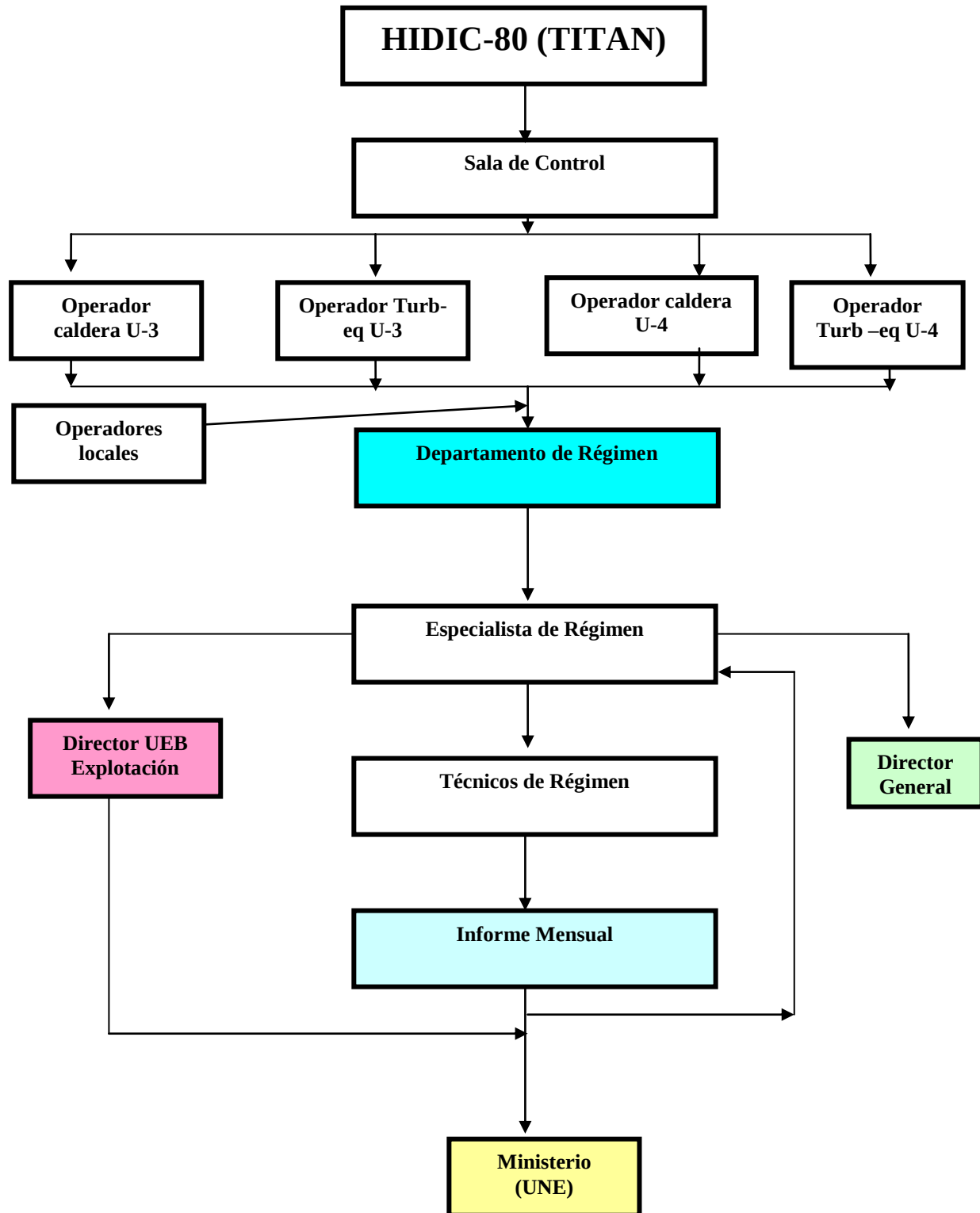
| CONFIABILIDAD DE ARRANQUES<br>SOLO PARA RÉGIMEN DE ARRANQUE-PARADA |             |            |
|--------------------------------------------------------------------|-------------|------------|
| CANTIDAD DE ARRANQUES                                              | SOLICITADOS | EFFECTIVOS |
| 2                                                                  | 2           | 2          |

| BALANCE PRODUCCIÓN – CONSUMO |         |                |                |                |                |
|------------------------------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| INDICADOR<br>PRODUCTIVO      | DIMENS. | UNIDAD No<br>1 | UNIDAD<br>No 2 | UNIDAD<br>No 3 | UNIDAD<br>No 4 |
| TIEMPO DE SERVICIO           | HORAS   | 0,00           | 0,00           | 744,00         | 695,43         |
| CARGA PROMEDIO               | MW      | 0,00           | 0,0            | 109,2          | 112,9          |
| GENERACIÓN BRUTA             | MWh     | 0              | 0              | 81223          | 78531          |
| CONSUMO DE COMB.             | Ton-eq  | 0              | 0              | 20860,98       | 19774,45       |
| INSUMO ELÉCTRICO             | MWh     | 0              | 0              | 5384,88        | 4947,69        |

|                | NOMBRE Y APELLIDOS            | CARGO                 | FIRMA |
|----------------|-------------------------------|-----------------------|-------|
| ELABORADO POR: | Ing. Francisco Berroa Borrell | <i>Tec. Régimen</i>   |       |
| CORDADO POR:   | Ing. Víctor Molina Romeo      | <i>Esp. principal</i> |       |
| APROBADO POR:  | Ing. José Acevedo Mat         | <i>Dir. UEBP</i>      |       |

## ANEXO VI

### Estructura de la administración de energía en la CTE



## ANEXO VII

### Diario.

| PRINCIPALES INDICADORES TÉCNICOS |      |                           |                                         | ACUMULADO                             |                              |                               | DESDE:                        | 01/09/2006                           | HASTA:                                     | 14/09/2006                                 |
|----------------------------------|------|---------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
| UNIDAD                           |      | GENER.<br>BRUTA<br><br>MW | PLAN<br>MES<br>FI / CEB<br>CEN /<br>FPD | C.<br>PROM.<br>H. OPER.<br><br>MW / H | FACT.<br>INS.<br>MW<br><br>% | C. E. B.<br>T-eq<br><br>g/KWh | C. E. N.<br>T-eq<br><br>g/KWh | FACT.<br>POT.<br>DISP.<br><br>MW / % | E.DISP.MWh<br>E.IND.MWh<br>I. D. PLAN<br>% | E.DISP.MWh<br>E.IND.MWh<br>I. D. REAL<br>% |
| CMC-3                            | REAL | 36290,0                   | 251,2                                   | 114,5                                 | 2262,48                      | 9213,95                       | 9213,95                       | 1954,1                               | 12369,50                                   | 5750,50                                    |
|                                  | PLAN |                           | 267,9                                   |                                       | 6,22                         | 251,21                        | 267,89                        | 76,7                                 |                                            |                                            |
|                                  | REAL | 100,0%                    | 76,7                                    | 316,9                                 | 6,23                         | 253,90                        | 270,78                        | 88,3                                 | 23,30                                      | 10,83                                      |
| CMC-4                            | PLAN | 40473,0                   | 4,08                                    | 120,5                                 | 872,64                       | 10106,18                      | 10106,18                      | 2048,3                               | 53088,00                                   | 52708,14                                   |
|                                  | REAL | 40473,0                   | 249,7                                   | 120,5                                 | 77,57                        | 10149,19                      | 10149,19                      | 2151,6                               | 3928,51                                    | 1492,49                                    |
|                                  | PLAN |                           | 255,2                                   |                                       | 2,16                         | 249,70                        | 255,20                        | 92,6                                 |                                            |                                            |
|                                  | REAL | 100,0%                    | 92,6                                    | 336,0                                 | 0,19                         | 250,76                        | 251,25                        | 97,3                                 | 7,40                                       | 2,83                                       |
| BL-158<br>MW                     | PLAN | 76763,0                   | 4,08                                    | 117,6                                 | 3131,10                      | 19222,74                      | 19222,74                      | 3744,9                               | 106176,00                                  | 105796,14                                  |
|                                  | REAL | 76763,0                   | 250,4                                   | 117,6                                 | 2340,05                      | 19363,13                      | 19363,13                      | 4105,6                               | 16298,02                                   | 7242,99                                    |
|                                  | PLAN |                           | 261,1                                   |                                       | 4,08                         | 250,42                        | 261,07                        | 84,7                                 |                                            |                                            |
|                                  | REAL | 100,0%                    | 84,7                                    | 652,9                                 | 3,05                         | 252,25                        | 260,18                        | 92,8                                 | 15,35                                      | 6,85                                       |
| C.T.E.<br>C.M.C.                 | PLAN | 78576,0                   | 4,31                                    |                                       | 3384,32                      | 19900,17                      | 19900,17                      | 3877,7                               | 109776,00                                  | 119844,24                                  |
|                                  | REAL | 78576,0                   | 253,3                                   |                                       | 2576,55                      | 20008,16                      | 20008,16                      | 4245,4                               | 16445,62                                   | 7800,55                                    |
|                                  | PLAN |                           | 264,7                                   |                                       | 4,31                         | 253,26                        | 264,66                        | 73,7                                 |                                            |                                            |
|                                  | REAL | 100,0%                    | 73,7                                    |                                       | 3,28                         | 254,63                        | 263,27                        | 80,6                                 | 14,98                                      | 6,51                                       |

## Anexo VIII

### Control y Análisis del Puesto Clave Insumo Bombas de Agua Alimentar

| Hora  | Metro<br>Gen. Bruta | Carga<br>Prom.<br>MW | Metro               |   |   | Insumo     |            | Dif.Real<br>- Plan<br>MW | Carga<br>Inst.<br>MW | Flujo               |   |   | Flujo A. Alim. |             | Dif.Real<br>Plan<br>Ton | OBSERV |
|-------|---------------------|----------------------|---------------------|---|---|------------|------------|--------------------------|----------------------|---------------------|---|---|----------------|-------------|-------------------------|--------|
|       |                     |                      | Insumo B. Alimentar |   |   | Real<br>MW | Plan<br>MW |                          |                      | Bombas de alimentar |   |   | Total<br>Ton   | Plan<br>Ton |                         |        |
|       |                     |                      | A                   | B | C |            |            |                          |                      | A                   | B | C |                |             |                         |        |
| 0:00  |                     |                      |                     |   |   |            |            |                          |                      |                     |   |   |                |             |                         |        |
| 1:00  |                     |                      |                     |   |   |            |            |                          |                      |                     |   |   |                |             |                         |        |
| 2:00  |                     |                      |                     |   |   |            |            |                          |                      |                     |   |   |                |             |                         |        |
| 3:00  |                     |                      |                     |   |   |            |            |                          |                      |                     |   |   |                |             |                         |        |
| 4:00  |                     |                      |                     |   |   |            |            |                          |                      |                     |   |   |                |             |                         |        |
| 5:00  |                     |                      |                     |   |   |            |            |                          |                      |                     |   |   |                |             |                         |        |
| 6:00  |                     |                      |                     |   |   |            |            |                          |                      |                     |   |   |                |             |                         |        |
| 7:00  |                     |                      |                     |   |   |            |            |                          |                      |                     |   |   |                |             |                         |        |
| 9:00  |                     |                      |                     |   |   |            |            |                          |                      |                     |   |   |                |             |                         |        |
| 10:00 |                     |                      |                     |   |   |            |            |                          |                      |                     |   |   |                |             |                         |        |
| 11:00 |                     |                      |                     |   |   |            |            |                          |                      |                     |   |   |                |             |                         |        |
| 12:00 |                     |                      |                     |   |   |            |            |                          |                      |                     |   |   |                |             |                         |        |
| 13:00 |                     |                      |                     |   |   |            |            |                          |                      |                     |   |   |                |             |                         |        |
| 14:00 |                     |                      |                     |   |   |            |            |                          |                      |                     |   |   |                |             |                         |        |
| 15:00 |                     |                      |                     |   |   |            |            |                          |                      |                     |   |   |                |             |                         |        |
| 17:00 |                     |                      |                     |   |   |            |            |                          |                      |                     |   |   |                |             |                         |        |
| 18:00 |                     |                      |                     |   |   |            |            |                          |                      |                     |   |   |                |             |                         |        |
| 19:00 |                     |                      |                     |   |   |            |            |                          |                      |                     |   |   |                |             |                         |        |
| 20:00 |                     |                      |                     |   |   |            |            |                          |                      |                     |   |   |                |             |                         |        |
| 21:00 |                     |                      |                     |   |   |            |            |                          |                      |                     |   |   |                |             |                         |        |
| 22:00 |                     |                      |                     |   |   |            |            |                          |                      |                     |   |   |                |             |                         |        |
| 23:00 |                     |                      |                     |   |   |            |            |                          |                      |                     |   |   |                |             |                         |        |

Carga promedio es igual a la lectura del metro hora actual menos la lectura hora anterior. La Carga Instantánea se toma al momento de tomar los flujos de las bombas

El insumo real es la suma de la diferencia de los metros de las 3 B.Alimentar. El Flujo Total es igual a la lectura flujómetro actual menos la lectura

El Insumo plan buscarlo por la tabla contra la carga, al igual que el plan de flujo total

Si la diferencia Real-Plan es  $> 0$  MW ó  $> 0$  Ton hay que buscar las posibles causas y escribir lo realizado en el Análisis del Turno. Este análisis se realiza como mínimo 1 vez por turno.

**Posibles causas: (no todas)** Pase por la recirculación. Revisar las recirculaciones. Ponchadura de alguno de los CAP. Revisar comportamiento niveles, etc

### **Anexo IX: Valores Normativos.**

| Carga Promedio | Temperatura Agua Alim. | Carga Promedio | Temperatura Agua Alim. | Carga Promedio | Temperatura Agua Alim. |
|----------------|------------------------|----------------|------------------------|----------------|------------------------|
| 40             | 189                    | 80             | 218                    | 121            | 241                    |
| 41             | 190                    | 81             | 218                    | 122            | 242                    |
| 42             | 191                    | 82             | 219                    | 123            | 242                    |
| 43             | 191                    | 83             | 220                    | 124            | 243                    |
| 44             | 192                    | 84             | 220                    | 125            | 243                    |
| 45             | 193                    | 85             | 221                    | 126            | 244                    |
| 46             | 194                    | 86             | 221                    | 127            | 244                    |
| 47             | 194                    | 87             | 222                    | 128            | 245                    |
| 48             | 195                    | 88             | 223                    | 129            | 245                    |
| 49             | 196                    | 89             | 223                    | 130            | 246                    |
| 50             | 197                    | 90             | 224                    | 131            | 246                    |
| 51             | 197                    | 91             | 225                    | 132            | 247                    |
| 52             | 198                    | 92             | 225                    | 133            | 247                    |
| 53             | 199                    | 93             | 226                    | 134            | 248                    |
| 54             | 200                    | 94             | 226                    | 135            | 248                    |
| 55             | 200                    | 95             | 227                    | 136            | 249                    |
| 56             | 201                    | 96             | 228                    | 137            | 249                    |
| 57             | 202                    | 97             | 228                    | 138            | 250                    |
| 58             | 203                    | 98             | 229                    | 139            | 250                    |
| 59             | 203                    | 99             | 229                    | 140            | 251                    |
| 60             | 204                    | 100            | 230                    | 141            | 251                    |
| 61             | 205                    | 101            | 230                    | 142            | 252                    |
| 62             | 205                    | 102            | 231                    | 143            | 252                    |
| 63             | 206                    | 103            | 232                    | 144            | 252                    |
| 64             | 207                    | 104            | 232                    | 145            | 253                    |
| 65             | 208                    | 105            | 233                    | 146            | 253                    |
| 66             | 208                    | 106            | 233                    | 147            | 254                    |
| 67             | 209                    | 107            | 234                    | 148            | 254                    |
| 68             | 210                    | 108            | 234                    | 149            | 255                    |
| 69             | 210                    | 109            | 235                    | 150            | 255                    |
| 70             | 211                    | 110            | 236                    | 151            | 255                    |
| 71             | 212                    | 111            | 236                    | 152            | 256                    |
| 72             | 212                    | 112            | 237                    | 153            | 256                    |
| 73             | 213                    | 113            | 237                    | 154            | 257                    |
| 74             | 214                    | 114            | 238                    | 155            | 257                    |
| 75             | 214                    | 115            | 238                    | 156            | 257                    |
| 76             | 215                    | 116            | 239                    | 157            | 258                    |
| 77             | 216                    | 117            | 239                    | 158            | 258                    |
| 78             | 216                    | 118            | 240                    | 159            | 259                    |
| 79             | 217                    | 119            | 240                    | 160            | 259                    |
| 80             | 218                    | 120            | 241                    |                |                        |

| Car<br>ga<br>Promedio | POTENCIA |     | Flujo de |      | Carga<br>Promedio | POTENCIA |     | Flujo de |      | Carga<br>Promedio | POTENCIA |     | Flujo de |      |
|-----------------------|----------|-----|----------|------|-------------------|----------|-----|----------|------|-------------------|----------|-----|----------|------|
|                       | B.A.A.   | VTF | B.A.A.   | Aire |                   | B.A.A.   | VTF | B.A.A.   | Aire |                   | B.A.A.   | VTF | B.A.A.   | Aire |
| 40                    | 1,3      | 1,0 | 157      | 29   | 80                | 2,8      | 1,3 | 260      | 43   | 121               | 3,2      | 1,7 | 400      | 59   |
| 41                    | 1,3      | 1,0 | 159      | 29   | 81                | 2,8      | 1,3 | 263      | 43   | 122               | 3,2      | 1,7 | 404      | 60   |
| 42                    | 1,3      | 1,0 | 161      | 29   | 82                | 2,8      | 1,3 | 266      | 44   | 123               | 3,2      | 1,7 | 407      | 60   |
| 43                    | 1,3      | 1,0 | 163      | 30   | 83                | 2,8      | 1,3 | 269      | 44   | 124               | 3,2      | 1,7 | 411      | 60   |
| 44                    | 1,4      | 1,0 | 165      | 30   | 84                | 2,8      | 1,3 | 273      | 44   | 125               | 3,3      | 1,7 | 414      | 61   |
| 45                    | 1,4      | 1,0 | 167      | 31   | 85                | 2,8      | 1,4 | 276      | 45   | 126               | 3,3      | 1,7 | 418      | 61   |
| 46                    | 1,4      | 1,0 | 170      | 31   | 86                | 2,8      | 1,4 | 279      | 45   | 127               | 3,3      | 1,7 | 422      | 62   |
| 47                    | 1,4      | 1,0 | 172      | 31   | 87                | 2,9      | 1,4 | 282      | 45   | 128               | 3,3      | 1,7 | 425      | 62   |
| 48                    | 1,4      | 1,0 | 174      | 32   | 88                | 2,9      | 1,4 | 285      | 46   | 129               | 3,3      | 1,7 | 429      | 63   |
| 49                    | 1,4      | 1,0 | 176      | 32   | 89                | 2,9      | 1,4 | 289      | 46   | 130               | 3,3      | 1,8 | 433      | 63   |
| 50                    | 1,4      | 1,0 | 178      | 32   | 90                | 2,9      | 1,4 | 292      | 47   | 131               | 3,3      | 1,8 | 436      | 64   |
| 51                    | 1,4      | 1,1 | 181      | 33   | 91                | 2,9      | 1,4 | 295      | 47   | 132               | 3,3      | 1,8 | 440      | 64   |
| 52                    | 1,5      | 1,1 | 183      | 33   | 92                | 2,9      | 1,4 | 299      | 47   | 133               | 3,3      | 1,8 | 443      | 65   |
| 53                    | 1,5      | 1,1 | 185      | 33   | 93                | 2,9      | 1,4 | 302      | 48   | 134               | 3,3      | 1,8 | 447      | 65   |
| 54                    | 1,5      | 1,1 | 188      | 34   | 94                | 2,9      | 1,4 | 305      | 48   | 135               | 3,4      | 1,8 | 451      | 66   |
| 55                    | 1,5      | 1,1 | 190      | 34   | 95                | 2,9      | 1,4 | 309      | 48   | 136               | 3,4      | 1,8 | 454      | 66   |
| 56                    | 1,5      | 1,1 | 193      | 34   | 96                | 2,9      | 1,5 | 312      | 49   | 137               | 3,4      | 1,8 | 458      | 67   |
| 57                    | 1,5      | 1,1 | 195      | 35   | 97                | 3,0      | 1,5 | 315      | 49   | 138               | 3,4      | 1,8 | 462      | 67   |
| 58                    | 1,5      | 1,1 | 198      | 35   | 98                | 3,0      | 1,5 | 319      | 50   | 139               | 3,4      | 1,8 | 465      | 68   |
| 59                    | 1,5      | 1,1 | 200      | 35   | 99                | 3,0      | 1,5 | 322      | 50   | 140               | 3,4      | 1,8 | 469      | 68   |
| 60                    | 1,6      | 1,1 | 203      | 36   | 100               | 3,0      | 1,5 | 326      | 50   | 141               | 3,4      | 1,8 | 472      | 69   |
| 61                    | 1,6      | 1,1 | 205      | 36   | 101               | 3,0      | 1,5 | 329      | 51   | 142               | 3,4      | 1,9 | 476      | 69   |
| 62                    | 1,6      | 1,1 | 208      | 37   | 102               | 3,0      | 1,5 | 333      | 51   | 143               | 3,4      | 1,9 | 480      | 70   |
| 63                    | 1,6      | 1,2 | 211      | 37   | 103               | 3,0      | 1,5 | 336      | 52   | 144               | 3,5      | 1,9 | 483      | 70   |
| 64                    | 1,6      | 1,2 | 213      | 37   | 104               | 3,0      | 1,5 | 339      | 52   | 145               | 3,5      | 1,9 | 487      | 71   |
| 65                    | 1,6      | 1,2 | 216      | 38   | 105               | 3,0      | 1,5 | 343      | 52   | 146               | 3,5      | 1,9 | 490      | 71   |
| 66                    | 1,6      | 1,2 | 219      | 38   | 106               | 3,1      | 1,5 | 346      | 53   | 147               | 3,5      | 1,9 | 494      | 72   |
| 67                    | 1,6      | 1,2 | 222      | 38   | 107               | 3,1      | 1,6 | 350      | 53   | 148               | 3,5      | 1,9 | 497      | 73   |
| 68                    | 1,7      | 1,2 | 224      | 39   | 108               | 3,1      | 1,6 | 354      | 54   | 149               | 3,5      | 1,9 | 501      | 73   |
| 69                    | 1,7      | 1,2 | 227      | 39   | 109               | 3,1      | 1,6 | 357      | 54   | 150               | 3,5      | 1,9 | 505      | 74   |
| 70                    | 1,7      | 1,2 | 230      | 39   | 110               | 3,1      | 1,6 | 361      | 54   | 151               | 3,5      | 1,9 | 508      | 74   |
| 71                    | 1,7      | 1,2 | 233      | 40   | 111               | 3,1      | 1,6 | 364      | 55   | 152               | 3,5      | 1,9 | 512      | 75   |
| 72                    | 1,7      | 1,2 | 236      | 40   | 112               | 3,1      | 1,6 | 368      | 55   | 153               | 3,5      | 1,9 | 515      | 75   |
| 73                    | 1,7      | 1,2 | 239      | 40   | 113               | 3,1      | 1,6 | 371      | 56   | 154               | 3,6      | 1,9 | 519      | 76   |
| 74                    | 1,7      | 1,3 | 242      | 41   | 114               | 3,1      | 1,6 | 375      | 56   | 155               | 3,6      | 1,9 | 522      | 77   |
| 75                    | 1,7      | 1,3 | 245      | 41   | 115               | 3,1      | 1,6 | 378      | 57   | 156               | 3,6      | 1,9 | 526      | 77   |
| 76                    | 1,8      | 1,3 | 248      | 41   | 116               | 3,2      | 1,6 | 382      | 57   | 157               | 3,6      | 2,0 | 529      | 78   |
| 77                    | 1,8      | 1,3 | 251      | 42   | 117               | 3,2      | 1,6 | 386      | 57   | 158               | 3,6      | 2,0 | 533      | 78   |
| 78                    | 1,8      | 1,3 | 254      | 42   | 118               | 3,2      | 1,7 | 389      | 58   | 159               | 3,6      | 2,0 | 536      | 79   |
| 79                    | 1,8      | 1,3 | 257      | 43   | 119               | 3,2      | 1,7 | 393      | 58   | 160               | 3,6      | 2,0 | 540      | 80   |
| 80                    | 1,8      | 1,3 | 260      | 43   | 120               | 3,2      | 1,7 |          |      |                   |          |     |          |      |
|                       |          |     |          |      |                   |          |     | 396      | 59   |                   |          |     |          |      |

## **Anexo X**

### **PLAN DE ACCIÓN PARA LOS PUESTOS CLAVES QUE INCIDEN EN LA ELECTRICIDAD.**

#### **PLAN DE ACCIÓN PARA LOS PUESTOS CLAVES QUE INCIDEN EN LA ELECTRICIDAD.**

| No | TAREA                                                                                                                                                                 | RESPONSABLE                                                                       | FECHA CUMPL             | Se ejecuta según Procedimiento                                            |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Ejecutar los mttos en los plazos previstos evitando deterioro de la instalación (Caldera)<br><br>CMC 3 Mtto Parcial Ampliado<br>CMC 4 terminación de la Modernización | Dtor Técnico<br>Dtor de Mtto                                                      | 2do Trim<br>1er Trim    |                                                                           |
| 2  | 3.1 Llevar control riguroso y estricto de todos los indicadores TE de la Central<br>3.2 Análisis por equipos del insumo de las unidades 3 y 4                         | Dtor de Producción<br><br>Esp. Ppal G. Rég.<br><br>Téc. B en CCEE .               | Diario                  | UG-ID 0104<br><br>Según programa “Diario”<br><br>Según programa de Insumo |
| 3  | Sacar fuera de servicio los equipos de 6KV que correspondan siempre que las unidades operen por debajo de 80 MW. Chequeo del insumo de los VTF, BAA y B. Circulación  | Jefe de Turno,<br>J'Bloque 6<br>Operadores                                        | Diario                  | Según Normas de Operación                                                 |
| 4  | Control del agua de reposición                                                                                                                                        | 4 J'Turno, 4<br>J'Bloque<br>8 Operadores<br>Esp. Ppal G. Rég.<br>Téc. B en CCEE . | Diario                  | TC-OA 0040                                                                |
| 5  | Control del ensuciamiento de los CAR                                                                                                                                  | 4 J'Turno, 4<br>J'Bloque<br>8 Operadores<br>Esp. Ppal G. Rég.<br>Téc. B en CCEE . | Diario                  | Según programa Seguimiento de Parámetros.                                 |
| 6  | Evaluación del control de la limpieza de los CAR                                                                                                                      | Esp. Ppal G. Rég.<br>Téc en CCEE                                                  | Posterior a la limpieza | TC-OA 0044                                                                |
| 7  | Llenado correcto de los modelos de los puestos claves                                                                                                                 | 4 J'Turno, 4<br>J'Bloque 32<br>operadores                                         | Diario                  | Modelos puestos claves                                                    |
| 8  | Control de los modelos de los puestos claves.                                                                                                                         | Esp. Ppal G. Rég.<br>Téc en CCEE                                                  | Diario                  | Modelos puestos claves                                                    |

### **Anexo XI**

#### **PLAN DE ACCIÓN PARA LOS PUESTOS CLAVES QUE INCIDEN EN LOS COMBUSTIBLES.**

#### **PLAN DE ACCIÓN PARA LOS PUESTOS CLAVES QUE INCIDEN EN LOS COMBUSTIBLES.**

| No | TAREA                                                                                                                                                   | RESPONSABLE                                                                                  | FECHA CUMPL                            | Se ejecuta según Procedimiento                                 |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1  | Ajuste de combustión. Análisis de gases                                                                                                                 | Dtor Producción<br>Esp. Ppal G. Rég.<br>Téc. B en CCEE .<br>Grupo Reg;                       | Semanal, posterior a llegada de celdas | TC-OA 0055                                                     |
| 2  | Control y pruebas de quemadores                                                                                                                         | 4 J'Turno, 4 J'Bloque<br>8 Operadores<br>Esp. Ppal G. Rég.<br>Téc. B en CCEE .<br>Grupo Reg; | Diario y semanal                       | TC-OA 0011                                                     |
| 2  | Ejecutar los mttos en los plazos previstos evitando deterioro de la instalación<br>CMC 3 Mtto Parcial Ampliado<br>CMC 4 terminación de la Modernización | Dtor Técnico y Dtor de Mtto                                                                  | 2do Trim<br>1er Trim                   |                                                                |
| 3  | 3.1 Llevar control riguroso y estricto de todos los indicadores TE de la Central<br>3.2 Análisis de los sobreconsumos de combustible                    | Dtor de Producción<br><br>Esp. Ppal G. Rég.<br>Téc. B en CCEE .<br>Grupo Reg;                | Diario                                 | UG-ID 0104<br><br>UG-ID 0104<br>y según programa Sobreconsumos |

|   |                                                                   |                                                       |          |                               |
|---|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------|-------------------------------|
| 4 | Correcto llenado y control de los modelos de los puestos claves   | 4 J'Turno, 4 J'Bloque                                 |          | Modelos de los puestos claves |
|   |                                                                   | 8 Operadores<br>Esp. Ppal G. Rég.<br>Téc. B en CCEE . | Diario   |                               |
| 5 | Control del agua de reposición                                    | 4 J'Turno, 4 J'Bloque                                 | Diario   | TC-OA 0040                    |
|   |                                                                   | 8 Operadores                                          |          |                               |
|   |                                                                   | Esp. Ppal G. Rég.                                     |          |                               |
|   |                                                                   | Téc. B en CCEE .                                      |          |                               |
| 6 | Control de los sistemas de limpieza continua de los condensadores | 4 J'Turno, 4 J'Bloque                                 | Diario   | TC-OA 0041                    |
|   |                                                                   | 8 Operadores                                          |          |                               |
|   |                                                                   | Esp. Ppal G. Rég.                                     |          |                               |
|   |                                                                   | Téc. B en CCEE .                                      |          |                               |
| 7 | Evaluación de la limpieza del condensador                         | Esp. Ppal G. Rég.      Téc<br>en CCEE                 | Eventual | TC-OA 0039                    |