



## PROCEDIMIENTO PARA LA MEJORA DE PROCESOS QUE INTERVIENEN EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

### Resumen / Abstract

El ahorro de combustible es una necesidad devenida por su agotamiento previsible, la inestabilidad en sus precios y el impacto ambiental que causa su uso continuado. El mundo ha desarrollado varias políticas de contención, entre las cuales se incluye el incremento máximo de la eficiencia en el uso de todas las formas de energía. La mejora continua de procesos y de los indicadores que caracterizan el consumo de combustible, a través de un procedimiento estructurado, que permita el alcance paulatino de este objetivo, es la propuesta que se presenta en este artículo. El procedimiento se aplica al proceso de gestión de combustible de la base de transporte, de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) y se obtiene una mejora en los indicadores de eficiencia y eficacia definidos.

*The efficient use of fuel is very important as it is predictable that it will be depleted. The instability in prices and the environmental impact, has affected its continued use. Nations has developed various contending policies, most notably maximizing efficiency in the use of all forms of energy. The continuous improvement in the processes and indicators which characterize the fuel consumption through a structured process which allow you to achieve this objective gradually, is the proposal presented in the following article. This procedure is applied in the management of the fuel for the vehicles of the University of Science and Informatics (UCI).*

### Palabras clave / Key words

Mejora de la calidad, eficiencia energética.

*Improvement of quality, energetic efficiency.*

*Liordine Miyashiro Pérez, Ingeniera Industrial, Profesor instructor de la Universidad de las Ciencias Informáticas, UCI, Ciudad de la Habana, Cuba.  
e-mail: liodi@uci.cu*

*Mercedes Delgado Fernández, Ingeniera Industrial, Doctora en Ciencias Técnicas, Profesora Titular, Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría (CUJAE), Ciudad de la Habana, Cuba.  
e-mail: mdlgado@ind.cujae.edu.cu*

## INTRODUCCIÓN

El modelo de consumo de energía tradicional, permanece en crisis debido a varias causas, entre las fundamentales, un previsible agotamiento de los combustibles fósiles, inestabilidad en su oferta y el negativo impacto ambiental que de ellos se deriva [1; 2]. Las estrategias para mitigar esta situación [3], son la sustitución de fuentes de energía, el empleo de tecnologías limpias y el incremento máximo de la eficiencia energética.

La situación mundial con respecto a los combustibles fósiles afecta a nuestro país, con las limitantes de ser subdesarrollado y bloqueado. La eficiencia energética constituye una vía esencial en tanto se busquen alternativas de fuentes de energía renovable. En la clausura del Primer Fórum Nacional de Energía, el Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz, traza las líneas estratégicas de la política energética de nuestro país, cuando menciona el empleo con sabiduría y responsabilidad de los recursos y la toma de conciencia de la energía [4]. También el Ministro de Transporte Jorge Luis

Sierra Cruz planteaba: "El pozo más importante para los cubanos debe ser la eficiencia y el ahorro" [5].

Se destacan como acciones concretas en relación a estos aspectos la Revolución Energética y el lanzamiento, a finales de 1997, del Programa de Ahorro de electricidad de Cuba (PAEC). De esta forma, se dirige la atención hacia las actividades de mayor gasto de energía y al control estricto del consumo, con el objetivo de identificar las potencialidades existentes de ahorro. La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), de acuerdo con el escenario actual, ha emprendido su propia estrategia de ahorro, la cual alcanza la base de transporte, que presta servicios a la entidad, donde se enfatiza en identificar y explotar las reservas existentes en el uso del parque de equipos y el estado técnico de éstos. Entre las medidas principales tomadas en la UCI, se encuentran la creación del consejo energético y la dirección de gestión energética, campañas de ahorro, el establecimiento del reglamento para el uso racional de la energía, además de un programa orientado a la reducción de los portadores energéticos.

La eficiencia energética se refiere a la relación existente entre las unidades de servicio y/o producto y la energía empleada en la obtención de éstos, en la producción, distribución y uso. Implica lograr los requisitos establecidos por el cliente, con el menor gasto energético posible y la menor contaminación ambiental por este concepto [3]. Las organizaciones tienen oportunidades de economizar energía a través de la gestión energética, la socialización de buenas prácticas y experiencias y el uso de proyectos de mejoramiento [6]. La investigación que guía este artículo, se enfoca hacia la mejora de la calidad, como un medio para el logro de la eficiencia energética y el ahorro, lo que implica alcanzar, a través del proceso de mejora, de un nivel de desempeño superior de las medidas que se definan, a través de un cambio dirigido y enfocado [7; 8; 9; 10].

El mejoramiento de procesos que intervienen en el consumo de combustible y la optimización de los indicadores que caractericen su desempeño es mostrado en el artículo. Se propone un procedimiento estructurado, detallado, con las especificaciones requeridas y enriquecido mediante la aplicación práctica como resultado de la investigación que sustenta el artículo. El procedimiento propuesto consta de cuatro etapas, en las que se detallan las actividades y las herramientas utilizadas en cada caso. Su aplicación ha resultado en la mejora de los indicadores de desempeño que caracterizan el proceso de gestión de combustible de la base de transporte de la UCI.

## DESARROLLO

El procedimiento diseñado para la mejora de los procesos que intervienen en el consumo de combustible, se muestra en la Figura 1. En su elaboración se tuvieron en cuenta los modelos de mejora [11; 12], los elementos que debe contener la mejora según la ISO 9004 [13], la inclusión de análisis estadísticos de datos y las características del entorno donde se realiza la aplicación. Comprende el ciclo de Deming: Planear-Hacer-Verificar y Actuar (PHVA). La fase *planificar* está contenida en las etapas I: Organización para el Mejoramiento y II: Conocer el proceso. La fase

relacionada con la implantación del cambio se encuentra contemplada en la etapa III: Ordenamiento y Optimización. La fase *chequear* y *actuar* corresponden a la etapa IV del procedimiento, donde se evalúa el cambio, se institucionaliza la mejora definiendo nuevas formas de medición del desempeño y se completa el ciclo de mejora continua a través de la selección de un nuevo proceso. Se definen las etapas con sus actividades, así como las herramientas a utilizar en cada caso, lo cual resulta de una importancia extrema, debido a la carencia de conocimientos y experiencias en el tema de mejoramiento de procesos en las empresas de nuestro entorno. Las herramientas que comprende son:

- Documentación del proceso de gestión de combustible (Ficha del proceso).
- Diagrama de Bloques.
- Relación Cliente-Proveedor.
- Perfil del Proceso.
- Mapa SIPOC según lo establecido en la bibliografía consultada [14].
- Diagrama de Flujo según bibliografía analizada [11; 15].
- Gráficos de Dispersión, tal como se presenta en la literatura revisada [16].
- Análisis de Capacidad del proceso, gráficos de control por variables como se presenta en la bibliografía analizada [16; 17; 18; 19; 20].
- Gráfico de Pareto, histogramas de frecuencias, hojas de verificación, como se presentan en la literatura [16].
- Evaluación del valor agregado (EVA) presentado en la literatura sobre el tema [7].
- Herramientas básicas para la modernización expuestas en la bibliografía [7].
- Pruebas de hipótesis paramétricas para la comparación de medias de poblaciones diferentes, lo que puede ser consultada en la literatura de estadística [16; 20].

El procedimiento propuesto incluye los aspectos que debe contemplar la mejora continua según la ISO 9004, 2000 [13] y se enriquece con otros presentes en los diferentes procedimientos de mejoramiento [11; 12; 21; 22; 23; 24], y la tecnología para la eficiencia energética empresarial [25], consultados en la bibliografía, como: equipos de mejoramiento de procesos, diagramas de flujo, evaluación del valor agregado, compromiso de la alta dirección y sus trabajadores, ficha del proceso, capacitación y diagrama del perfil del proceso. A continuación se muestra una descripción del procedimiento, especificando sus actividades y herramientas.

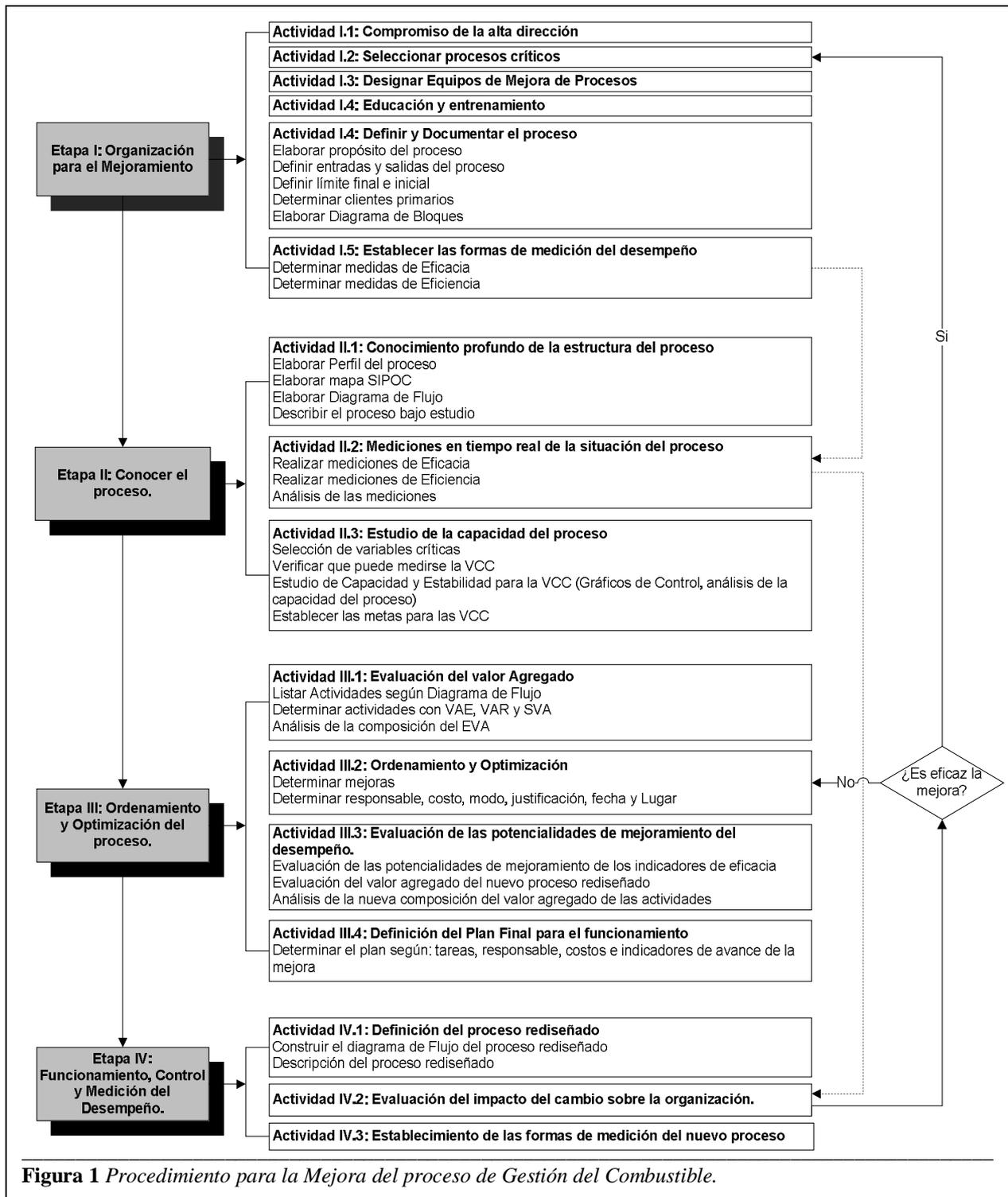
### **Etapas 1: Organización para el mejoramiento**

El objetivo de esta etapa consiste en asegurar el éxito mediante la definición de funciones, estructuras, el logro de la comprensión y el compromiso. A continuación se exponen cada una de las actividades haciendo énfasis en los aspectos más relevantes.

#### **Actividad I.1: Compromiso de la alta dirección**

La actividad se realiza con el objetivo de obtener el compromiso de la alta dirección en la mejora, a través de la argumentación de los análisis que motivan el proyecto de mejora.

## PROCEDIMIENTO PARA LA MEJORA DE PROCESOS QUE INTERVIENEN EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE



**Figura 1** Procedimiento para la Mejora del proceso de Gestión del Combustible.

### Actividad I.2: Seleccionar procesos críticos

Para la selección del proceso crítico se siguen los pasos siguientes:

- Realizar entrevistas.
- Identificar las actividades que tengan similitud y relación, de forma tal que puedan identificarse como un proceso que intervenga en el consumo de combustible.
- Establecer la relación existente entre las funciones y los grupos de actividades antes mencionadas.
- Identificar cada grupo de relaciones como un proceso y asignarle un nombre, en el caso de que el proceso sea muy complejo puede descomponerse en subprocesos.
- Lograr consenso sobre las definiciones y reflexión sobre los resultados.
- Establecer orden de prioridad teniendo en cuenta el nivel de participación en el consumo de combustible y la condición de desempeño.

### **Actividad I.3: Designar Equipos de mejora de procesos**

En esta actividad se conforma el equipo de mejora de procesos (EMP) con el objetivo fundamental de ser el centro de los esfuerzos de mejoramiento. Puede ser temporal o mantenerse en continuo funcionamiento, ya sea en el mantenimiento de los niveles de mejora alcanzados, nuevos proyectos de mejora o continua superación en temas de calidad.

### **Actividad I.4: Educación y entrenamiento**

El objetivo de esta actividad es la de proveer al EMP y factores claves, de las herramientas y conocimientos necesarios para enfrentar el proyecto de mejora.

### **Actividad I.5: Definir y documentar el proceso**

La definición y documentación es el paso inicial que permite la comprensión de las características fundamentales del proceso. Se siguen 8 pasos fundamentales: Declaración del propósito del proceso, nombre, diagrama de bloques, resultados de salida, límite final, insumos, límite inicial, clientes y relación cliente-proveedor.

### **Actividad I.6: Establecer las formas de medición del desempeño**

Las medidas se utilizan para estimar el desempeño actual del proceso, establecer metas para el mejoramiento y comprender qué es importante. Esta actividad se basa en la identificación de dos medidas principales: eficacia y eficiencia, con el objetivo de evaluar la situación actual del proceso [13].

## **Etapa II: Conocer el proceso**

Esta etapa tiene como objetivo principal comprender en profundidad todas las dimensiones del actual proceso de la empresa. Consta de cuatro actividades fundamentales las cuales se describen a continuación:

### **Actividad II.1: Conocimiento profundo de la estructura del proceso**

Durante esta actividad y las siguientes, se presentará una imagen del proceso actual. Para emprender esta tarea existen tres herramientas, cuyo uso facilitará la comprensión de la situación del proceso. Estas herramientas son: el Perfil del Proceso, mapa SIPOC que comprende la relación entre suministradores-entradas-proceso-salidas-clientes, el diagrama de flujo del proceso y la descripción del proceso bajo estudio.

### **Actividad II.2: Mediciones en tiempo real de la situación del proceso**

Esta actividad tiene como objetivo fundamental, el cálculo de cada una de las formas de medición del desempeño del proceso definidas en la actividad I.4, y la realización de los análisis pertinentes, para identificar oportunidades de mejoramiento.

### **Actividad II.3: Estudio de la Capacidad del proceso**

El análisis de la capacidad del proceso permite comprobar si se encuentra apto para generar salidas que cumplan con las especificaciones definidas. Algunos de los pasos que se siguen son los siguientes [16; 17; 18; 19; 20]:

- Selección de variables críticas de calidad (VCC).
- Verificar que puede medirse la VCC.
- Estudio de capacidad y estabilidad para la VCC (gráficos de control y análisis de la capacidad del proceso)
- Establecer las metas para las VCC

## **Etapa III: Ordenamiento y Optimización del proceso**

La etapa III persigue el mejoramiento de los indicadores de eficacia y eficiencia del proceso bajo estudio, mediante la implementación de las doce herramientas básicas para la mejora [7] y la creatividad del EMP. Se proponen además, varios análisis orientados a la evaluación del valor agregado, la valoración de las potencialidades de mejoramiento y la definición del plan final de mejora. La implementación de las actividades y aspectos esenciales de esta etapa se describen a continuación.

### **Actividad III.1: Evaluación del valor agregado**

Se realiza la Evaluación del Valor Agregado (EVA) [7], con el objetivo, de analizar cada actividad del proceso y su aporte a los resultados finales. Se clasifica cada actividad en valor agregado real (VAR), valor agregado para la empresa (VAE) y sin valor agregado (SVA). Las actividades con VAR son las indispensables que aportan a las salidas primarias del proceso. Las actividades con VAE son necesarias para el trabajo de la empresa, permiten el control y seguimiento del desempeño del proceso y deben minimizarse en función de sólo mantener las necesarias. Las actividades sin valor agregado generalmente incluyen demoras, retrocesos y son actividades que deben eliminarse pues no constituyen ningún aporte.

### **Actividad III.2: Ordenamiento y Optimización**

En esta actividad se utilizan las doce herramientas básicas para la modernización [7], la creatividad de las personas y el trabajo en equipo. Se pretende que el proceso alcance un grado de eficacia y eficiencia sin precedentes en la base de transporte y con ello su estabilización, para luego dar paso a la mejora continua.

### **Actividad III.3: Evaluación de las potencialidades de mejoramiento del desempeño**

Se evalúan las potencialidades de mejoramiento del desempeño en los indicadores de eficacia y eficiencia. Se realiza la evaluación del valor agregado para el proceso rediseñado.

### **Actividad III.4: Definición del plan final para el funcionamiento**

En esta actividad se elabora un plan detallado para el funcionamiento del nuevo proceso, en el que se incluyen las tareas a realizar, con el objetivo de implementar las acciones de mejora propuestas durante la actividad III.2.

## **Etapa IV: Funcionamiento, Control y Medición del Desempeño**

El objetivo de esta etapa es el inicio del funcionamiento del proceso rediseñado y la puesta en práctica de un sistema de control que garantice la estabilidad de las mejoras propuestas. Las actividades dentro de esta etapa se detallan a continuación.

### **Actividad IV.1: Definición del proceso rediseñado**

El proceso rediseñado se define a través de la confección del diagrama de flujo y la descripción detallada de su funcionamiento. Esta herramienta permite la visualización de las actividades, decisiones, entradas, salidas inspecciones y el proceso en general, llevado hasta el nivel de tareas, lo que permite su comprensión clara.

### **Actividad IV.2: Evaluación del impacto de la mejora**

La evaluación del impacto de la mejora sobre el proceso seleccionado se realiza teniendo como guía los pasos siguientes:

## PROCEDIMIENTO PARA LA MEJORA DE PROCESOS QUE INTERVIENEN EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

- Comparación de las mediciones previas y posteriores a la mejora.
- Análisis de los resultados.
- Realización de dóxicimas de hipótesis paramétricas, de comparaciones múltiples, para las medidas más significativas definidas [16; 20].
- Establecimiento de gráficos de control para las mediciones seleccionadas, con el objetivo de monitorear el nivel de mejora alcanzado [16; 17; 19; 20].

### Actividad IV.3: Establecimiento de las formas de medición del nuevo proceso

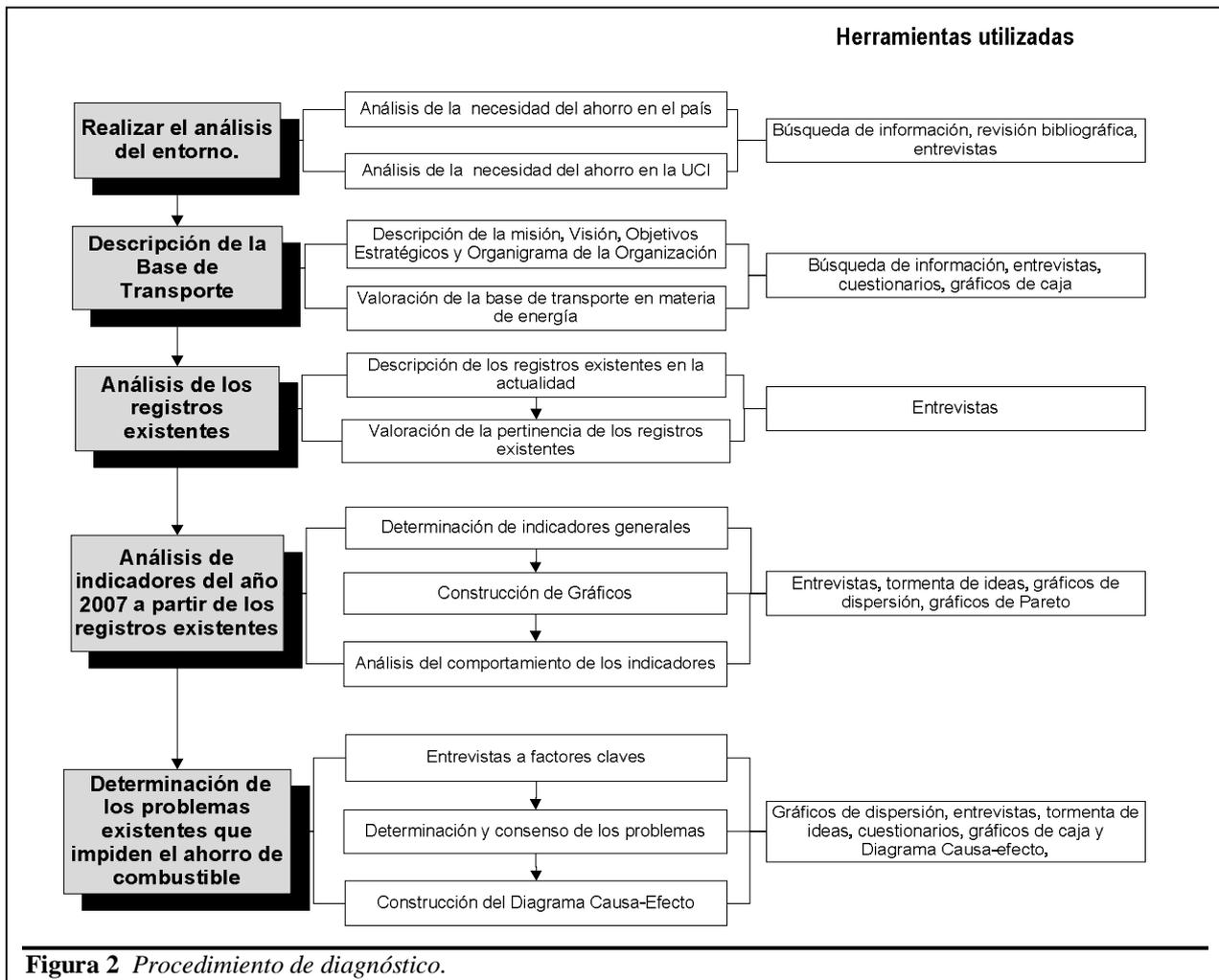
El funcionamiento del nuevo proceso requiere el establecimiento de un sistema de mediciones, con el objetivo de mantener el nivel alcanzado. Se consultan los principales aspectos que guían este propósito, los que se mencionan a continuación [12]:

- Dónde realizar las mediciones
- Cuándo realizar las mediciones
- Qué debe medirse
- A quién debe medirse
- Quién debe hacer las mediciones
- Quién debe suministrar retroalimentación
- Quién debe auditar
- Quién debe fijar los estándares

### Resultados de la aplicación del procedimiento en la Base de Transporte de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI)

La UCI se ha convertido en un gran centro universitario que continúa creciendo en sus inversiones, tanto así, que en el 2007, se presentaba como el segundo mayor consumidor de energía eléctrica en Ciudad Habana. Los datos muestran un aumento de 1206 miles de litros de consumo de combustible y un aumento de energía eléctrica de 23811 Mwh, desde el 2003 hasta el año 2007 [26]. A tono con la línea estratégica de nuestro país, la universidad ha puesto en marcha una serie de acciones encaminadas a la disminución y optimización del consumo de energía. La base de transporte que presta servicios a esta entidad, es la consumidora del diesel y la gasolina de la universidad. El diagnóstico realizado a través del procedimiento que se muestra en la Figura 2, presenta una serie de elementos que justifican la investigación realizada.

Se obtienen varios resultados durante la aplicación del diagnóstico, se destacan entre éstos, un entorno no sólo favorable al ahorro de energía, sino demandante de proyectos y acciones que apoyen esta estrategia. La autoevaluación de la entidad, en su avance hacia la eficiencia energética, a través de la caracterización de cuatro etapas [25], determina que la entidad se encuentra en la fase más atrasada: incompetencia inconsciente con algunas características de incompetencia consciente.



El análisis de los indicadores como el índice de consumo de combustible y el cumplimiento del consumo planificado, muestran valores inestables, susceptibles a ser mejorados.

Por último se detectan, validan y se presentan en un diagrama causa-efecto [27], varios problemas que afectan el ahorro de combustible como: precarias condiciones del taller de reparaciones y mantenimiento, deficiencias en los registros existentes, ausencia de análisis del desempeño del proceso de gestión del consumo de combustible, mal

estado técnico de los vehículos en explotación y la falta de apreciación por parte de los trabajadores de la necesidad de la eficiencia energética. En la Figura 3 se muestra un gráfico de caja con el resultado de la evaluación de los problemas, donde el valor 5 refleja que afecta en gran medida el consumo de combustible. Se aprecia que el 75% se encuentran por encima de 3.5, por lo que se valora que los problemas definidos poseen un alto impacto en el consumo de combustible.

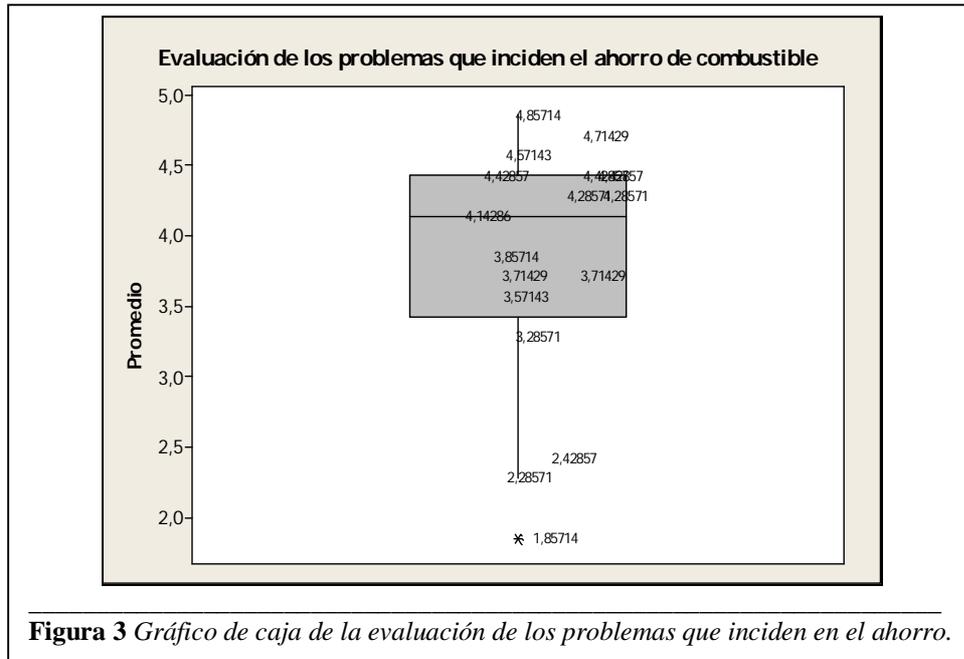


Figura 3 Gráfico de caja de la evaluación de los problemas que inciden en el ahorro.

La mejora necesaria en la base de transporte se realiza a través del procedimiento propuesto en la Figura 1, el que se aplica al proceso de gestión de combustible de la entidad. Durante la implementación de las etapas I y II se ejecutan las primeras acciones para la organización del mejoramiento.

Se obtiene el compromiso de la alta dirección, se designa el equipo de mejoramiento de procesos, se elabora la documentación del proceso a través de su ficha, la confección del diagrama de flujo, el SIPOC y el perfil del proceso. Por último, se realizan varias mediciones, con el objetivo de cuantificar el desempeño actual. Las medidas de eficacia y eficiencia se definen sobre la base de las actividades que consumen diesel y gasolina, las medidas definidas en sentido general, pueden consultarse en la Tabla 1.

El análisis de las medidas de eficiencia y eficacia en el período de Junio-Noviembre del 2007 a través de los gráficos de dispersión y Pareto, dan lugar a las conclusiones siguientes:

- No existen registros donde se controlen los carros considerados altos consumidores.
- Existen desviaciones con respecto al 100% en las mediciones de eficacia. La causa más frecuente es una incorrecta planificación del consumo de combustible necesario, pues su estimación se realiza

**TABLA 1**  
Mediciones definidas para el proceso de gestión de combustible.

Mediciones de Eficacia
Cumplimiento del nivel de actividad (por cada una de las actividades definidas) $= (\text{Nivel de actividad real} / \text{Nivel de actividad planificado}) * 100$
Porcentaje de carros que no cumplen el índice de consumo (IC) establecido $= (\text{Cantidad de carros que no cumplen el IC establecido} / \text{total de carros}) * 100$
Mediciones de Eficiencia
Consumo de Combustible por unidad de nivel de actividad (por cada una de las actividades definidas) $= \text{Consumo de combustible} / \text{nivel de actividad}$
Índice de consumo establecido promedio $= \sum \text{Índices de consumo establecidos} / \text{Cantidad de carros}$

en base al consumo histórico, lo que implica una cantidad fija mensualmente, sin tener en cuenta las variaciones en el nivel de actividades del período que se planifica.

## PROCEDIMIENTO PARA LA MEJORA DE PROCESOS QUE INTERVIENEN EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

- Las desviaciones por debajo del 100% en las mediciones de eficacia, pueden originarse a vehículos paralizados por roturas, tal es el caso de dos de las actividades.
- No es posible realizar un análisis de los índices de eficiencia con respecto a períodos anteriores, debido a que no existen los registros de datos necesarios. Estos índices se calculan para dejar establecido su valor con el cual comparar luego de implementada la mejora.
- Las actividades administrativas representan un 75.1% del consumo total de gasolina para el período.
- En el consumo de diesel, el transporte de pasajeros en la UCI representa un 64% del total consumido.
- Se observa un predominio de autos que recorren pocos kilómetros por litro consumido, es decir, bajos índices de consumo. La mejora del parque de equipos, con carros más eficientes y por tanto, con índices de consumo más elevados, repercutirá de manera directa en el ahorro del combustible.

El análisis de la capacidad del proceso brinda elementos adicionales de su situación actual, lo que permite una mejor comprensión de la situación previa a la mejora. Para la selección de las variables críticas de calidad (VCC) se tiene en cuenta que el 71,9% del consumo de combustible se encuentra concentrado en los ómnibus y autos ligeros, según el diagrama de Pareto graficado. Basado en estos elementos, se escoge el índice de consumo de auto ligero (con un IC de 10 establecido por el fabricante) e índice de consumo de ómnibus (con un IC de 3 establecido por el fabricante). Se comprueba para ambas variables, los requisitos de aleatoriedad y normalidad de los datos, éste último a través de la prueba de hipótesis no paramétrica Kolmogorov-Smirnov. Se verifica que el proceso se encuentra en control estadístico, a través de los gráficos de control por variables individuales y se calculan los índices de capacidad del proceso a través del software MINITAB 14. Los resultados del análisis de la capacidad del proceso para el Índice de Consumo de autos ligeros es el siguiente:

- El proceso posee un  $C_{pi}=0.23$ , este valor se encuentra por debajo del requerimiento mínimo de este índice el cual debe ser 1 para variables críticas. El proceso no es capaz de cumplir con la especificación de realizar 10 de Índice de Consumo.
- La media del proceso es 10.9363 y la desviación estándar es de 1.326.
- La media se encuentra dentro del valor de especificación de IC mínimo de 10, sin embargo el proceso presenta más del 23% de los datos fuera del límite inferior de IC de 10 (indicado por el valor de las partes por millón obtenidas en la ejecución observada).

Los resultados del análisis de la capacidad del proceso para el Índice de Consumo de ómnibus se presentan a continuación:

- El proceso posee un  $C_{pi}=-0.18$ , este valor se encuentra muy por debajo del requerimiento mínimo de este índice el cual debe ser 1 para variables críticas. El proceso no es capaz de cumplir con la especificación de realizar 3 km por litro de combustible.

- La media del proceso es 2.753 y la desviación estándar es de 0.456.
- La media no se encuentra dentro del valor de especificación mínima de IC de 3.
- Más del 60% de los datos analizados están fuera de especificación (indicado por el valor de las partes por millón obtenidas en la ejecución observada).

A partir del estudio de la situación actual del proceso, se realiza el ordenamiento y optimización de éste. Se aplica el método de evaluación del valor agregado y se obtiene que el mayor porcentaje son actividades sin valor agregado, un 39% no aportan valor a los resultados del proceso, un 34.14% son actividades de valor agregado para la universidad y sólo un 26.8% realiza un aporte real al resultado primario. Las mejoras propuestas se dirigen al rediseño del proceso, incluyendo, eliminando y optimizando las actividades que lo componen. Se propone el cálculo del nivel de actividad para cada vehículo, la aplicación de medidas a chóferes incumplidores, el control de los vehículos altos consumidores, mejoras técnicas al parque de equipos y la incorporación de análisis de los indicadores que caracterizan el proceso, a un nivel estratégico.

### Evaluación de la mejora propuesta

Los indicadores que caracterizan el desempeño del comportamiento del consumo de combustible, han mejorado sus valores en un 6.41% para el cumplimiento de la demanda de gasolina, mejora en un 0.103 del valor del consumo de gasolina por kilómetro recorrido, mejora en un 1.69% del cumplimiento de la demanda de diesel y la mejora del valor del índice de consumo de diesel en un 0.342 litros por kilómetro recorrido.

Se realizan pruebas de hipótesis paramétricas de comparaciones múltiples, con el objetivo de contrastar los índices de consumo de combustible y verificar si es estadísticamente significativa la disminución de los valores posterior a la mejora. Se seleccionan los índices de consumo de combustible para las actividades de transporte de pasajeros y para las actividades administrativas, debido a que son las consumidoras del 70% de diesel y el 75.1% de gasolina respectivamente. Se analiza el período previo a la mejora de Junio-Noviembre 2007 y el período comprendido de Abril 2008 hasta Abril 2009, posterior a la mejora. En ambos casos, las pruebas de hipótesis, reflejan el rechazo de la hipótesis nula, debido a que el valor del p-value es menor que el alfa prefijado de 0.05 y se concluye por tanto, que el valor del índice de consumo de gasolina y diesel en las actividades administrativas y de transporte de pasajeros poseen una disminución estadísticamente significativa, en el período posterior a la mejora. Se construyen gráficos de control de medias con valores individuales y de rangos móviles, para ambas variables, con el objetivo de mantener la estabilidad en el nivel de mejora alcanzado. El índice de consumo promedio establecido por tipo de carro ha aumentado, luego de introducir las mejoras técnicas al parque de vehículos, como remotorizaciones, encendidos electrónicos y entrada de nuevos carros.

Se establece un nuevo sistema de mediciones para mantener el nivel de calidad alcanzado con la mejora,

centrado en las mediciones relativas al consumo de combustible por vehículo, incluye: Tipo de carro, Tipo de actividad que realiza el vehículo, chapa para identificarlo, tipo de combustible, registro del odómetro, el nivel de actividad planificado, nivel de actividad real, kilómetros acumulados, kilómetros recorridos, consumo, combustible acumulado, índice de consumo establecido e índice de consumo real. Estos registros primarios permiten el cálculo de los indicadores del proceso definidos en la actividad II.2 y con estos resultados el análisis del comportamiento del proceso.

## CONCLUSIONES

La investigación desarrollada ha permitido el diseño y la implementación de un procedimiento para la mejora de los procesos que intervienen en el consumo de combustible, lo que responde a la estrategia del país, de la UCI y de la base de transporte, de posicionar el ahorro como filosofía de gestión, operación y ambiente laboral en todos los niveles. Se rediseña el proceso de gestión de combustible, para lo cual fue necesario redefinir sus actividades, objetivos, las entradas y salidas del proceso, definir sus indicadores de eficiencia y eficacia, registros para su monitoreo, así como elaborar su documentación. Se valida el procedimiento propuesto, verificando la mejora de los indicadores de eficacia y eficiencia del proceso como los índices de consumo por actividades y el cumplimiento de la planificación del combustible. Su aplicación concibe la obtención de un conjunto de resultados satisfactorios que contribuyen a la formación de una cultura de ahorro energético, tan necesaria ante la crítica situación que enfrenta nuestro país, con la disponibilidad del consumo del combustible. 

## REFERENCIAS

1. CNE. *Comisión Nacional de Energía, Programa de Desarrollo de las Fuentes Nacionales de Energía*. 1993.
2. GUTIÉRREZ, C. *Consumo Sostenible*. 2007. Ahorro y Eficiencia energética.
3. BORROTO, A. et al. *Gestión Energética Empresarial*. Cienfuegos, Cuba: Editorial Universidad de Cienfuegos, 2001.
4. CASTRO, F. *Discurso pronunciado en la clausura del I Fórum Nacional de Energía*. Cuba: 1984.
5. SIERRA, J. L. *Mesa Redonda: La situación actual y las perspectivas del transporte de carga en Cuba*. La Habana, Cuba: 13 de Marzo 2008.
6. LEÓN, R. *Eficiencia Térmica y Energética*. 2005.
7. HARRINGTON, J. *Mejoramiento de los procesos de la empresa*. Colombia: Editorial Mc Graw Hill, 1993.
8. ISO *ISO 9000: 2000 Sistema de Gestión de la Calidad, Fundamentos y Vocabulario*. 2001.
9. DEMING, E. *Calidad, Productividad y Competitividad*. España: Edición Díaz Santos, S. A, 1989.
10. JURAN, J. *Manual de Calidad de Juran*. 5ta Edición. España: Edición Mc Graw Hill, 2001.
11. HARRINGTON, J. *Administración Total del Mejoramiento Continuo*. Colombia: Ed Mc Graw Hill, 1997.
12. CÁRAVEZ, S. Y. *Modelo para la mejora en procesos de servicios. Experiencias en el Hotel Pasacaballo de la Provincia Cienfuegos*. Universidad Central de las Villas, 2000.
13. ISO *ISO 9004:2000 Sistemas de Gestión de la Calidad: Directrices para el mejoramiento*. 2000.
14. PONS, R. *Materiales del Proyecto Integrador, Asignatura Fundamentos de la Ingeniería Industrial*. Cienfuegos, Cuba: Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, UCF, 2003.
15. GALLOWAY, D. *Cómo Rediseñar los Procesos con Diagramas de Flujo y Análisis de Tareas*. Barcelona, España: Ed. Gestión 2000, S.A, 1994.
16. GONZÁLEZ, A. *Material del Módulo Métodos Estadísticos para la Calidad Total I y II, Maestría Calidad Total*. La Habana, Cuba: Facultad de Ingeniería Industrial, ISPAJAE, 2006.
17. DELGADO, M. *Material del Módulo Diseño de experimento e Ingeniería de la Calidad, Maestría Calidad Total*. La Habana, Cuba: Facultad de Ingeniería Industrial. ISPAJAE, 2007.
18. GUTIÉRREZ, P. H. *Control estadístico de calidad y seis sigma*. México: Editorial Mc Graw Hill, 2004.
19. MONTGOMERY, D. *Control Estadístico de la Calidad*. Editorial Mc Graw Hill, 1995.
20. PEÑA, DANIEL. *Estadística, Modelos y Métodos*. Madrid: Alianza Editorial, S.A, 1992.
21. PEPPARD, J. *La esencia de la reingeniería en los procesos de negocio*. México: Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana, 1996.
22. MANGANELLY, R.M Y KLEIN, M.M. *Cómo hacer reingeniería*. Colombia: Ed. Norma, 1994.
23. LOWENTHAL, J. *Reengineering the Organization: A Step by Step Approach to Corporate Revitalization*. New York. Estados Unidos: Ed. ASQC Quality Press, 1994.
24. ALBRETCH, K. *Todo el Poder al Cliente: el nuevo imperativo de la calidad del servicio*. Barcelona, España: Ed. Paidós Ibérica S.A, 1994.
25. CAMPOS, A.; JUAN, C.; MACÍAS, L. Y GÓMEZ, R. *La Eficiencia energética en la gestión empresarial*. Cuba: Editorial Universidad de Cienfuegos, 2003.
26. DURE, MINBAS. *Informe sobre Consumidores en Ciudad de La Habana*. 2007.
27. ISHIKAWA, K. *¿Que es el Control Total de Calidad? La modalidad Japonesa*. Cuba: Ediciones Revolucionarias, 1988.