

Empresa de Transportación de Trabajadores
TRANSMETRO

República de Cuba

Universidad de Cienfuegos

“Carlos Rafael Rodríguez”

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.

Departamento de Ingeniería Industrial

Tesis presentada en Opción al Grado de
Ingeniero Industrial

Título: “Mejora del desempeño energético de la Empresa
Transmetro Cienfuegos.”

Autor: Armando Ignacio Sánchez Alvarez

Tutores: Ing. Roxana González Alvarez

Ing. Denis Villafaña Pérez

Msc. Ing. Jenny Correa Soto

Cienfuegos, 2013
“Año 55 de la Revolución”

Pensamiento



“La única forma de impulsar las tareas es yendo delante de las tareas, es mostrando con el ejemplo como se hacen, no diciendo desde atrás como se deben hacer”....

Ernesto Ché Guevara.

Dedicatoria

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a una persona muy especial en mi vida, a la cual quiero y admiro mucho, un ser maravilloso que me ha guiado siempre por el mejor de los caminos y se esforzó sin límites para hacer realidad mis sueños. A quien nunca defraudaré:

MI MADRE.

Agradecimientos

AGRADECIMIENTOS

Con todo el corazón le agradezco a todos los que me han apoyado, servido y guiado en mi formación profesional en este tiempo de estudios y sacrificios, por estar en las buenas y en las malas incondicionalmente.

A mis padres que siempre me han apoyado y guiado por el buen camino.

A mis tutores Roxana González, Jenny Correa y Denis Villafañá por el tiempo dedicado y la paciencia que han tenido conmigo.

A todos mis amigos del grupo que me han acompañado durante la carrera.

A los trabajadores de la Empresa TRANSMETRO Cienfuegos por su apoyo.

A mi Familia por sus consejos, apoyo incondicional y por motivarme cada día a seguir adelante en mis estudios.

A mi novia Rosmery por estar a mí lado en los buenos y malos momentos de mis estudios.

A todos los profesores que de una forma u otra tuvieron que ver con nuestra formación como profesionales.

Resumen

Resumen

La presente investigación titulada “Mejora del desempeño energético de la Empresa Transmetro Cienfuegos” tiene como objetivo implementar un procedimiento para planificación energética según los requisitos de la NC ISO 50001: 2011.

Con la realización de este trabajo se caracteriza la gestión energética en la organización objeto de estudio, lográndose estimar las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera emitidos por el parque vehicular directamente ligado a la prestación del servicio de transportación de trabajadores. Por último se identifican oportunidades de mejora del desempeño energético y se proponen un conjunto de acciones de mejora e indicadores que permiten una adecuada planificación y gestión del portador fundamental (Diesel). La investigación contribuye de manera significativa al cumplimiento de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, en particular a los lineamientos 251, 269, 279 y 283.

Para la recopilación de información se utilizan técnicas tales como: entrevistas, tormenta de ideas, revisión de documentos, trabajo con expertos, trabajo en equipo y observación directa. Se hace uso además de las herramientas definidas en la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE), de las herramientas clásicas de la calidad y de gestión de procesos (SIPOC y el diagrama de flujo) así como la técnica 5Ws y 1H. Para el procesamiento de los datos obtenidos se utilizan programas informáticos como el paquete estadístico SPSS versión 16.0, el Microsoft Excel y el Statgraphics Centurion.

Summary

Summary

This research entitled "Improving the energy performance of the Company Transmetro Cienfuegos" aims to implement a procedure for energy planning as required by the NC ISO 50001: 2011.

With the accomplishment of this work is characterized the energy management in the organization, achieving the emissions estimation of polluting gases into the atmosphere emitted by the vehicles of workers transportation service. Finally, were identified opportunities for improvement the energy performance, and were proposed a set of improvement actions and indicators that allow the proper planning for the major carrier (Diesel). The research contributes significantly to compliance of the Guidelines of the Economic and Social Policy of the Party and the Revolution, in particular the lines 251, 269, 279 and 283.

For data collection techniques were used interviews, brainstorming, review of documents, working with experts, teamwork and direct observation. It also makes use of the tools defined in the Total Management Technology Energy Efficient (TGTEE), the classic tools of quality and process management (SIPOC and flowchart) and 5Ws and 1H technique. For the processing of the data were used the software SPSS version 16.0, the Microsoft Excel and Statgraphics Centurion.

Índice

Índice

Índice

Resumen

Introducción.....	9
Capítulo I. Gestión energética en el transporte automotor.....	15
1.1 Introducción	15
1.2 Gestión energética	16
1.2.1 Resultados esperados, errores y barreras en la gestión energética	17
1.3 Normas internacionales sobre gestión de la energía.....	19
1.3.1 Norma UNE 216301: 2007	19
1.3.2 Norma UNE 216501: 2009	21
1.3.3 Norma ISO 50001: 2011	21
1.4 Gestión del transporte	24
1.4.1 Eficiencia energética en el transporte automotor	26
1.4.2 Cualidades de explotación del transporte automotor	30
1.5 Economía del consumo en el transporte automotor	32
1.5.1 Economía de consumo e impacto ambiental de los gases de escape	33
1.5.1.1 Gases de escape de los motores diesel	35
1.5.1.2 Ruidos de los MCI y formas para reducirlos	39
1.5.2 La conducción técnica – económica y su influencia en la economía de consumo.....	40
1.6 Caracterización del transporte en Cuba.....	43
Capítulo II: Caracterización energética de la Empresa de Transportación de Trabajadores	
Transmetro Cienfuegos	47
2.1 Introducción	47
2.2 Caracterización de la Empresa Transmetro Cienfuegos	47
2.3 Caracterización energética de la Empresa Transmetro Cienfuegos.....	51
2.3.1 Análisis de las acciones que se han realizado en función de la reducción de los consumos energéticos (2011-2012).....	52

Índice

2.3.2 Estructura de consumo y gastos de portadores energéticos	54
2.3.3 Caracterización de los portadores energéticos	57
2.3.4 Caracterización del parque automotor de la empresa.....	61
2.3.5 Estimación de las emisiones de gases de escape de los motores diesel a la atmósfera.	65
2.4 Procedimiento para la planificación energética según los requisitos de la NC-ISO 50001: 2011	68
<i>Capítulo III: Aplicación del procedimiento para la planificación energética en la Empresa Transmetro Cienfuegos</i>	<i>86</i>
3.1 Introducción	86
3.2 Resultados de la aplicación del Procedimiento para la Planificación Energética en la Empresa Transmetro de Cienfuegos.....	86
3.2.1 Etapa I: Revisión del Proceso Planeación Energética.....	86
3.2.2 Etapa II: Establecimiento de requisitos legales y otros requisitos	88
3.2.3 Etapa III: Revisión energética	90
3.2.4 Etapa IV: Resultados del proceso de planeación energética	104
3.2.5 Etapa V: Planes de acción y de control de la planificación energética	113
<i>Conclusiones generales</i>	<i>122</i>
<i>Recomendaciones</i>	<i>124</i>
<i>Referencias Bibliográficas</i>	<i>124</i>
Anexos	

Introducción

Introducción

Introducción

La gestión energética se ha convertido en una parte cada vez más importante de la gestión empresarial, que comprende las actividades necesarias para satisfacer eficientemente la demanda energética, con el menor gasto y la mínima contaminación ambiental posible.

La eficiencia energética se puede definir como la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir el confort y la calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso. (Correa, 2011)

El sector del transporte es uno de los mayores consumidores de portadores energéticos en muchos países, en especial es uno de los principales responsables del consumo del petróleo y de la contaminación ambiental, lo cual hace que sea uno de los sectores más significativos en cuanto a política energética.

El impacto ambiental del transporte automotor está estrechamente relacionado con la utilización creciente del mismo y se manifiesta a través de sus altos niveles de emisión de sustancias tóxicas, de los gases de efecto invernadero y de los niveles de ruido. Algunos de los componentes gaseosos emitidos por las fuentes móviles afectan además la salud humana (Fuentes, Cogollos, & Pérez, 2008). En los países desarrollados estas emisiones representan entre 30 y 90% del total (Urbietta, 2002).

Lo anterior evidencia la importancia del ahorro de combustible en el transporte mediante el aumento de la eficiencia de consumo de los vehículos y una adecuada gestión del combustible, a través de rutas más cortas, adecuado mantenimiento que garantice un buen estado técnico de los equipos, reorganización de la transportación, control del tiempo de trabajo, cálculo de índices de consumo, entre otros.

Cuba no está ajena a esta panorámica mundial y por eso se llevan a cabo programas gubernamentales con vistas a realizar acciones para la mejora energética en el ámbito productivo y social, realizando esfuerzos en algunas entidades que optan por la categoría de empresas eficientes, de acuerdo a los requisitos que se establecen para ello. En los últimos años las

Introducción

diferentes empresas cubanas han estado enfrascadas en tomar una serie de medidas con el objetivo de aumentar el ahorro de recursos energéticos, sin embargo, se ponen de manifiesto el insuficiente nivel de gestión energética existente, así como las posibilidades de reducir los costos energéticos mediante la creación en ellas de las capacidades técnico - organizativas para administrar eficientemente la energía.

El logro de resultados satisfactorios en programas priorizados en Cuba como el de la Revolución Energética, en un contexto económico complejo, enfrentando enormes retos para mejorar continuamente los niveles de vida de la población, optimizando el uso de los recursos, prestando especial atención a la elevación de la eficiencia energética, es trascendental en estos momentos, cuando la tendencia al encarecimiento de la energía y al agotamiento de los recursos obliga a utilizarlos cada vez de manera más racional y eficiente.

A pesar de todos los esfuerzos realizados, el transporte en Cuba absorbe hoy el 22 % de la energía secundaria consumida en el país donde el 67% recae sobre el diesel (Amarales, 2005). Esto conlleva a que las mayores limitaciones de disponibilidad correspondan a este combustible, lo que demanda la importación de cuotas adicionales.

Además este sector constituye una de las fuentes de contaminación atmosférica más importantes, debido a su deplorable estado técnico, deficiencias en el mantenimiento preventivo y correctivo, y el uso de combustibles fósiles de baja calidad. El parque automotor aunque se está modernizando, se caracteriza por proceder de diferentes zonas geográficas y por tener un variado conjunto de técnicas de fabricación, lo que unido al envejecimiento técnico ocasionado por el prolongado período de explotación, posee tecnologías de baja eficiencia energética que promueven altos niveles de emisiones de gases de combustión. En Cuba el transporte automotor es el de mayor incidencia en las emisiones totales por tipo de fuente móvil. Ha de destacarse que la difícil situación económica de los últimos años ha limitado las acciones necesarias para la minimización de los impactos ambientales en este sector. (Amarales, 2005)

A todo lo anterior hay que agregar que en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución se evidencia de forma clara la importancia para el país de tres campos

Introducción

fundamentales de actuación y que se encuentran estrechamente relacionados entre sí: Energía, Transporte y Medio Ambiente, lo cual se corrobora en los siguientes objetivos a cumplir:

- ✓ Prestar especial atención a la eficiencia energética en el sector del transporte. (Lineamiento 251)
- ✓ Continuar la recuperación, modernización y reordenamiento del transporte terrestre, elevando la eficiencia y calidad de los servicios de transportación de pasajeros, a partir del uso más racional de los recursos. (Lineamiento 269)
- ✓ Organizar y priorizar la atención y calidad de los servicios técnicos en función del mantenimiento y disponibilidad técnica de los medios de transporte. (Lineamiento 279)
- ✓ Brindar atención priorizada a la transportación de pasajeros, logrando la estabilidad y calidad de los servicios. (Lineamiento 283)

La Unidad Empresarial de Base (UEB) Transmetro Cienfuegos es una organización subordinada al Ministerio del Transporte, la cual se dedica a brindar servicios de transportación de pasajeros y de trabajadores del turismo y a otras entidades expresamente autorizadas.

La organización cuenta para el cumplimiento de su actividad fundamental con un parque formado por 26 ómnibus, de ellos el 80% marca Volvo y el resto Mercedes y Yutong. Además de acuerdo a una evaluación técnica del parque automotor realizada por el departamento técnico en enero de 2013, el mismo presenta un deterioro acelerado. Solamente el 3.8% de los ómnibus fueron evaluados de bien, un 65.4% evaluados de regular y el resto de mal, lo que evidencia que el parque necesita actualmente de reparaciones y reposición de piezas y accesorios, por no reunir las condiciones técnicas requeridas para el servicio, el cual demanda de cumplimiento de los itinerarios y puntualidad.

Ha de destacarse que la organización ha realizado acciones encaminadas a la mejora de la eficiencia energética apoyadas en planes de ahorro de energía, las que han estado enfocadas de forma aislada, lo cual no garantiza una adecuada gestión de los portadores energéticos.

El 100% de los ómnibus utilizan como portador energético fundamental el combustible diesel, constituyendo un consumo en el período del 2010 al 2012 de 1 567 741 litros, lo que representa un gasto para la organización de 1 336 203 de pesos. Sin embargo pese a los gastos del consumo

Introducción

de diesel, no se ha realizado ningún estudio que permita identificar oportunidades de mejora del desempeño energético, que facilite una adecuada planificación de dicho portador en función de las condiciones actuales de la organización y que permita conocer la influencia que tiene el consumo de éste en el medio ambiente.

Todo lo anterior constituye la **situación problemática** de la presente investigación.

Por lo que se define el siguiente **Problema de Investigación**:

¿Cómo determinar las oportunidades de mejora de desempeño energético del parque automotor de la Empresa Transmetro Cienfuegos?

De lo anterior se genera la **Hipótesis** de la investigación:

La aplicación del procedimiento para la planificación energética, permitirá identificar las oportunidades de mejora de desempeño energético del parque automotor de la Empresa Transmetro Cienfuegos.

Definición de variables

Variable independiente:

- ✓ Procedimiento para la planificación energética

Variable dependiente:

- ✓ Oportunidad de mejora

Conceptualización de las variables de la hipótesis:

- ✓ Procedimiento para la planificación energética: Forma especificada para llevar a cabo el proceso de planificación energética, a través de las etapas de revisión del proceso de planeación energética, establecimiento de requisitos legales y otros requisitos, revisión energética, resultados del proceso de planeación energética y planes de acción y de control de la planificación energética.
- ✓ Oportunidad de mejora: Acciones encaminadas a la mejora del desempeño energético a través de resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, entendiéndose esta última como la cantidad de kilómetros recorridos por litro (km/L).

Introducción

Objetivo General:

Implementar el procedimiento para planificación energética según los requisitos de la NC ISO 50001: 2011 en la Empresa Transmetro Cienfuegos.

De ahí se establecen los **Objetivos Específicos:**

1. Realizar la caracterización energética de la Empresa Transmetro Cienfuegos.
2. Determinar las oportunidades de mejora de desempeño energético del parque automotor de la Empresa Transmetro Cienfuegos.
3. Realizar propuestas de mejora del desempeño energético en la Empresa Transmetro Cienfuegos.

Tipo de investigación: Descriptiva

Justificación de la investigación:

La investigación se justifica por el hecho de que la gestión de la energía en la actualidad es un tema de gran importancia, más aún debido a la adopción por parte de Cuba en enero de 2012 de la norma ISO 50001: 2011 - “Gestión de la Energía”. Además uno de los temas de importancia definidos por el CITMA es la reducción de contaminantes y la eficiencia energética.

La organización objeto de estudio cuenta con un parque automotor destinado al transporte de trabajadores donde se hace necesaria la determinación de oportunidades de mejora de desempeño energético, lo cual incide directamente en la emisión de gases contaminantes a la atmósfera. Todo lo anterior contribuye al cumplimiento de los lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución.

La investigación está estructurada de la siguiente manera:

Capítulo I: Se elabora el marco teórico referencial. Comprende aspectos relacionados con la gestión energética y las normas internacionales sobre gestión de la energía, en especial la ISO 50001: 2011. Se exponen además aspectos relacionados con la eficiencia energética en el transporte automotor, particularizando en las cualidades de explotación de este tipo de transporte

Introducción

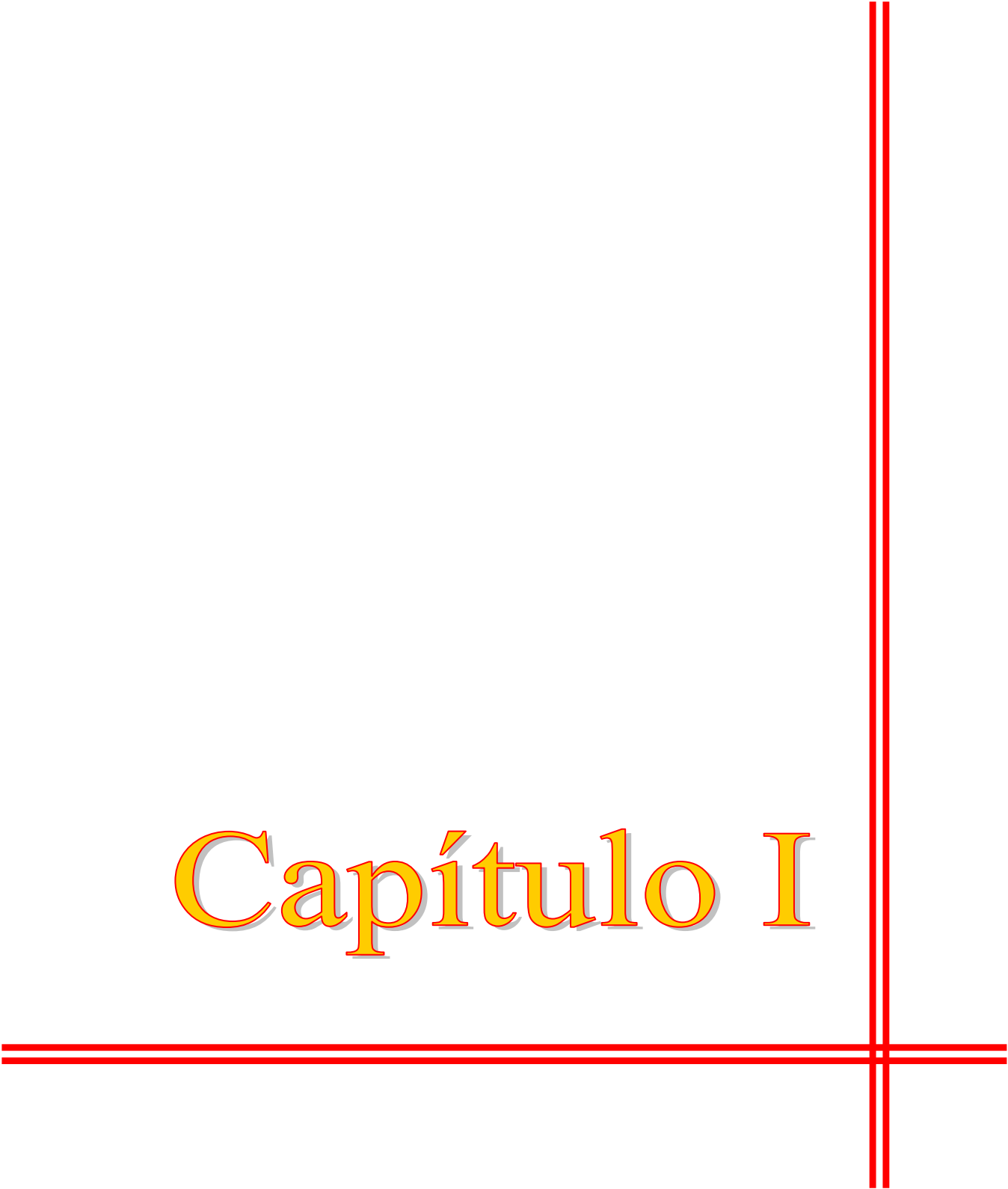
con énfasis en la economía del consumo y el impacto ambiental y en la salud humana de los gases de escape. Por último se realiza una descripción del transporte en Cuba.

Capítulo II: Se abordan aspectos generales de la organización objeto de estudio y se realiza la caracterización energética. Por último se detalla el procedimiento propuesto por Correa & Alpha (2013) para la planificación de la energía. Se describen además las técnicas y herramientas a utilizar en cada etapa.

Capítulo III: Se presentan los resultados obtenidos tras la implementación del procedimiento para la planeación energética según la ISO 50001: 2011 en la Empresa Transmetro Cienfuegos.

Finalmente se expresan las principales conclusiones y recomendaciones que permiten sintetizar los resultados, así como la bibliografía utilizada y los anexos correspondientes.

Capítulo I

A decorative graphic consisting of two sets of parallel red lines. One set is horizontal, starting from the left edge and extending to the right. The other set is vertical, starting from the top edge and extending downwards. They intersect to form a crosshair shape, with the horizontal line positioned below the text and the vertical line positioned to the right of the text.

Capítulo I

Capítulo I. Gestión energética en el transporte automotor

1.1 Introducción

En el presente Capítulo cuyo hilo conductor se muestra en la Figura 1.1 se hace referencia a los aspectos teóricos que se utilizan como base para la realización de esta investigación. En un primer momento se abordan aspectos relacionados con la gestión energética y las normas internacionales sobre gestión de la energía, en especial la ISO 50001: 2011. Se exponen además aspectos relacionados con la eficiencia energética en el transporte automotor, particularizando en las cualidades de explotación de este tipo de transporte con énfasis en la economía del consumo y el impacto ambiental y en la salud humana de los gases de escape. Por último se realiza una caracterización del transporte en Cuba.

Para ello se lleva a cabo una búsqueda y análisis de la bibliografía referente a dichas temáticas demostrando los puntos de vistas, valoraciones y criterios de diferentes autores y los propios de la presente investigación.

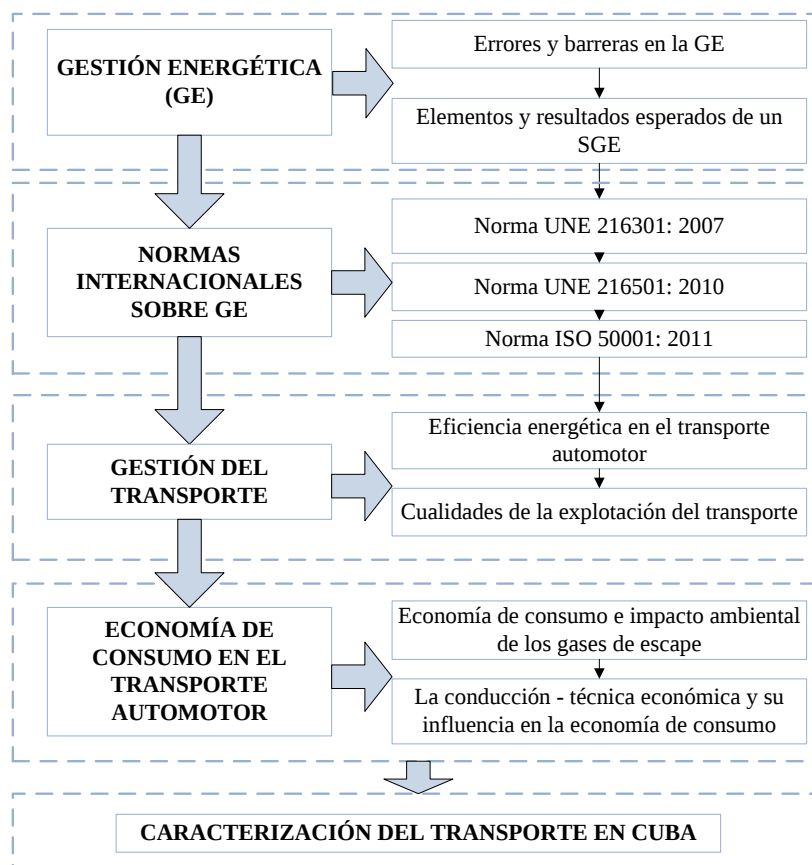


Figura 1.1: Hilo conductor de la investigación. Fuente: Elaboración Propia.

1.2 Gestión energética

La gestión empresarial incluye todas las actividades de la función gerencial que determinan la política, los objetivos y las responsabilidades de la organización; actividades que se ponen en práctica a través de la planificación, el control, el aseguramiento y el mejoramiento del sistema de la organización. La Gestión Energética o Administración de la Energía, como subsistema de la gestión empresarial abarca, en particular, las actividades de administración y aseguramiento de la función gerencial que le confieren a la organización la aptitud para satisfacer eficientemente sus necesidades energéticas. (Borroto & Monteagudo, 2006)

La Gestión Energética se considera como un conjunto de acciones técnicas, tecnológicas, de control, de superación y administrativas, organizadas y estructuradas para conseguir la máxima eficiencia en el suministro, conservación y utilización de la energía, o lo que es lo mismo, para lograr la utilización racional de la energía de manera que permita reducir su consumo sin el perjuicio de la productividad y la calidad de la producción o servicio prestado. (Marrero, 2005)

El concepto de Gestión Energética se puede agrupar en dos visiones desde el punto de vista macro. La primera supone que es el mercado el instrumento mediante el cual se logra la gestión óptima y la segunda supone que es el estado como ente planificador que garantiza la optimización de los recursos energéticos.

Desde el punto de vista micro (empresa) la Gestión Energética se traduce en un programa de optimización de energía, con el cual se definen estrategias y se toman acciones para disminuir los consumos de energía, sin sacrificar la calidad, buscando los niveles de máxima productividad.

El objetivo fundamental de la Gestión Energética es sacar el mayor rendimiento posible a todos los portadores energéticos que son necesarios para una actividad empresarial, lo cual comprende (Martija, 2012):

- ✓ Optimizar la calidad de los portadores energéticos disponibles y su suministro.
- ✓ Disminuir el consumo de energía manteniendo e incluso aumentando los niveles de producción o de servicios.

Capítulo I

- ✓ Obtener de modo inmediato ahorros que no requieran inversiones apreciables.
- ✓ Lograr ahorros con inversiones rentables.
- ✓ Demostrar la posibilidad del ahorro energético de la empresa.
- ✓ Disminuir la contaminación ambiental y preservar los recursos energéticos.
- ✓ Diseñar y aplicar un programa integral para el ahorro.
- ✓ Establecer un sistema metódico de contabilidad analítica energética en la empresa.

Al crecer los costes de la energía y su consumo, se hace necesario un Sistema de Gestión de la Energía (SGE) con la finalidad de poder conocer los consumos y usos de las distintas fuentes energéticas, no sólo a nivel de valores globales, sino de modo particularizado aplicado a los distintos procesos y consumos internos. Este conocimiento permite predecir los incrementos de energía usada que se producirán al aumentar la actividad, o es posible fijar las medidas de contención del coste a través de un programa inteligente de ahorro.

Según la ISO 50001: 2011 un SGE es el conjunto de elementos interrelacionados mutuamente o que interactúan para establecer una política y objetivos energéticos, y los procesos y procedimientos necesarios para alcanzar dichos objetivos.

De lo anterior se deduce que el SGE es la parte del sistema de gestión de una organización que se dedicada a desarrollar e implementar su política energética, así como a gestionar aquellos elementos de sus actividades, productos o servicios que interactúan con el uso de la energía, es la parte del sistema general de gestión de la organización que se encarga de controlar el uso de la energía, desde su entrada a través de distintas fuentes, su uso y su transformación en beneficios.

El SGE se compone de: la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para su implementación, tal y como se muestra en el Anexo 1. De igual forma en el Anexo 2 se describen cada uno de los elementos del sistema.

1.2.1 Resultados esperados, errores y barreras en la gestión energética

Los resultados esperados de la implementación de un sistema de gestión energética son (Alonso, 2012):

Capítulo I

- ✓ Identificar y evaluar los potenciales de reducción de costos de energía que tiene la empresa por mejora de los procedimientos de producción, mantenimiento y operación y por cambios tecnológicos.
- ✓ Implementar los proyectos viables, técnica y económicamente para la empresa en reducción de costos energéticos, en un orden de nula o baja, media y alta inversión.
- ✓ Evitar errores de procedimientos de producción, operación y mantenimiento que incrementen los consumos de energía.
- ✓ Aplicar acciones de reducción de costos de energía con alto nivel de efectividad y con la posibilidad de evaluar su impacto en los indicadores de eficiencia de la empresa.
- ✓ Establecer un sistema fiable de medición de la eficiencia en el uso de la energía a nivel de empresa, áreas y equipos, en tiempo real.
- ✓ Motivar, entrenar y cambiar los hábitos del personal involucrado en el uso de la energía hacia su utilización eficiente.
- ✓ Planear los consumos energéticos y sus costos en función de las posibilidades reales de reducción en cada área y equipo clave.

Los errores y barreras que se cometen comúnmente en la gestión energética generan importantes incrementos en los consumos y costos energéticos en una empresa. A continuación se listan algunos de ellos.

Errores más frecuentes que se cometen en la gestión energética (Alonso, 2012):

- ✓ Se atacan los efectos y no las causas de los problemas.
- ✓ Los esfuerzos de mejora son aislados y sin lograr una mejora integral de todo el sistema energético.
- ✓ A veces, no se incide en puntos vitales.
- ✓ No se detectan y cuantifican adecuadamente los potenciales de ahorro.
- ✓ Se consideran las soluciones tomadas como definitivas cuando el propio proceso en sí lleva implícito el concepto de continuidad.
- ✓ Se forman creencias erróneas sobre cómo resolver los problemas.

Barreras que se oponen al éxito de la gestión energética (Alonso, 2012):

Capítulo I

- ✓ Las personas idóneas para asumir determinada función dentro del programa se excusan por estar sobrecargadas.
- ✓ Los gerentes departamentales no ofrecen suficiente tiempo a sus subordinados para esta tarea.
- ✓ El líder del programa no tiene tiempo ni logra apoyo o tiene otras prioridades.
- ✓ La dirección no reconoce el esfuerzo del equipo de trabajo ni ofrece refuerzos positivos.
- ✓ La dirección no es paciente y juzga el trabajo sólo por los resultados inmediatos.
- ✓ No se logra conformar un equipo con buen balance interdisciplinario o interdepartamental.
- ✓ Falta comunicación con los niveles de toma de decisiones.
- ✓ La dirección ignora las recomendaciones derivadas del programa.
- ✓ El equipo de trabajo se aparta de la metodología y el enfoque sistemático.
- ✓ Los líderes del equipo de trabajo son gerentes e inhiben la actuación del resto de los miembros.

1.3 Normas internacionales sobre gestión de la energía

A veces, en una industria o en cualquier tipo de organización, cuesta ponerse a pensar cómo ahorrar energía, y se toman medidas de forma parcial e incorrecta que muchas veces no consiguen los resultados esperados. Es por ello que las organizaciones utilizan modelos o normas de referencia reconocidos para establecer, documentar y mantener sus sistemas de gestión energética. A continuación se comentan algunas de ellas.

1.3.1 Norma UNE 216301: 2007

La norma UNE¹ 216301: 2007, publicada por la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), da las herramientas a una organización para crear un auténtico sistema de gestión de la energía, fomentando la eficiencia energética y el ahorro de energía, partiendo del análisis de los distintos procesos para mejorarlos energéticamente de forma individual.

Esta norma tiene una estructura similar a otras normas de gestión con lo que se facilita su integración a sistemas de gestión ya existentes. Se basa, como ISO 14001, en identificar aspectos,

Capítulo I

pero en este caso aspectos energéticos, en lugar de aspectos ambientales y, posteriormente, evaluarlos para identificar cuáles son los aspectos energéticos significativos, sobre los cuales se priorizarán las actuaciones. Las dificultades que una organización puede encontrarse al inicio de la implantación de un sistema de estas características son: la necesidad de tener datos totalmente actualizados (balances de materia y energía), ver si los equipos de medición disponibles son suficientes y/o adecuados, definir unidades de referencia para comparar datos, entre otros. La Figura 1.2 muestra dicho modelo.

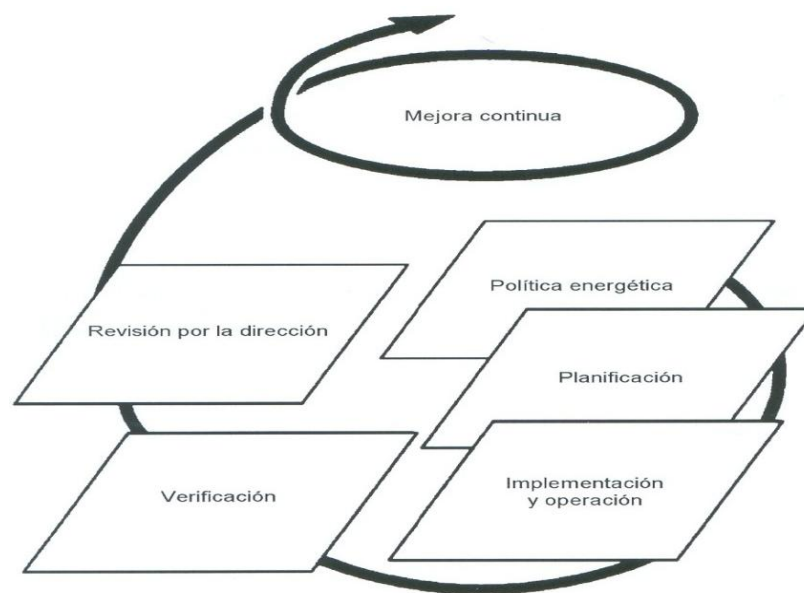


Figura 1.2: Modelo de sistema de gestión energética según la norma UNE 216301: 2007.

Fuente: UNE 216301: 2007

Los objetivos que comprende la norma son:

- ✓ Fomentar la eficiencia energética en las organizaciones.
- ✓ Fomentar el ahorro de energía.
- ✓ Disminuir las emisiones de gases que provocan el cambio climático.

El estándar es aplicable a las organizaciones que deseen:

- ✓ Mejorar la eficiencia energética de sus procesos de forma sistemática.
- ✓ Establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión energética.
- ✓ Incrementar el aprovechamiento de energías renovables o energías excedentes propias o de terceros.

Capítulo I

- ✓ Asegurar su conformidad con su política energética.
- ✓ Demostrar esta conformidad a otros.
- ✓ Buscar la certificación de su sistema de gestión energética por una organización externa.

1.3.2 Norma UNE 216501: 2009

La norma UNE 216501: 2009 describe los requisitos que debe tener una auditoría energética y los puntos clave para la mejora de la eficiencia energética, la promoción del ahorro energético y evitar emisiones de gases de efecto invernadero.

Esta norma es de aplicación voluntaria en cualquier tipo de organización y sus objetivos son:

- ✓ Obtener un conocimiento fiable del consumo energético y su coste asociado.
- ✓ Identificar y caracterizar los factores que afectan al consumo de energía.
- ✓ Detectar y evaluar las distintas oportunidades de ahorro y diversificación de energía y su repercusión en el coste energético y de mantenimiento, así como otros beneficios y costes asociados.

Esta norma es aplicable a organizaciones que deseen:

- ✓ Unificar procesos de auditoría energética.
- ✓ Asegurar su conformidad con su política energética.
- ✓ Demostrar esta conformidad a otros.
- ✓ Buscar la verificación de su auditoría energética por una organización externa.
- ✓ Usar esta herramienta para la implantación de un sistema de gestión energética.

1.3.3 Norma ISO 50001: 2011

La solicitud a ISO (International Organization for Standardization) para desarrollar una Norma Internacional de gestión de la energía provino de la Oficina de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), quien reconoce que la industria necesita montar una respuesta efectiva al cambio climático y la proliferación de normas nacionales de gestión de la energía. (Organización Internacional de Normalización, 2011)

Para la ISO, la gestión energética es uno de los cinco campos principales dignos para el desarrollo de Normas Internacionales. La gestión eficaz de la energía es una prioridad, ya que

Capítulo I

cuenta con un potencial significativo en cuanto al ahorro de energía y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en todo el mundo.

ISO 50001: 2011 ha sido capaz de basarse en numerosas normas de gestión de la energía nacionales y regionales, especificaciones y regulaciones, incluyendo las desarrolladas en China, Dinamarca, Irlanda, Japón, República de Corea, Países Bajos, Suecia, Tailandia, Estados Unidos y la Unión Europea.

En un contexto de incremento de los precios mundiales de la energía, la publicación por parte de la ISO de su Norma Internacional ISO 50001: 2011 para la gestión de la energía es particularmente oportuna. La norma ayuda a las organizaciones a mejorar su eficiencia energética y a reducir los impactos del cambio climático. (Organización Internacional de Normalización, 2011)

El objetivo de este estándar internacional es permitir a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar el rendimiento en el uso de la energía. El estándar lleva a reducciones de costo, emisiones de gases de efecto invernadero y otros impactos ambientales por medio de la gestión sistemática de la energía. Es aplicable a todo tipo de organizaciones independientemente de su ubicación geográfica, condiciones culturales o sociales. La implementación acertada depende del compromiso de todos los niveles y funciones de la organización y sobre todo de la dirección superior.

En la norma se especifican los requisitos para un SGE, para desarrollar e implementar una política energética, establecer objetivos, metas y planes de acción, teniendo en cuenta los requisitos legales y la información pertinente al uso significativo de energía.

Un sistema de gestión energético permite a una organización alcanzar sus compromisos de política, tomar las acciones que sean necesarias para mejorar su desempeño energético y demostrar la conformidad del sistema con los requisitos de esta Norma Internacional. La norma se basa en el ciclo de mejora continua Planear-Hacer-Verificar-Actuar e incorpora la gestión energética en las prácticas organizacionales diarias.

Capítulo I

La aplicación global de esta norma contribuye a lograr un uso más eficiente de las fuentes de energía disponibles, a incrementar la competitividad y a reducir el impacto ambiental asociado al uso de la energía. Establece un marco internacional para la gestión de todos los aspectos relacionados con la energía, incluidos su uso y adquisición, por parte de las instalaciones industriales y comerciales, o de las compañías en su totalidad. La norma proporciona a las organizaciones las estrategias y técnicas de gestión con las que incrementar su eficiencia energética, reducir costos y mejorar su desempeño ambiental. Las bases de este enfoque se muestran en la Figura 1.3.

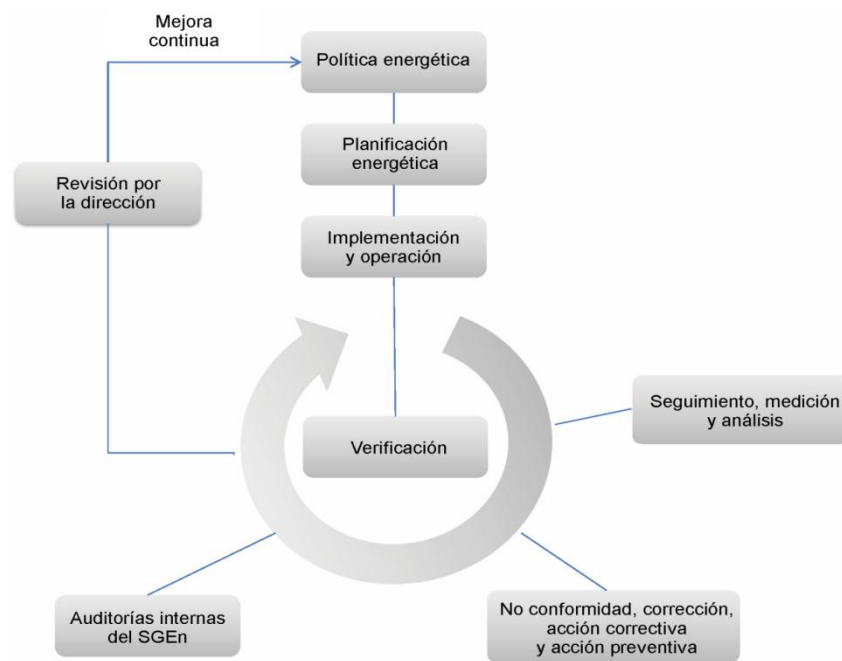


Figura 1.3: Modelo de Sistema de gestión de la energía ISO 50001: 2011.

Fuente: ISO 50001: 2011

La ISO 50001: 2011 provee un marco de requisitos que permite a las organizaciones (International Organization for Standardization, 2010):

- ✓ Desarrollar una política para un uso más eficiente de la energía.
- ✓ Fijar metas y objetivos para cumplir con la política.
- ✓ Utilizar los datos para entender mejor y tomar decisiones sobre el uso y consumo de energía.

Capítulo I

- ✓ Medir los resultados.
- ✓ Revisar la eficacia de la política.
- ✓ Mejorar continuamente la gestión de la energía.

ISO 50001: 2011 no fija objetivos para mejorar la eficiencia energética. Esto depende de la organización usuaria, o de las autoridades reguladoras. Esto significa que cualquier organización, independientemente de su dominio actual de gestión de la energía, puede aplicar la Norma ISO 50001: 2011 para establecer una línea de base y luego mejorarla a un ritmo adecuado a su contexto y capacidades. Los principales beneficios de la norma se muestran en el Anexo 3. (International Organization for Standardization, 2010)

Ha de destacarse que la ISO 50001 se encuentra estrechamente alineada con las normas ISO 9001: 2008 (gestión de calidad) y la ISO 14001: 2004 (gestión medioambiental). Estas tres normas son ampliamente implementadas en las organizaciones, y la integración de un sistema de gestión energética dentro estos sistemas ya existentes, debe ser relativamente sencilla. En el Anexo 4 se muestra la relación entre estas tres normas.

1.4 Gestión del transporte

El transporte definido como el medio de traslado de personas o bienes de un lugar a otro, se relaciona prácticamente con todos los sectores de la economía, moviliza los insumos y materias primas requeridas para la producción de bienes hasta los centros de consumo y actúa como un importante demandante de los productos y servicios de diversas ramas económicas. De igual manera beneficia la transformación de las relaciones de trabajo y grupos sociales al incorporar productos y experiencias disímiles en aquellas localidades que se enlazan a las redes de transporte, e influye en la ubicación de los centros urbanos y sus actividades, medios de vida, conformación de los espacios urbanos, modificación de los usos del suelo y en las formas de comunicación e identificación social. (Amarales, 2005)

Es por excelencia uno de los procesos fundamentales de la logística de una organización, este componente es de atención prioritaria en el diseño y la gestión del sistema logístico de una

Capítulo I

compañía, dado que suele ser el elemento individual con mayor ponderación en el consolidado de los costos logísticos de la mayoría de empresas.

El profesional a cargo de las decisiones estratégicas y tácticas respecto a la gestión del transporte en cada organización debe conocer claramente todos los factores que influyen en el transporte, así como los medios existentes, los costos asociados y la metodología idónea para su elección.

De manera general la planificación del transporte se realiza a través de las siguientes tareas (Amarales, 2005):

1. Seleccionar el tipo de transporte.
2. Buscar y negociar las mejores ofertas.
3. Trazar las rutas.
4. Ordenar y dirigir las expediciones.
5. Negociar las reclamaciones por pérdidas o daños.
6. Comprobar la factura de los transportes.

Los sistemas de transporte se clasifican principalmente en dos grandes grupos: convencional y no convencional. Los primeros incluyen el transporte terrestre (automotor y ferroviario), marítimo, tuberías y aéreo, los segundos las aceras móviles, cabinas guiadas y mono carriles.

El transporte comercial moderno está al servicio del interés público e incluye todos los medios e infraestructuras implicados en el movimiento de personas o bienes, así como los servicios de recepción, entrega y manipulación de tales bienes. El transporte comercial de personas se clasifica como servicio de pasajeros y el de bienes como servicio de mercancías. También puede ser interesante la distinción entre transporte público y transporte privado dependiendo de la propiedad de los medios de transporte utilizados.

Cuando se utilizan varios modos de transporte y la mercancía se transporta de un vehículo a otro se dice que se ha realizado un transporte combinado. Este modo de transporte se ha desarrollado dando lugar al transporte intermodal o transporte multimodal, en el que la mercancía se agrupa en unidades superiores de carga, como el contenedor, que permiten el transporte por diferentes vías sin ruptura de la carga.

Capítulo I

Es importante considerar la forma de transporte más provechosa. Cada día son más utilizados los sistemas de transporte combinado o multimodal, estas decisiones y sus implicaciones sobre otros elementos de la distribución tales como el almacenamiento y el volumen de existencias deben considerarse.

Actualmente el modo más utilizado es el automotor. Dentro de las principales ventajas del transporte automotor se encuentran su alta maniobrabilidad, ofrece la posibilidad del servicio puerta a puerta, presenta gran flexibilidad operativa, sus costos son relativamente bajos en las transportaciones a cortas distancias y también fungen como complemento de los demás medios de transporte. Sus limitaciones principales radican en que durante el desarrollo de sus actividades expulsan a la atmósfera grandes cantidades de gases, presentan limitada capacidad de transporte y sus costos de reparación y mantenimiento son altos. (Amarales, 2005)

Durante la planificación de esta actividad la empresa debe haber realizado un análisis de la demanda de transportación, a partir de la cual sabrá si está o no en condiciones de satisfacerla de acuerdo a sus capacidades de medios de transporte. La gestión del transporte muestra una tendencia a la subcontratación, donde juegan un papel fundamental los operadores logísticos.

1.4.1 Eficiencia energética en el transporte automotor

El uso racional de los portadores energéticos es una tarea de primordial importancia para cualquier país, en especial para los no productores de petróleo, dados los altos precios que éste y sus derivados poseen en la actualidad y el agotamiento de sus reservas.

Según Borroto & Monteagudo (2006) la eficiencia energética se puede definir como la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir el confort y calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso.

Para la ISO 50001: 2011 la eficiencia energética es la proporción u otra relación cuantitativa entre el resultado en términos de desempeño, de servicios, de bienes o de energía y la entrada de energía.

Capítulo I

La eficiencia energética no es más que el conjunto de acciones que permiten el ahorro de energía en todos sus tipos. Es la habilidad de lograr objetivos, empleando la menor cantidad de energía posible. Es la capacidad de alcanzar los mayores beneficios en el uso final de la energía con el menor impacto sobre el medio ambiente. Por eficiencia energética se entiende la obtención de un resultado (un determinado proceso, la obtención de un producto, la realización de un servicio, entre otros) minimizando el consumo de energía. Asimismo eficiencia energética hace referencia a todas las acciones que tienden a reducir el consumo de energía. (Eficiencia energética, 2011)¹

Para conocer la eficiencia energética de por ejemplo equipos, procesos o servicios, se utilizan indicadores de eficiencia. Un indicador de eficiencia energética es la relación entre una cantidad de energía, de producto, de servicio o valor y la energía consumida para proveerlo. La conservación y el uso racional de los portadores energéticos incluyen la necesidad de incorporar el factor ambiental en las políticas de gestión energética empresariales. (Eficiencia Energética, 2011)²

Un término muy relacionado con la eficiencia energética y que se establece en la propia norma ISO 50001: 2011 es el de desempeño energético, definido como: resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso de la energía y el consumo de la energía. Se observa en esta definición cómo el desempeño energético no es más que medir los resultados para saber si se ha mejorado la eficiencia energética a través de indicadores que así lo evidencien.

En el sector del transporte la eficiencia energética ha adquirido gran relevancia. El vertiginoso desarrollo de la ciencia y la técnica en nuestros días ha tenido una repercusión importante en el transporte, así como en todas las ramas de la economía. En específico, en el transporte automotor, se han producido incrementos importantes en la cantidad de vehículos, en su diversidad, en su capacidad de carga y velocidades de movimiento de sus unidades y en el aumento de los niveles de transportación de pasajeros, lo que trae como consecuencia el necesario desarrollo de la infraestructura y de los métodos científicos que utiliza la explotación técnica, como ciencia de la ingeniería, que en la esfera del transporte, se enfoca hacia el logro de la máxima reducción de los

¹ Eficiencia Energética. (2011, Abril 4).

Retrieved from http://www.ecured.cu/index.php/Eficiencia_Energ%C3%A9tica.

Capítulo I

recursos destinados al desarrollo de los procesos de transportación, junto al más completo aprovechamiento de su capacidad de trabajo. (Fuentes et al., 2008)

El transporte a nivel mundial supone el 20% del consumo de energía en el mundo (ARPEL, 2001). Es un alto consumidor de derivados del petróleo, llegando a alcanzar en la Unión Europea y en países como Argentina, Brasil y México valores que oscilan entre el 32 - 40% de la energía final consumida, muy por encima incluso del sector industrial. En especial el transporte automotor representa alrededor del 78% de la energía consumida en el sector del transporte. Esto da una idea de la importancia de la temática. (Fuentes et al., 2008)

Al ser el transporte un consumidor importante de energía, la cual se obtiene transformando combustibles, mayoritariamente mediante motores de combustión, se generan emisiones gaseosas (CO_2 , CO , entre otros) cuya nocividad depende de la fuente de energía usada. Incurren en esta contaminación el tipo y calidad del combustible, años de explotación, modelo y estado del motor, rigor y frecuencia del mantenimiento, entre otros. (Fuentes et al., 2008)

En las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial, al transporte le corresponde 14% de incidencia, superado por la generación de energía eléctrica que tiene una participación del 24% (CONAMA). El desglose según fuentes se muestra en la Figura 1.4

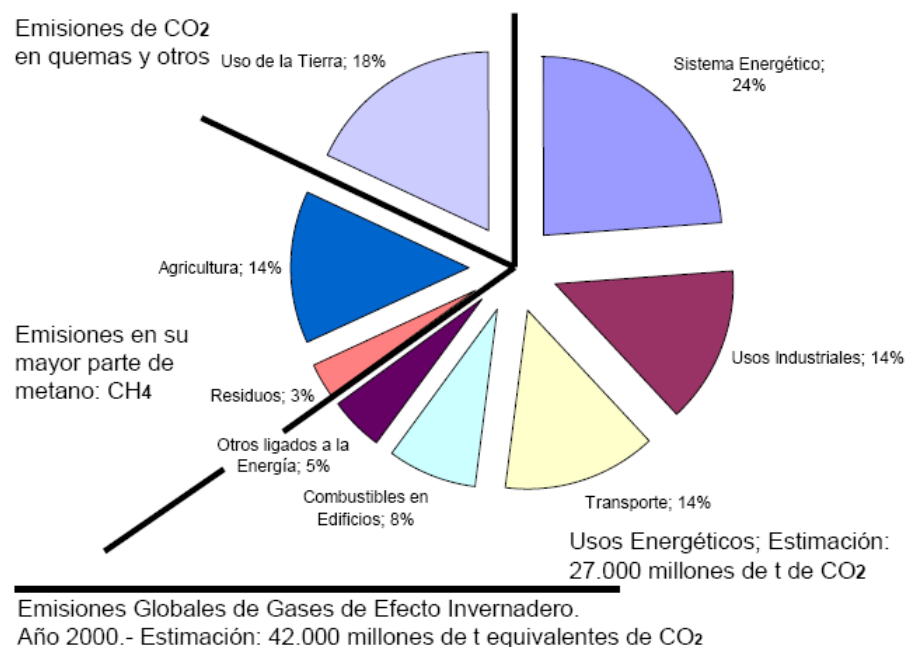


Figura 1.4: Desglose de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Fuente: (CONAMA)

Los contaminantes emitidos por las fuentes móviles tienen un doble efecto dañino, mientras algunos de los componentes gaseosos afectan la salud humana (CO, NO_x, HC), otros conllevan al incremento de los gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄ y N₂O) (Amarales, 2005). El transporte automotor es una de las principales fuentes emisoras de estos gases. En los países desarrollados estas emisiones representan entre 30 y 90% del total (Urbietta, 2002).

En los combustibles fósiles es inevitable la emisión de dióxido de carbono (CO₂). Su reducción depende de la utilización de otros carburantes, de mejorar su eficacia o de reducir el volumen de circulación. En la actualidad hay en el mundo aproximadamente 800 millones de vehículos y se calcula que para el año 2030 se duplicará su número. (CONAMA; Hernández, 2012)

Según Fuentes et al. (2008) el consumo energético en el parque vehicular se incrementa como consecuencia de:

- ✓ La inadecuada selección del parque vehicular, o sea, no existe una adecuada correspondencia entre las características constructivas del vehículo con las condiciones de explotación a que será sometido.
- ✓ La falta de una cultura técnica que posibilite, tanto la renovación en tiempo del parque, como la ejecución con criterios técnicamente fundamentados de remotorizaciones o adaptaciones de elementos del sistema de transmisión, que posibiliten devolverle en una cuantía adecuada los parámetros iniciales.
- ✓ Deficiencias en los procedimientos de gestión del parque vehicular.
- ✓ El inadecuado estado técnico y de regulación del parque.
- ✓ Calificación no adecuada de los conductores y ausencia de una política de elevación de la misma.
- ✓ Mal estado de las vías.

La introducción de los logros de la ciencia y la técnica en los vehículos de transporte ha venido acompañada de un aumento de su complejidad constructiva, y por tanto, de sus costos, conjuntamente con una mayor dependencia de las empresas comercializadoras, para el desarrollo del servicio técnico de los mismos, lo cual coloca a los explotadores de las flotas vehiculares a

Capítulo I

merced de los precios que estas establezcan en tal sentido. De ahí la importancia de contar con criterios técnicamente fundamentados para la selección del parque vehicular, para buscar una adecuada correspondencia entre las características constructivas del vehículo y los requerimientos que imponen las condiciones de explotación a que serán sometidos. (Fuentes et al., 2008)

Por otro lado, el envejecimiento del parque vehicular trae consigo un incremento de los indicadores de consumo de combustible y de los costos del servicio técnico; lo que obliga a la determinación de los períodos en que se hace imprescindible, por razones económicas, la renovación del parque vehicular.

Se ha demostrado, a través de la experiencia en países europeos, principalmente los no petroleros, que en el correcto seguimiento del consumo de combustible se encuentra la fórmula para una operación eficiente de la empresa de transporte.

En el sector del transporte es muy importante el ahorro de combustible mediante el aumento de la eficiencia de consumo de los vehículos y una adecuada gestión del combustible, mediante rutas más cortas, adecuado mantenimiento de la flota, conducción eficiente, entre otras. La reducción de costes de combustible aumenta los beneficios. (Cardoso, 2011)

1.4.2 Cualidades de explotación del transporte automotor

Se define *máquina automotriz* como aquella máquina autopropulsada, que consta al menos, de una fuente energética, un sistema de transmisión y un tren de rodaje; y que está destinada a cumplir diferentes funciones según su tipo y destino.

Las cualidades de explotación caracterizan las posibilidades de utilización efectiva del vehículo en determinadas condiciones y permiten valorar en qué medida sus características constructivas responden a sus condiciones de explotación. Conocerlas es necesario para la proyección de nuevos modelos y para la elección, evaluación y comparación de los diferentes tipos de vehículos en las condiciones de explotación a que serán destinados. De este modo se pueden lograr aumentos de la productividad del vehículo y disminuir los costos de las transportaciones,

Capítulo I

aumentando la velocidad media de movimiento y disminuyendo el consumo de combustible. (Fuentes et al., 2008)

Entre las cualidades de explotación se encuentran las siguientes (Fuentes et al., 2008):

1. **Dinámica:** Es la cualidad de la máquina automotriz de transportar cargas y pasajeros con las velocidades máximas posibles. Mientras mayor es la dinámica del vehículo, mayor será su productividad. La dinámica depende de las cualidades tractivas y de frenaje de la máquina automotriz.
2. **Maniobrabilidad:** Es el conjunto de cualidades que caracterizan la posibilidad del vehículo de variar su posición en áreas limitadas, en movimientos por trayectorias de pequeña curvatura con brusca variación de la dirección, incluyendo la marcha atrás.
3. **Estabilidad:** Es la cualidad que garantiza la conservación de la dirección del movimiento bajo la acción de fuerzas de resistencia, que pueden en determinadas circunstancias provocar el vuelco o el patinaje del vehículo. Es una cualidad de importancia por la incidencia que posee en la seguridad del movimiento.
4. **Capacidad de paso:** Es la cualidad del vehículo de moverse con seguridad por vías en malas condiciones y terrenos accidentados, y vencer los obstáculos naturales y artificiales. La pérdida de capacidad de paso de un vehículo puede ser total o parcial. La pérdida total es cuando se produce un atascamiento o existe limitación de movimiento; parcial es cuando se produce una disminución de la velocidad con aumento del consumo de combustible.
5. **Suavidad de marcha:** Es la cualidad del vehículo de moverse en vías no niveladas, sin grandes sacudidas de la carrocería. De ella depende la velocidad de movimiento, el consumo de combustible, la conservación de la carga y el confort de la máquina automotriz.
6. **Fiabilidad:** Está vinculada a la probabilidad del trabajo sin fallos en el transcurso de un determinado período y sin empeoramiento de los principales indicadores de explotación.

Capítulo I

7. **Durabilidad:** Es la cualidad del vehículo de mantener la capacidad de trabajo hasta el arribo al estado límite.
8. **Mantenibilidad:** Muestra la facilidad que el vehículo brinda para prevenir y descubrir las causas que originan sus fallos y deterioros, así como la eliminación de sus consecuencias, mediante la realización de mantenimientos y reparaciones.
9. **Economía de consumo:** Es la utilización racional de la energía del combustible durante el movimiento del vehículo. Los gastos por concepto de consumo de combustible constituyen una parte significativa del costo de transportación, por ello mientras menor sea el consumo, menores serán los gastos de explotación.

Si bien desde el punto de vista de la facilidad de su estudio estas cualidades se analizan independientemente, en realidad todas están vinculadas.

1.5 Economía del consumo en el transporte automotor

El combustible es el más importante material de explotación, posee alta demanda en el parque vehicular y gran incidencia en su costo de explotación, y es por ello, que se hace necesario utilizarlo con un máximo de efectividad. La importancia del consumo como indicador, depende del tipo de vehículo, del servicio que presta, de sus condiciones de explotación, de sus características constructivas, entre otras.

La economía de consumo es el conjunto de cualidades que definen el consumo de combustible durante el trabajo de las máquinas automotrices en las diferentes condiciones de explotación. Por economía de consumo del vehículo se entiende, la capacidad del mismo de cumplimentar el trabajo de transporte en las condiciones reglamentadas con las mínimas pérdidas posibles de combustible. (Fuentes et al., 2008)

Como indicador fundamental del consumo de combustible, en la mayoría de las máquinas automotrices, se utiliza el consumo recorrido (Q), que se define como la cantidad de combustible consumido, en litros, por cada 100 km de recorrido. (Litvinov & Farovin, 1989)

Para la determinación del consumo recorrido por vía experimental se emplea la expresión:

Capítulo I

$$Q = 100 \cdot q / S \quad (l/100km)$$

Donde:

q: Es el consumo en litros durante un determinado recorrido S, en km.

Ha de destacarse que a la hora de hacer una valoración desde el punto de vista de la selección o al hacer una comparación entre dos o más vehículos, con vistas a buscar el vehículo y la composición más favorable para un proceso de explotación, surge la dificultad de que los datos suministrados por el fabricante están elaborados para ciclos de viajes estandarizados. Los ciclos de viaje empleados actualmente, según las normas establecidas en cada país de fabricación del vehículo, son diversos y no permiten la comparación equitativa del consumo de combustible y otros indicadores en vehículos de diferente procedencia, a ello se agrega que los valores de consumo que aparecen en la documentación técnica del vehículo, son generalmente puntuales, y establecidos para velocidades diferentes, lo cual no posibilita la comparación. Por otro lado, las condiciones de explotación son muy variables, aún en pequeños tramos de vías, lo cual dificulta una valoración más exacta en rutas con condiciones concretas de explotación.

1.5.1 Economía de consumo e impacto ambiental de los gases de escape

El impacto ambiental del transporte automotor está estrechamente relacionado con la utilización creciente del mismo y se manifiesta a través de sus altos niveles de emisión de sustancias tóxicas y de los llamados "gases de invernadero", y de los niveles de ruido.

Las discusiones internacionales acerca de las causas e implicaciones para la humanidad del llamado "efecto invernadero", provocado por las crecientes emisiones a la atmósfera de gases tales como: CO₂, metano, óxido nitroso y los cloro-fluorocarbonatos, reflejan la necesidad de un enfoque integral en el tratamiento de los problemas ambientales y del desarrollo, así como la necesidad de una acción concertada de la comunidad internacional para mitigar los efectos del calentamiento global. (Fuentes et al., 2008)

Capítulo I

Entre las medidas que están siendo consideradas figuran una mayor economía de consumo, el uso de combustibles alternativos, sistemas ampliados de transporte masivo y una mejor planificación urbana. No obstante, el impacto ambiental de los motores de combustión interna es de consideración, y se acrecienta por la congestión del tráfico en ciudades, que obliga a velocidades de movimiento reducidas y por el uso aún de un gran número de vehículos con períodos de explotación elevados, que por su estado técnico o tecnología elevan la emisión de sustancias tóxicas al medio ambiente. (Fuentes et al., 2008)

Por ejemplo en la Unión Europea, aunque los medios de locomoción son responsables únicamente de un 5 % de las emisiones de dióxido de azufre (SO_2), son responsables del 25 % de las emisiones de dióxido de carbono (CO_2), del 87 % de las de monóxido de carbono (CO) y del 66 % de las de óxidos de nitrógeno (NO_x). (Mitrovich, 2003)

Por otra parte en España, el transporte y la movilidad de las personas suponen casi el 25% de las emisiones totales de CO_2 . Es el primer sector de actividad en España en emisiones de gases de efecto invernadero. Estas emisiones se unen a tres líneas de transporte: movilidad personal en automóviles, tanto en ciudad como en viajes interurbanos; transporte de mercancías en camión y en furgoneta; y transporte aéreo, fundamentalmente de personas. Pero además es el sector que presenta un crecimiento más rápido en la evolución de emisiones. (CONAMA)

Trabajos desarrollados en Ciudad México arrojan que las emisiones provenientes de fuentes móviles, se corresponden con el 21% del SO_2 , el 98% del CO, el 80% de todos los NO_x y el 40% de todos los hidrocarburos emitidos anualmente. Dentro de este sector la mayor contribución a la contaminación proviene de autos particulares, que constituyen el 72% de la flota vehicular. Los autos producen más del 40% de las emisiones por fuentes móviles de SO_2 , CO e hidrocarburos, mientras que su contribución estimada para los NO_x es de 29%. (Fuentes et al., 2008)

Para la propulsión de las máquinas automotrices han sido utilizados varios tipos de fuentes energéticas, pero el motor de combustión interna (MCI), tiene alrededor de 100 años de utilización. Debido a que los MCI presentan toda una serie de desventajas, desde hace muchos años se realizan pruebas para la aplicación en el automóvil de motores eléctricos, turbinas de gas y otros tipos de fuentes energéticas. La aplicación masiva de estos motores en las máquinas automotrices presenta numerosas dificultades. Por ejemplo, en el caso del motor eléctrico las

Capítulo I

dificultades de su aplicación están vinculadas a: 1)- las dimensiones de la batería, lo que ha limitado su uso solamente para vehículos de baja potencia; 2)- al costo de las baterías, muy elevado en las de mejores indicadores y a su escasa durabilidad; 3)-a la reducida autonomía del vehículo; 4)- al costo que representa la implantación de toda una red nacional de suministro de energía a las mismas; y por último, 5)-al tiempo de recarga de la batería, el cual resulta elevado, aún en los modelos de batería de mayor costo. En el caso de la turbina de gas los problemas están vinculados a sus dimensiones, pues al ser tan pequeñas resulta muy costoso garantizar las holguras adecuadas, durante la construcción y explotación de las mismas. (Fuentes et al., 2008)

En otro sentido, ha continuado el perfeccionamiento de los actuales MCI con la introducción masiva de la inyección de combustible en motores de gasolina y el control electrónico de la inyección en los diesel, más reciente y menos masiva. Ambas tecnologías reducen los indicadores de consumo de combustible del vehículo y su impacto ambiental. Cualquier solución en el futuro relativa a las fuentes energéticas, debe tener en cuenta la reducción de los indicadores de consumo, del impacto ambiental de los gases de escape y del ruido y la utilización de fuentes alternativas de energía.

1.5.1.1 Gases de escape de los motores diesel

En la Tabla 1.1 se muestran los principales componentes de los gases de escape en los motores de combustión interna de diesel. Se exponen además los rangos típicos de materiales tóxicos presentes en el humo del escape de los motores diesel. Los valores menores pueden encontrarse en motores nuevos y limpios, y los valores altos en equipos antiguos. (EPA, 2007; Frey & Kim, 2005; Fuentes et al., 2008; Noland, Ochieng, & Quddus, 2004; Racero, Canca, Galán, & Villa, 2006)

Tabla 1.1: Principales componentes de los gases de escape en los motores diesel.

Fuente: (Fuentes et al., 2008)

CO	HC	DPM	NOx	SO ₂
ppm	ppm	g/m ³	ppm	ppm
5-1 500	20-400	0.1-0.25	50-2 500	10-150

Combustión completa: Genera CO₂ y H₂O.

Combustión incompleta:

Capítulo I

- ✓ Hidrocarburos no quemados: C_nH_m (parafinas, olefinas, aromáticos)
- ✓ Hidrocarburos parcialmente quemados: aldehídos ($C_nH_m.CHO$), cetonas ($C_nH_m.CO$), ácidos carboxílicos ($C_nH_m.COOH$) y monóxido de carbono (CO)
- ✓ Productos del craqueo térmico y desintegración: acetileno (C_2H_2), etileno (C_2H_4), hidrógeno (H_2), hollín (C) y otros.
- ✓ Subproductos de la combustión: óxidos de nitrógeno del aire (NO_x), compuestos de plomo de los aditivos del combustible y gases sulfurosos de las impurezas del combustible.
- ✓ Oxidantes: Por efecto de la luz del sol en los gases de escape se generan oxidantes, peróxidos orgánicos, ozonos y otros.

Componentes principales: Los componentes principales de los gases de escape son N, CO_2 y vapor de agua, que no son venenosos. El CO_2 adquiere especial importancia por su incidencia negativa en el efecto invernadero.

Componentes secundarios:

- ✓ Monóxido de carbono (CO): Gas incoloro, inodoro e insípido, que se forma en deficiencia de oxígeno. Tiene mayor afinidad que el oxígeno para combinarse con la sangre, reduciendo la cantidad de oxígeno en la misma. Puede producir síntomas de cansancio, dolor de cabeza, alteración en la coordinación de los movimientos, reducción de la percepción visual y disminución de la capacidad para aprender. Los valores medidos de CO se indican en porcentaje sobre el volumen total de gases emitidos. Como norma general se pueden considerar valores de CO:
 - Entre 2,5 y 0,5 % para motores alimentados por carburador.
 - Entre 1,5 y 0,5 % para motores alimentados por inyección.
 - Entre 0,3 y 0,1 % para motores provistos de catalizador.
- ✓ Monóxido de nitrógeno (NO): Gas incoloro, inodoro e insípido, que expuesto al aire se transforma en NO_2 , gas de olor penetrante y muy venenoso. Generalmente se determinan juntos y se les denominan óxidos de nitrógeno (NO_x). Pueden provocar irritación de las mucosas de los ojos y de las vías respiratorias, dolor de cabeza, y edemas pulmonares. Además inhibe el crecimiento de las plantas y causa la caída de sus hojas. Las emisiones

Capítulo I

de NO_x son también un serio asunto medioambiental, por su participación en la formación del smog.

- ✓ Hidrocarburos (HC): Están en mayor proporción en los gases de escape. En presencia de NO_x y a la luz del sol, forman oxidantes que irritan las mucosas. Algunos son cancerígenos. Se producen por mezclas muy ricas, originadas por mala regulación o estado técnico de los sistemas de alimentación y encendido, y por combustión de aceite. La medición de los hidrocarburos se realiza en partes por millón (ppm). Aunque estos valores se incrementan según el uso del vehículo y el desgaste de sus piezas, se pueden considerar valores estimados los siguientes:
 - Hasta 300 ppm para motores alimentados por carburador.
 - Entre 50 y 150 ppm para motores alimentados por inyección.
 - Menos de 50 ppm para motores provistos de catalizador.
- ✓ Dióxido de azufre (SO₂): Se genera por el azufre presente en el combustible, y su concentración depende de la cantidad de azufre. Combustibles con bajo contenido de azufre (menor a 0,05 %) se están introduciendo para motores diesel en Estados Unidos y Canadá. El dióxido de azufre es un gas tóxico incoloro, con la característica de emitir un olor irritante. La oxidación del SO₂ produce trióxido de azufre, precursor del ácido sulfúrico, responsable de las partículas de sulfato en las emisiones diesel. Los óxidos de azufre tienen un profundo impacto en el medio ambiente al ser la mayor causa de la lluvia ácida.
- ✓ Partículas: Comprenden todo material (excepto agua) que en condiciones normales está contenido como cuerpo sólido (cenizas, carbono) o líquido en los gases de escape. Una partícula inhalada puede depositarse en los pulmones y no ser eliminada, provocando enfermedades en las vías respiratorias, cuya gravedad depende de la salud de la persona, el tiempo de exposición, el tipo y concentración del contaminante y las condiciones climáticas.
- ✓ Proporción de Oxígeno O₂: La presencia de oxígeno en los gases de escape indica que la combustión no es perfecta. El oxígeno indica qué parte del combustible no se ha

Capítulo I

quemado, dando origen a emisiones de HC y de CO. Las mezclas pobres originan una gran emisión de oxígeno y las mezclas ricas casi las anulan por completo, pero sin llegar hasta el cero. La medición del oxígeno se realiza sobre la totalidad de los gases emitidos y se indica con un porcentaje. Los resultados obtenidos deben estar dentro de los márgenes indicados por el fabricante. Pudiendo considerar los siguientes datos como orientativos:

- Entre 1,5 y 0,7 en motores alimentados por carburador.
- Entre 0,8 y 0,4 en motores alimentados por inyección.
- Entre 0,4 y 0,1 en motores provistos de catalizador.

Purificación de los gases de escape:

a) Medidas en el motor:

- ✓ *Cámara de combustión:* La forma de la cámara influye en la emisión de gases de escape. Los motores con cámara dividida expulsan menos NO_x que los de inyección directa, pero consumen más combustible. La turbulencia del aire favorece la mezcla con el combustible y con ello la combustión completa. Para asegurar la inflamación se precisa una temperatura en compresión, suficientemente alta.
- ✓ *Inyección del combustible:* El inicio y el transcurso de la inyección, y la pulverización del combustible influyen en la emisión de contaminantes. El inicio de la inyección determina el inicio de la combustión. Una inyección retardada disminuye la emisión de NO_x , pero muy retardada aumenta la emisión de HC y el consumo. Una variación de un grado de giro del cigüeñal puede elevar la emisión de NO_x y HC entre un 5-15%. Esta elevada sensibilidad obliga a una regulación muy precisa, lo cual se garantiza con la regulación electrónica. El combustible que se entrega después del final de la combustión pasa al conducto de escape y eleva la emisión de HC, por lo que debe evitarse las post-inyección. Para ello las válvulas de inyección deben contener el menor volumen posible de combustible. Con una presión de inyección elevada se consigue una fina pulverización del combustible, lo que posibilita un mejor mezclado con el aire y vaporización, y contribuye a disminuir la emisión de HC y hollín (partículas). La entrega cíclica debe limitarse en función al aire aspirado, de modo que no se emita hollín.

Capítulo I

- ✓ *Temperatura del aire aspirado:* Con altas temperaturas del aire se eleva la temperatura de la combustión y con ello la emisión de NO_x , por ello en los motores sobrealimentados se emplea el post-enfriamiento.
- ✓ *Retroalimentación de los gases de escape:* Al mezclar los gases de escape con el aire de admisión se reduce la concentración de oxígeno y se eleva el calor específico, reduciendo ambas la temperatura de la combustión y con ello la formación de NO_x y de la cantidad de gases de escape expulsados. Con elevadas proporciones de gases de escape en recirculación, aumenta la emisión de hollín y CO, por ello este es un proceso bien regulado.

b) Tratamiento posterior del gas de escape.

La emisión de HC se reduce con catalizadores de metal noble, así se queman parte de los HC gaseosos y los adheridos al hollín con el oxígeno contenido en el escape. En los motores de gasolina los catalizadores utilizados trabajan con insuficiencia de oxígeno o con mezcla estequiométrica muy precisa, pero los diesel sólo pueden funcionar con exceso de aire. Por ello los catalizadores que reducen NO_x no sirven para los diesel. Para reducir las partículas se ensayan en la actualidad filtros colocados en el conducto de escape.

1.5.1.2 Ruidos de los MCI y formas para reducirlos

Se entiende por ruido del MCI la emisión acústica que éste produce durante el trabajo. Los principales componentes del ruido del motor son: el ruido de admisión; el ruido por la deformación de las paredes de la cámara de combustión durante la compresión, combustión y expansión; el ruido durante la combustión; el ruido provocado por las oscilaciones del motor sobre la suspensión; el ruido por golpes durante el trabajo de los mecanismos; el ruido por el funcionamiento de agregados del motor y el ruido durante el escape de los gases.

La principal fuente de ruido de los vehículos es el producido por el MCI durante su funcionamiento. Para proporcionarle al conductor un máximo de comodidad en la cabina, es necesario garantizarle niveles de ruido dentro de la misma inferiores a 74 dB. (Fuentes et al., 2008)

Capítulo I

No es muy frecuente el desarrollo de controles de los niveles de ruido de los MCI. Con mucha frecuencia se percibe el acercamiento de un vehículo determinado debido a los altos niveles de ruido que emite el MCI durante su funcionamiento, en muchos casos provocado por la eliminación de los silenciadores o por un deplorable estado técnico.

Algunas de las acciones para disminuir el ruido de los MCI son:

- ✓ Ejerciendo influencia sobre las fuentes perturbadoras (colocando silenciadores).
- ✓ Debilitando la transmisión de las vibraciones acústicas desde la fuente de perturbación hacia la superficie que emite ruido (colocando en el camino de propagación materiales que absorban la energía de las oscilaciones).
- ✓ Encapsulando el motor y reduciendo la eficiencia de la emisión mediante elementos aislados exteriores de la estructura del MCI (empleando pantallas, cambiando la configuración de las piezas).

1.5.2 La conducción técnica – económica y su influencia en la economía de consumo

En la actualidad la conducción técnico-económica cobra importancia, tanto en países desarrollados como en desarrollo, por la incidencia que posee la formación de los conductores de vehículos y del personal técnico que los dirige en la eficiencia del proceso. Contempla los métodos más racionales de conducción del automóvil, para lograr la mayor eficacia del proceso de transportación. Es una vía poco costosa de lograr reducir los costos de explotación del transporte y aumentar la efectividad económica de las empresas.

Según datos estadísticos, el 15-20% de los conductores incurren en sobre consumo de combustible, en forma sistemática, por diferentes causas. Al tiempo que se eleva el nivel del trabajo, en función de la utilización racional y económica del combustible, se plantean mayores exigencias en cuanto a la maestría del conductor. Si bien la influencia de su calificación en el consumo de combustible ha ido cambiando con la introducción de nuevas tecnologías y la automatización de procesos en el vehículo, aún juega un papel primordial, máxime cuando el

Capítulo I

incremento del consumo se acompaña generalmente con desgastes acelerados de sus agregados y aumento del impacto ambiental de los gases de escape. (Fuentes et al., 2008)

Cualquier medida para el aumento de la calificación del conductor, gracias al carácter masivo de esta profesión y a la influencia directa de su maestría en la efectividad del trabajo del automóvil, garantiza en todos los casos la obtención de un efecto económico sensible.

La maestría profesional del conductor, respecto a la economía de consumo, se valora en la práctica preferentemente por el cumplimiento de la norma lineal de consumo de combustible. Tal valoración en sí es correcta, pero es insuficiente para establecerla objetivamente y para la aplicación de métodos de avanzada en la conducción técnica. Los aspectos más relevantes de la maestría profesional se manifiestan en el vencimiento de pendientes, en los cruces de las intersecciones, en el adelantamiento y en otras maniobras. A pesar de que los métodos, técnicas y procedimientos de conducción del vehículo, que determinan en sí el estilo de conducción, tienen en cada conductor sus rigurosas individualidades, para los fines de la enseñanza pueden ser tipificados. La creación y desarrollo de sistemas prácticos de enseñanza, está relacionado ante todo con la clasificación de los factores de conducción económica, los cuales se pueden agrupar en (Fuentes et al., 2008):

1. Factores técnicos: El conductor debe conocer la influencia de las particularidades constructivas y de regulación de los automóviles, así como de su estado técnico en el consumo de combustible.
2. Factores tecnológico-organizativos: Comprenden el carácter del trabajo del transporte, los regímenes y rutas de movimiento y las condiciones viales.
3. Factores vinculados directamente con la conducción del vehículo: Comprenden la elección racional de la estrategia, la táctica de movimiento y los métodos operativos de conducción. Entre ellos se encuentra: la exclusión de errores durante el impulso, frenado, el cambio de marchas, el movimiento en bajadas, en el vencimiento de pendientes, en los virajes y también la utilización de las cualidades económicas potenciales del automóvil.

Todos estos factores deben ser conocidos por el conductor de igual forma que el reglamento del tránsito, ya que un conductor económico es al mismo tiempo, como regla, seguro. Un conductor

Capítulo I

no calificado en un vehículo inadecuadamente regulado, puede provocar un sobre consumo de hasta el 30% de combustible. (Fuentes et al., 2008)

Un conductor asido al volante, debe determinar la táctica y el arsenal de procedimientos de conducción económica. La táctica representa en sí la toma de determinadas soluciones, relacionadas con la selección de regímenes racionales de trabajo y su realización práctica en las condiciones concretas de explotación. El arsenal de acciones del conductor dirigidas hacia un objetivo, abarca cinco etapas fundamentales (Fuentes et al., 2008):

1. Preparación antes del arranque.
2. Calentamiento del motor.
3. Puesta en marcha del vehículo.
4. Movimiento.
5. Parada del vehículo.

La determinación exacta y oportuna del suministro de combustible, su intensidad de variación, el movimiento en una marcha correctamente elegida por una vía horizontal, por pendientes ascendentes y descendentes, por curvas, la capacidad de conservación del movimiento estable, la selección de los regímenes de impulso y deceleración y la observación racional de las condiciones de tránsito en intersecciones, túneles y pasos peatonales, constituyen las fundamentales condiciones que garantizan las mínimas posibilidades de gasto de combustible.

El conductor que ha aprendido la correcta conducción del vehículo por diferentes ciclos tecnológicos y de transporte, y conoce los elementos típicos de estos ciclos, en 1-3 años conducirá automáticamente de forma correcta, sin sobre consumos de combustible, con posibilidad de economizar en condiciones de ciudad entre un 5-15% y fuera de la ciudad entre un 10-30% de combustible. (Fuentes et al., 2008)

Para valorar exactamente la influencia de la maestría de la conducción del vehículo en el consumo de combustible se utilizan dos métodos de investigación de la actividad del conductor como operador: el estadístico y el experimental. El método estadístico se basa en los resultados de la elaboración de las hojas de ruta, pero este no permite controlar efectivamente los regímenes económicos en el proceso de transportación. Los métodos experimentales, están basados en los

Capítulo I

resultados de experiencias realizadas con equipamiento especializado, y dada su exactitud se prefieren con respecto a los estadísticos. Dentro de los métodos experimentales hay que resaltar los que se desarrollan de forma continua, con la instalación en el vehículo de microprocesadores para el control de diferentes procesos. (Fuentes et al., 2008)

El desarrollo de trabajos experimentales ha permitido tipificar los principales errores del conductor durante la conducción del automóvil (Ver Anexo 5). De ello se desprende que el incremento de la cultura general de explotación, es una reserva importante en la economía de consumo de combustible del transporte automotor.

1.6 Caracterización del transporte en Cuba

Cuba tiene una infraestructura de transporte que posibilita la conexión entre todos los puntos del país en término de horas. El transporte aéreo se recomienda para moverse de un extremo a otro de la isla o a cayos como Cayo Largo del Sur que no tienen acceso por tierra. Todos los destinos turísticos y principales ciudades tienen aeropuerto y enlace aéreo con La Habana. El transporte marítimo básicamente es utilizado en los traslados a la Isla de la Juventud. Además el país cuenta con una amplia red ferroviaria muy útil para el transporte, sobre todo en las distancias largas. En lo que se refiere al transporte automotor, el más utilizado, el país cuenta con ómnibus y microbuses, autos y taxis.

En Cuba el consumo de energía ha disminuido en los últimos años a causa del llamado Período Especial, lo que ha afectado todas las ramas de la economía, incluyendo el transporte. Hasta el 2002 las medidas adoptadas en el país, encaminadas al ahorro de los carburantes, estuvieron dirigidas fundamentalmente a disminuir el consumo de la gasolina y el diesel. El transporte absorbe actualmente el 22 % de la energía secundaria consumida en el país donde el 67% recae sobre el diesel. Esto conlleva a que las mayores limitaciones de disponibilidad correspondan a este combustible, lo que demanda la importación de cuotas adicionales. (Amarales, 2005)

El transporte en Cuba constituye una de las fuentes de contaminación atmosférica más importantes, debido a su deplorable estado técnico, deficiencias en el mantenimiento preventivo y correctivo, y el uso de combustibles fósiles de baja calidad. El parque automotor a pesar de que

Capítulo I

se está modernizando, se caracteriza por proceder de diferentes zonas geográficas y por tener un variado conjunto de técnicas de fabricación, lo que unido al envejecimiento técnico ocasionado por el prolongado período de explotación, posee tecnologías de baja eficiencia energética que promueven altos niveles de emisiones de gases de combustión. (Amarales, 2005)

Específicamente el transporte automotor es el de mayor incidencia en las emisiones totales por tipo de fuente móvil (Figura 1.5), e igual comportamiento se registra al analizar los valores de los gases directamente relacionados con el calentamiento global.

La difícil situación económica de los últimos años ha limitado las acciones necesarias para la minimización de los impactos ambientales relacionados con el transporte. No obstante, la idea de la sostenibilidad lejos de debilitarse se ha reforzado puesto que se ha adquirido mayor conciencia y nuevas habilidades para desarrollar instrumentos y acciones que permitan alcanzar la sostenibilidad del transporte. (Amarales, 2005)

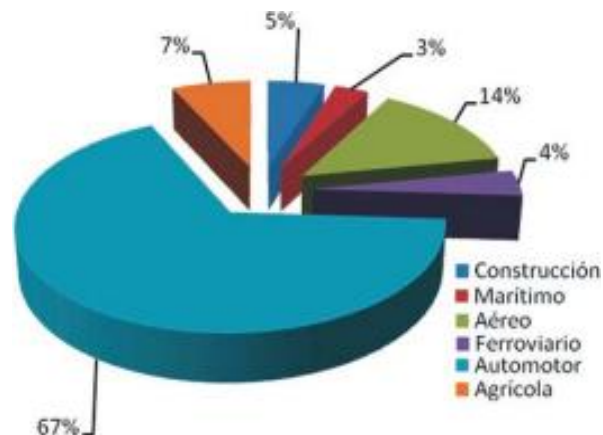


Figura 1.5: Composición de las emisiones procedentes de las fuentes móviles de Cuba.

Fuente: (Colectivo de autores, 2010)

El enfoque para el tratamiento de las emisiones debe efectuarse a partir de considerar de forma simultánea tres variables interdependientes: calidad del combustible utilizado, tecnología vehicular y condiciones de uso de los vehículos, lo cual significa que una variación en cualquiera de estos factores, incide de manera directa en la modificación del nivel de las emisiones. (Amarales, 2005)

Capítulo I

Varias investigaciones se han realizado por el Centro de Investigación y Desarrollo del Transporte (CETRA) relacionadas con la influencia del transporte en el medio ambiente (Alea & Díaz, 1997), la economía energética en el transporte (Alea & Díaz, 2000) y el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Fuentes Móviles (Alea & Biart, 2004; Biart, 2005), donde a partir de los resultados alcanzados, relacionados con el desgaste de los equipos, su estado técnico y la experiencia de los autores en la temática, se determinaron valores en las emisiones de gases producidos por los vehículos, superiores a los reportados por los fabricantes.

En Cuba el control de las emisiones de gases de los vehículos automotores se realiza en los Centros de Revisión Técnica Automotor (CRTA), pertenecientes al Ministerio del Transporte (MITRANS). Estas instalaciones son creadas para la verificación del estado técnico de los vehículos en parámetros relacionados con la suspensión, freno, alineación de las ruedas, luces y emisiones de gases, con el objetivo de lograr una mayor seguridad en la circulación vehicular, propiciar el ahorro de combustible y regular la contaminación atmosférica que produce este modo de transporte. Relacionado con la forma de medir las emisiones de gases, las técnicas más actuales se realizan en pruebas dinámicas, o sea, con el vehículo en movimiento, a diferencia de la que se ejecutan en Cuba, donde los valores de emisión son obtenidos mediante pruebas estáticas del vehículo en los CRTA. (Amarales, 2005)

Conclusiones del Capítulo

Al término del presente capítulo se arriban a las siguientes conclusiones:

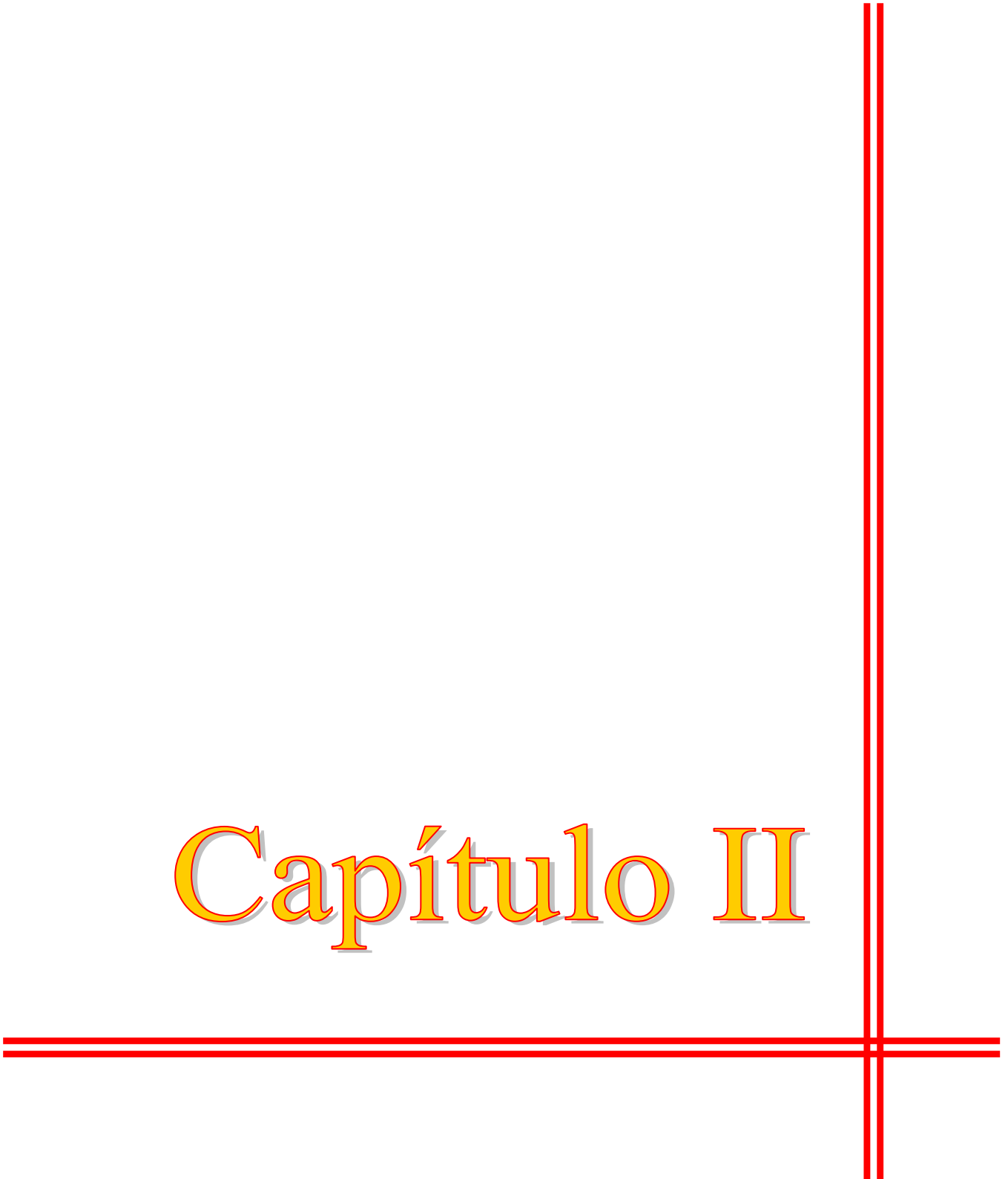
1. Las normas UNE 216301: 2007, UNE 216501: 2010, ISO 50001: 2011, ISO 14001:2005 e ISO 9001: 2008 permiten a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar el desempeño en el uso de la energía, incluyendo la eficiencia energética, su uso, consumo e intensidad; de conjunto con un compromiso social y empresarial, con un enfoque a procesos.
2. La Norma Internacional ISO 50001: 2011 es un instrumento adecuado para el diseño de sistemas de gestión energética, la cual se basa en numerosas normas de gestión de la

Capítulo I

energía nacionales y regionales propiciando además la integración con otros sistemas de gestión como calidad y medio ambiente.

3. El sector transporte constituye uno de los mayores consumidores de combustible, el cual genera emisiones gaseosas que afectan tanto la salud humana como al medio ambiente.
4. Los factores que influyen en la eficiencia energética en el transporte automotor son: tipo de vehículo y características constructivas, las cualidades de la explotación del transporte, en particular la economía de consumo, la conducción técnico - económica, la adecuada gestión del combustible, el adecuado mantenimiento de la flota y el estado técnico del parque vehicular.
5. El transporte automotor en Cuba constituye una de las fuentes de contaminación atmosférica más importantes, debido a su deplorable estado técnico por el prolongado período de explotación, deficiencias en el mantenimiento preventivo y correctivo y el uso de combustibles fósiles de baja calidad.

Capítulo II



Capítulo II: Caracterización energética de la Empresa de Transportación de Trabajadores Transmetro Cienfuegos

2.1 Introducción

En el presente Capítulo se realiza una breve caracterización de la Empresa de Transportación de Trabajadores de Cienfuegos (Transmetro). Como elemento esencial se realiza una caracterización de la situación energética que presenta actualmente la organización. Por último se describe el procedimiento para la planificación energética propuesto por Correa & Alpha (2013).

2.2 Caracterización de la Empresa Transmetro Cienfuegos

La Unidad Empresarial de Base (UEB) de Transportación de Trabajadores de Cienfuegos subordinada al Ministerio del Transporte fue creada mediante la Resolución No. 303/07 dictada por el Ministro de Economía y Planificación, aprobada según Resolución No. 163/07 de fecha 16 de julio de 2007, identificándose en la rama comercial como “Transmetro”, con personalidad jurídica independiente y patrimonio propio. La misma se ubica en Calle 105 y Circunvalación, Buena Vista, Cienfuegos.

La organización tiene como **Objeto Empresarial:**

- ✓ Brindar servicios de transportación de pasajeros a través de microbuses, minibuses y ómnibus, en pesos cubanos y pesos convertibles.
- ✓ Ofrecer servicios de transportación de trabajadores del turismo y otras entidades expresamente autorizadas, en pesos cubanos y pesos convertibles.
- ✓ Brindar servicios de alquiler de ómnibus, minibuses y microbuses en pesos cubanos y pesos convertibles.
- ✓ Prestar servicios de asistencia técnica en el territorio nacional, de grúa y remolque en pesos cubanos y a personas naturales y jurídicas extranjeras en pesos convertibles.
- ✓ Brindar servicios de reparaciones a medios de transporte para las entidades del sistema del Ministerio del Transporte en pesos cubanos y pesos convertibles al costo.
- ✓ Ofrecer servicios de traslado de valijas y bultos a personas naturales y jurídicas extranjeras en pesos convertibles.

Misión:

Rectorar, ejecutar y controlar la política del Estado y del Gobierno en materia de transportación de pasajeros en todas sus modalidades, con sus infraestructuras, ofreciendo un sistema seguro, eficiente, homogéneo, moderno y ahorrador que satisfaga las crecientes demandas, superando las expectativas de los clientes, manteniendo la condición de veladores y exigentes por la preservación del medio ambiente.

Visión:

Somos una organización que se rige por la política del transporte, e intervenimos en el control y ejecución de la transportación de diferentes entidades, con un coeficiente de disponibilidad técnica ubicado entre los mejores, con alta eficiencia económica y de consumo de portadores energéticos producto de una revolución energética, capaces de satisfacer los niveles más exigentes y seguros de pasaje, velando por la preservación del medio ambiente. Poseemos recursos humanos certificados con normas internacionales en la evaluación del desempeño referidos a la conducción de la técnica de transportación y educados con los valores propios de nuestra sociedad socialista.

La organización cuenta con una plantilla de 90 trabajadores y actualmente laboran 78. La cantidad de trabajadores por categoría ocupacional se muestra en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1: Cantidad de trabajadores por categoría ocupacional.

Fuente: Elaboración propia.

Categoría Ocupacional	Número de Trabajadores en plantilla	Número de trabajadores real
Dirigentes	8	7
Técnicos	22	19
Administrativos	4	2
Servicios	5	4
Operarios	51	46
Total	90	78

Como se observa en la Figura 2.1 el peso mayor de la fuerza de trabajo se centra en los obreros representando el 58.97 % del total.

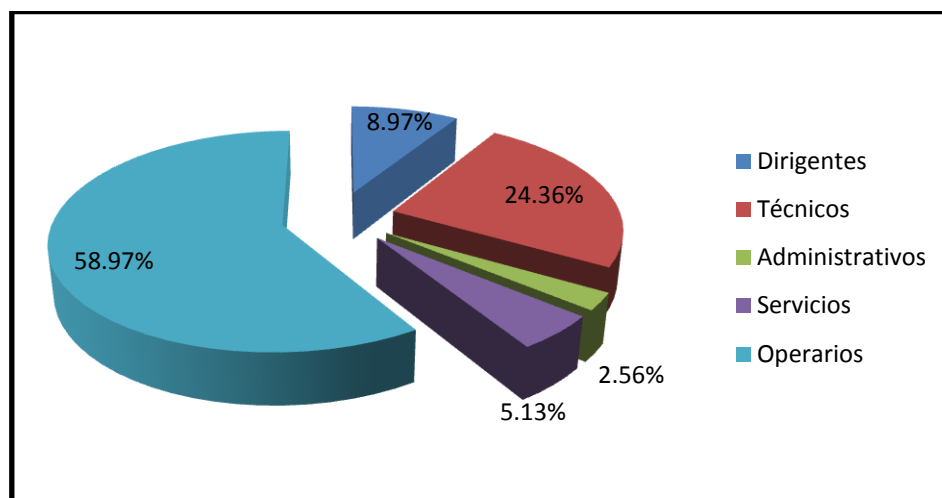


Figura 2.1: Composición de la fuerza de trabajo por categoría ocupacional.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 2.2 se expone el nivel educacional en la empresa. Se observa que la misma cuenta con un pequeño porcentaje de graduados de nivel superior (9.21%). No obstante el 21.05% de los trabajadores son técnicos medio. Vale aclarar que estos trabajadores llevan trabajando en la empresa muchos años por lo que ya tienen la experiencia necesaria para desempeñar estas funciones teniendo en cuenta las características de los puestos de trabajo existentes. Además para desempeñar sus labores no se requieren conocimientos superiores.

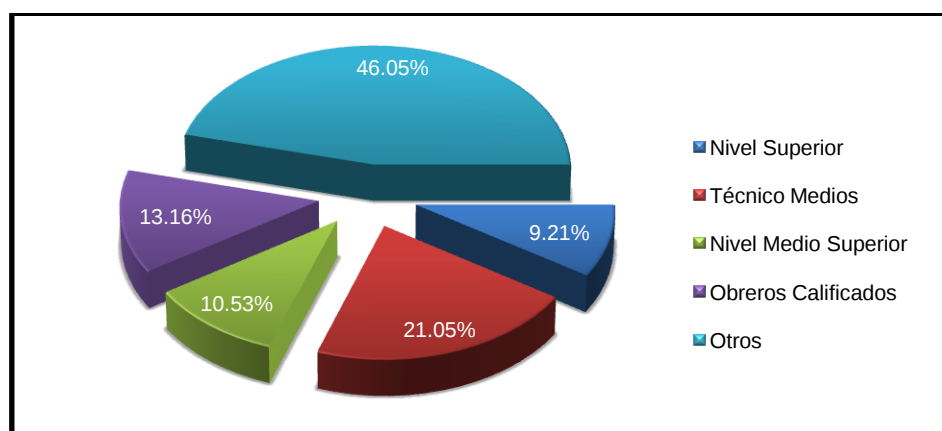


Figura 2.2: Representación de los trabajadores por nivel de escolaridad.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 2.3 se muestra la estructura organizativa de la empresa. Se observa que la misma cuenta con una Dirección General a la que se subordinan cuatro departamentos y un taller.

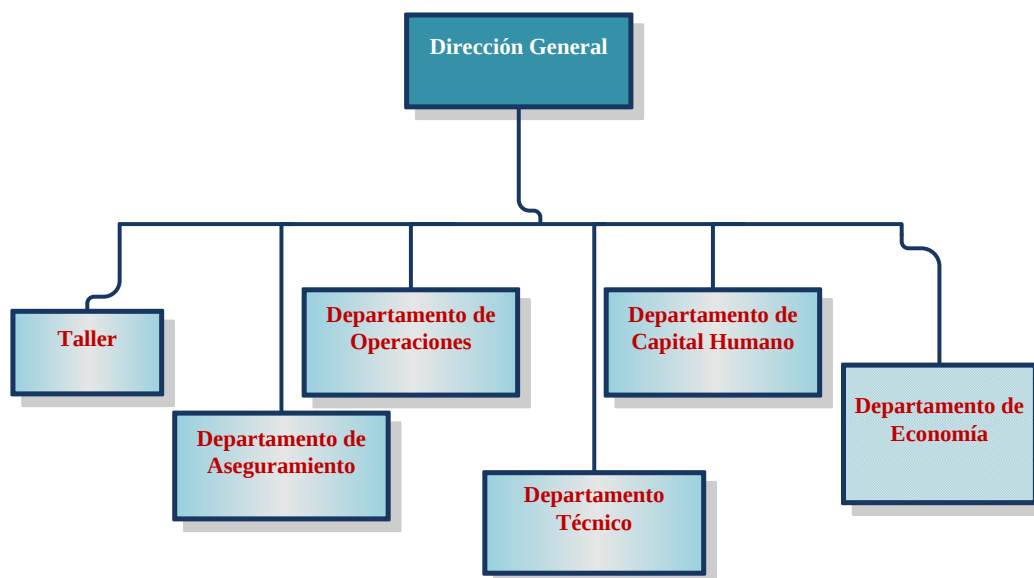


Figura 2.3: Estructura Organizativa de la UEB Transmetro Cienfuegos.

Fuente: Transmetro Cienfuegos.

Sus principales **proveedores** son:

- ✓ Empresa Nacional Transmetro.
- ✓ FINCIMEX.
- ✓ CUPET

Sus principales **clientes** se muestran a continuación:

- | | |
|-------------------------|-----------------------------|
| ✓ Islazul. | ✓ Puerto. |
| ✓ Cubanacan. | ✓ Agesp. |
| ✓ Corporación Palmares. | ✓ Cuvenpet. |
| ✓ Caracol. | ✓ Caribbean Draywo Company. |
| ✓ Medibus. | ✓ Polo Petroquímico. |

El Mapa General de Procesos que se muestra en la Figura 2.4 visualiza gráficamente los procesos estratégicos, claves y de apoyo que rigen la organización. El proceso que permite dar

cumplimiento a la misión de la empresa y que incide en la satisfacción del cliente final es el de Transportación de Trabajadores.

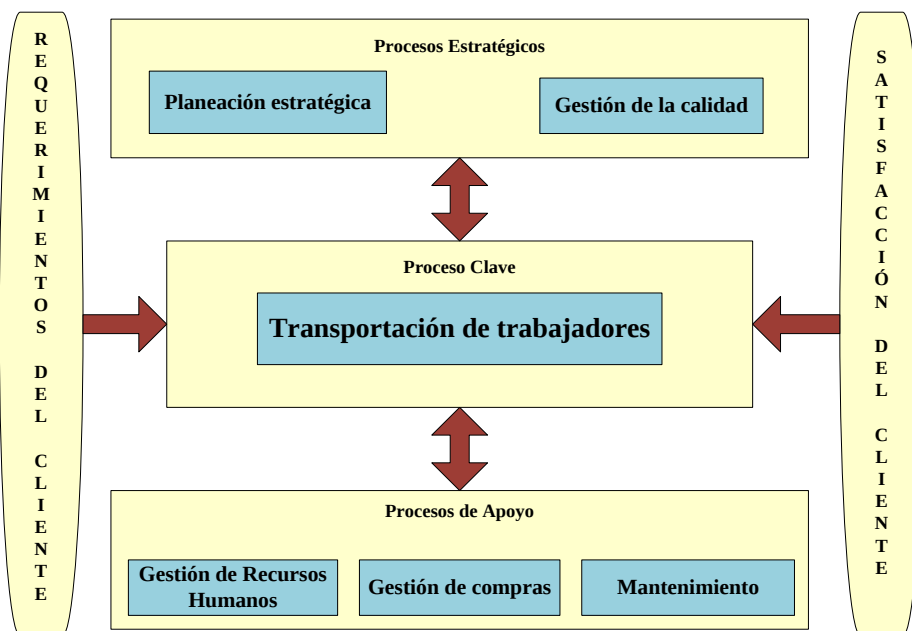
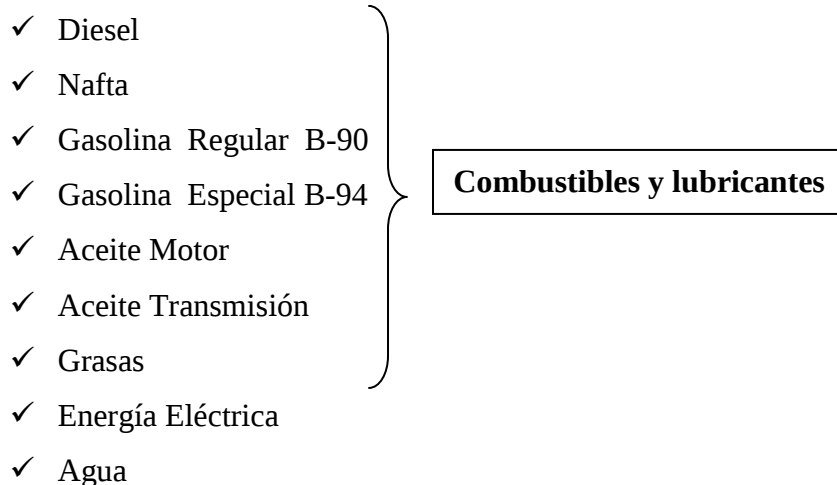


Figura 2.4: Mapa general de procesos de la UEB Transmetro Cienfuegos.

Fuente: Transmetro Cienfuegos.

2.3 Caracterización energética de la Empresa Transmetro Cienfuegos

Los principales portadores energéticos que utiliza la organización son:



El consumo y comportamiento de estos portadores es analizado por el Especialista C en Uso y Ahorro Racional de la Energía, en los Consejos de Dirección, los Análisis Económicos (Modelo

Capítulo II

5073), las guías de supervisión CUPET y por la Empresa Nacional de Transportación de Trabajadores.

2.3.1 Análisis de las acciones que se han realizado en función de la reducción de los consumos energéticos (2011-2012)

Durante el período 2011-2012 se han tomado una serie de medidas en función de la reducción del consumo de los portadores energéticos en la organización. La Empresa Nacional Transmetro emite las medidas encaminadas al ahorro de dichos portadores y cada UEB las adapta y adiciona otras en función de las condiciones específicas de cada entidad. En especial la UEB Transmetro Cienfuegos ha tomado las medidas siguientes:

Energía Eléctrica:

- ✓ Mantener un estricto control sobre las luces encendidas y apagarlas siempre que no se estén utilizando, haciendo énfasis en los horarios picos, que son:
 - De día (11.00 am-1.00 pm)
 - De noche (7.00 pm-9.00 pm)
- ✓ Cuando las condiciones así lo requieran mantener apagados permanentemente los equipos de climatización no tecnológicos.
- ✓ Regular la temperatura a 24 grados, ya que demasiado fría incrementa el consumo de electricidad.
- ✓ Evitar la entrada y salida innecesaria de las oficinas y el dejar las puertas abiertas.
- ✓ Apagar los equipos de climatización cuando no se estén usando.
- ✓ Lograr la hermeticidad de los locales y apagar los equipos en el horario pico del día. (11.00 am-1.00 pm)
- ✓ Prohibir que se fume en los lugares climatizados para evitar la contaminación del aire interior.
- ✓ Prohibir el uso de cocinas eléctricas ineficientes.
- ✓ Situar propaganda en los locales alegórica al uso de Energía Eléctrica.
- ✓ No dejar las luces encendidas al terminar la jornada laboral.
- ✓ Realizar diariamente la lectura del metrocontador, cuantificar el consumo e informarlo al puesto de mando de la Empresa.

Capítulo II

- ✓ Responsabilizar a los jefes administrativos con el cumplimiento de las medidas de ahorro en sus respectivos locales de trabajo.
- ✓ Realizar visitas de chequeo sorpresivo en horario nocturno para verificar que sólo esté encendido lo mínimo indispensable.
- ✓ Eliminar el trabajo en las oficinas en horario no laborable, en caso de ser indispensable se autorizará únicamente por el Director.
- ✓ No utilizar bombas de fregado, ni máquinas-herramientas en horario pico (11:00 am a 1:00 pm).
- ✓ Desconectar los aires acondicionados en los horarios de 7:00 AM a 1:00 PM.
- ✓ Cambiar cables de corriente desde la salida del metrocontador hasta la base.
- ✓ Mantener en operaciones en el horario de 11:00 AM a 1:00 PM solamente los equipos de bajo consumo energético, no trabajar en ese horario el compresor y el equipo de soldadura.

Combustibles y lubricantes:

- ✓ Velar por el cumplimiento de las normas de explotación de los neumáticos que intervienen en el ahorro de combustible.
- ✓ Verificar las bombas de inyección y los inyectores de los ómnibus altos consumidores de combustible en un taller especializado.
- ✓ Enrutamiento de clientes en ómnibus.
- ✓ Revisar que la cantidad de aceite contenida en el Carter se encuentre entre el máximo y el mínimo de la varilla.
- ✓ Velar por el buen estado técnico del sistema de alimentación de los vehículos (administrativos), así como la calibración y encendido con énfasis en las bujías para los de gasolina y en la inyección para los de diesel.
- ✓ Apagar el motor del vehículo cuando esté detenido por más de 3 minutos.
- ✓ Realizar la paralización técnica de los vehículos que presenten salideros de aceite.
- ✓ Mantener un fuerte control administrativo sobre el parqueo de los vehículos de la producción, de servicio y administrativos.
- ✓ Todos los autorizos de parqueo fuera de la entidad deben ser firmados por el máximo jefe administrativo de la misma.

2.3.2 Estructura de consumo y gastos de portadores energéticos

En la Tabla 2.2 se describe el comportamiento del consumo plan – real de los portadores energéticos utilizados en la organización objeto de estudio para los años 2010, 2011 y 2012. Se evidencia mayor consumo de diesel en el año 2012 con respecto a años anteriores, aunque el consumo en este está por debajo del valor previsto en el plan para el período analizado.

Como se puede apreciar en la tabla, las unidades de medida de dichos portadores son diferentes, lo que imposibilita el análisis y comparación de estos, por lo que se hace necesario convertirlos a toneladas de combustible convencional (TCC), utilizando factores de conversión. La tabla con esos factores se muestra en el Anexo 6.

Tomando como base la información del Anexo 6 se elabora la estructura de consumo de portadores energéticos mediante el diagrama de Pareto, con el objetivo de visualizar los de mayor consumo en la empresa. Como se puede apreciar en la Figuras 2.5 y 2.6, el diesel tiene el peso fundamental en el consumo de portadores energéticos, tanto en el año 2011 como en el 2012, representando el 97.56% y el 97.75% del consumo total de portadores energéticos respectivamente.

Tabla 2.2: Consumo de los portadores energéticos de la UEB Transmetro Cienfuegos.

Fuente: Elaboración Propia.

Portadores Energéticos	UM	2010			2011			2012		
		Plan	Real	%	Plan	Real	%	Plan	Real	%
Nafta	Lts	1792	850	47.43	2542	1680	66	2135	1430	66.97
Diesel	Lts	490065	470262	96	557619	537619	96.4	562726	559860	99.49
Gasolina Regular B-90	Lts	3190	3190	100	2818	2790	99	1564	1530	97.82
Gasolina Especial B-94	Lts	1350	1350	100	1318	1250	94.8	1813	1590	87.69
Aceite Motor	Lts	6955	6160	88.56	7895	7070	89.55	9111	7410	81.33
Aceite Transmisión	Lts	3205	830	25.89	1974	993	50.3	1928	1090	56.53
Grasas	Kg	430	316	73.48	340	211	62	336	163	48.51
Energía Eléctrica	MWh	21,9	21,24	96.98	28,1	27,19	96.76	27.17	27.17	100
Agua	m ³	340	331	97.35	600	546	91	250	225	90

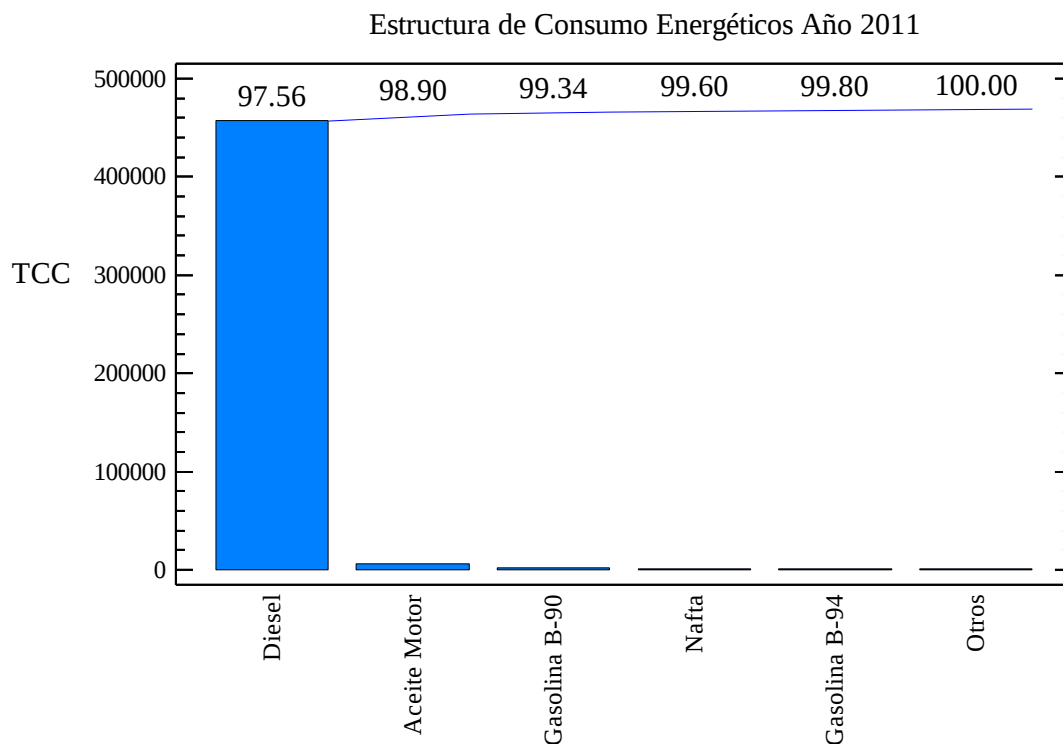


Figura 2.5: Diagrama de consumo energético del año 2011.

Fuente: Elaboración propia.

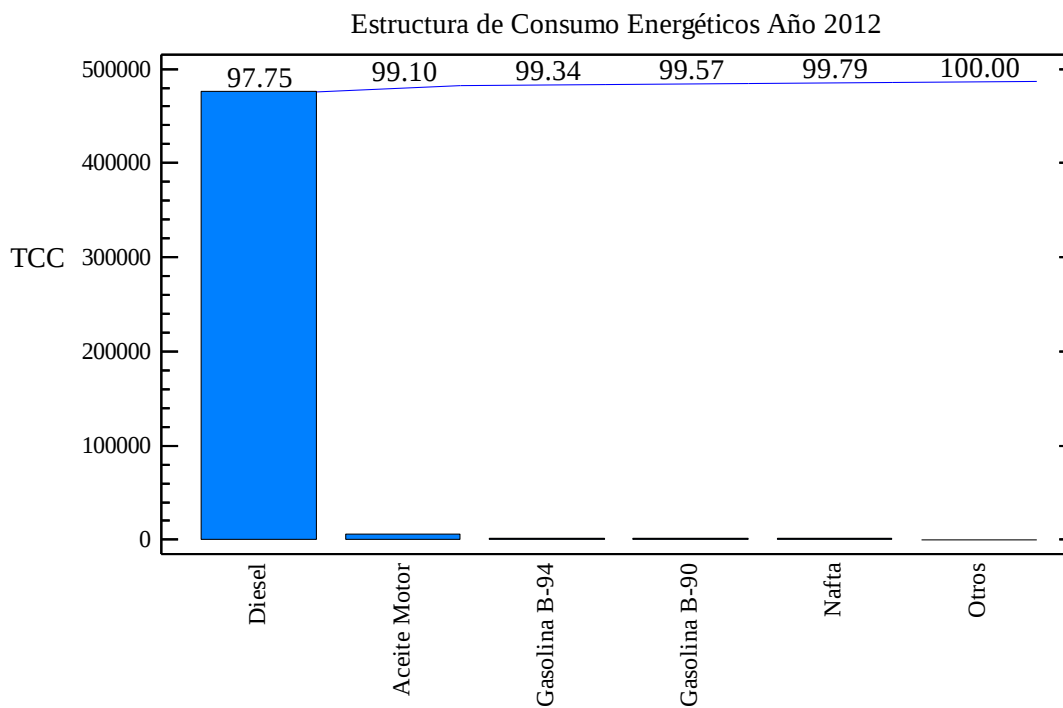


Figura 2.6: Diagrama de consumo energético del año 2012.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 2.3 se desglosa el gasto de forma independiente para cada portador energético.

Tabla 2.3: Impacto de los principales portadores en los Gastos Totales de la Empresa Transmetro Cienfuegos. Fuente: Elaboración Propia.

Portadores Energéticos	Gastos en MN.		
	2010	2011	2012
Diesel	329188	452732	554283.39
Gasolina Regular B-90	2230	1315	1530
Gasolina Especial B-94	1080	2328	1834.25
Grasas, lubricantes y nafta	11332	17180	20764.47
Energía Eléctrica	3634	6486	7419.72
Agua	615.5	1016.64	417.60

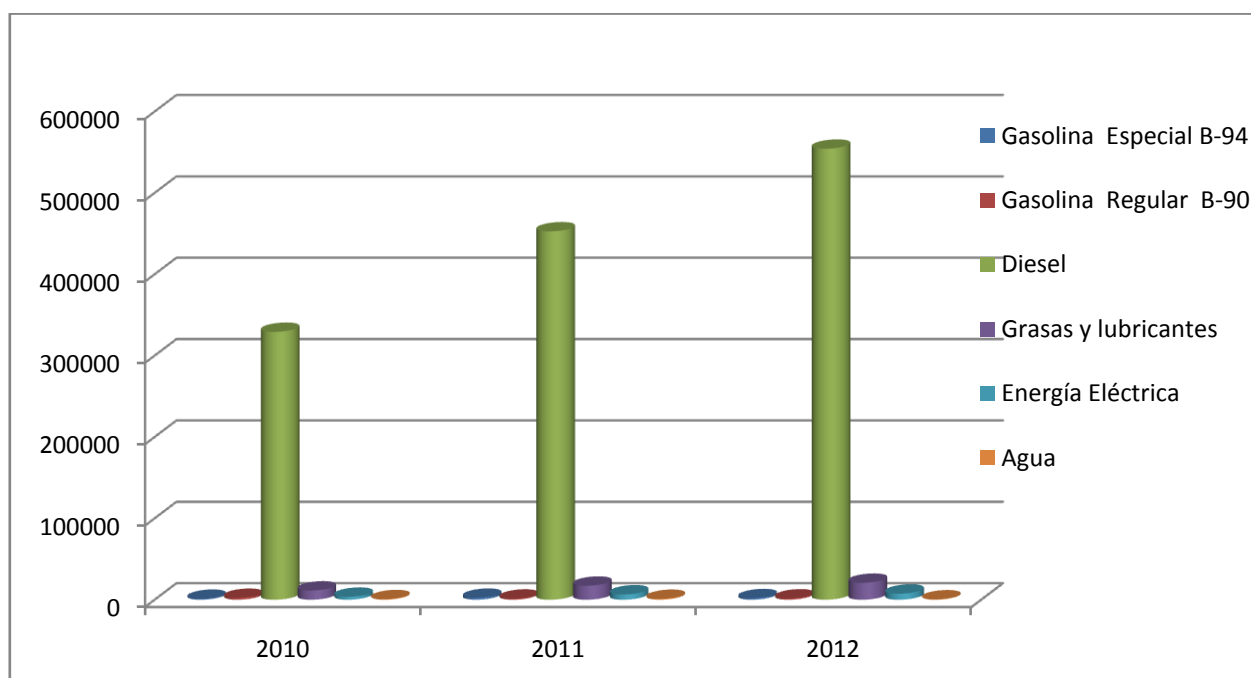


Figura 2.7: Estructura de gastos por portadores energéticos para el período 2010-2012.

Fuente: Elaboración Propia.

Como se muestra en la tabla anterior y en la Figura 2.7, de la estructura de gastos por portadores en los años 2010, 2011 y 2012, el diesel es el portador energético que más se demanda en la organización, representado para el año 2012 el 94.55 % de los gastos por portadores, lo cual se

corroborar en el diagrama de Pareto mostrado en la Figura 2.8. Le siguen en orden de importancia las grasas y lubricantes, electricidad, gasolina y agua.

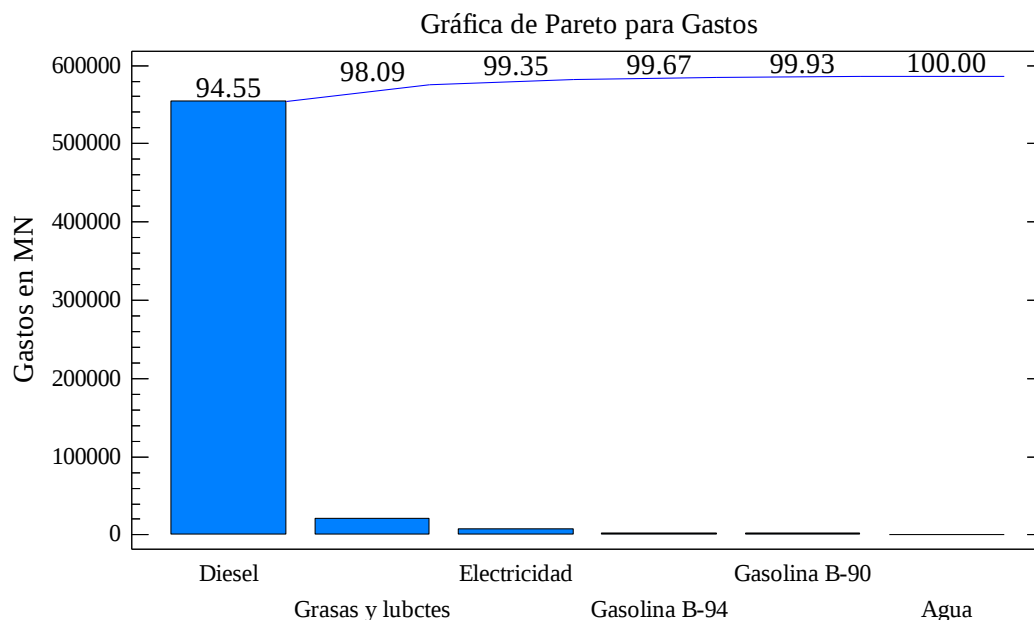


Figura 2.8: Estructura de gastos por portadores energéticos para el año 2012.

Fuente: Elaboración Propia

2.3.3 Caracterización de los portadores energéticos

Recurso agua

El recurso agua es suministrado a la organización por la empresa de Acueductos y Alcantarillados amparado bajo contrato legal. El agua accede a la instalación desde la tubería maestra que también suministra agua a otros consumidores de la zona y a través de una acometida se distribuye hacia la instalación donde provee a los puntos internos de consumo de agua, los cuales son: baños sanitarios, lavamanos, taller y comedor. Las tuberías visibles del sistema son de polipropileno y metálicas las cuales se encuentran en buen estado.

El agua se utiliza para diferentes usos y actividades:

- ✓ Fregado de equipos automotor
- ✓ Actividades domésticas (aseo del personal, fregado de utensilios de cocina, baños sanitarios, limpieza de pisos, entre otros).

La Tabla 2.4 muestra los equipos y dispositivos del sistema de agua potable.

Tabla 2.4: Equipos y Dispositivos del sistema del agua.

Fuente: Elaboración Propia

Cantidad	Equipos o Dispositivo	Datos técnicos	Área
2	Tanques elevados (Fibrocemento)	750 LT	Taller, Oficinas
1	Tanque (Plástico)	250 LT	Comedor
1	Metrocontador	-	Entrada de la Empresa

Tratamiento y monitoreo del agua: El agua se recibe directamente del sistema de acueducto por lo que en la entidad no se realiza tratamiento ni monitoreo al agua potable.

Electricidad

Descripción del sistema eléctrico: El Sistema Eléctrico de la organización comprende los sistemas de recepción, transformación y consumo, provenientes del Sistema Electroenergético Nacional (SEN). El suministro de energía se realiza desde el circuito ubicado en la zona de Buena Vista. El registro del consumo de electricidad se realiza a través de un metrocontador ubicado en la organización. La misma se alimenta del SEN por una subestación eléctrica de 33KV/440V trifásico por el devanado de baja con voltajes adicionales de 220 y 110 V monofásico.

Consumo: En la Tabla 2.2 mostrada con anterioridad se evidencia el comportamiento del consumo de energía eléctrica para el período 2010-2012 donde se corrobora que para estos tres años se cumple el plan de consumo de electricidad.

En la Figura 2.9 se observa que la electricidad experimentó en el año 2011 un incremento del 28% respecto al 2010 dado que la empresa comenzó un proyecto inversionista que posibilitó entre otras cosas la adquisición de nuevos equipos tales como una máquina de soldar, computadoras, aires acondicionados e impresoras. En el año 2012 se evidencia un comportamiento estable respecto al 2011.

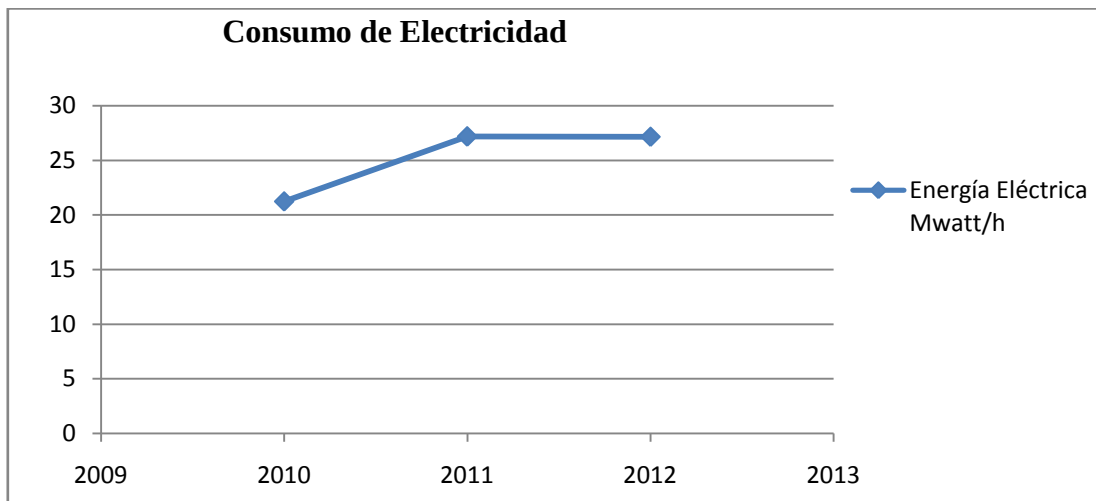


Figura 2.9: Consumo de Electricidad en el período 2010-2012.

Fuente: Elaboración Propia

En el Anexo 7 se muestra el balance de cargas de los equipos consumidores de electricidad con que cuenta la organización.

Entre los equipos más consumidores de energía están:

- ✓ 2 Máquinas de soldar
- ✓ 1 Compresor de aire

Las máquinas de soldar son de 220 V monofásico y el compresor es de 440 V trifásico.

Además la organización cuenta con equipos electrodomésticos tales como:

- ✓ 3 Aires acondicionados (Samsung)
- ✓ 2 Bebederos (caja de agua).
- ✓ 2 Refrigeradores (LG).
- ✓ 19 Computadoras y accesorios (Impresoras y fotocopadoras).
- ✓ Alumbrado, básicamente lámparas de tubos fluorescentes de 20 y 40 W y lámparas de mercurio.
- ✓ 1 Hornilla
- ✓ 6 Ventiladores.
- ✓ Otros.

Combustibles y Lubricantes

La organización consume y maneja en sentido general varios combustibles y lubricantes, los cuales son: diesel, nafta, gasolina regular B-90, gasolina especial B-94, aceite de motor, aceite de transmisión y grasas, tal y como se comentó anteriormente.

El principal proveedor de aceite y grasas lubricantes de la organización es CubaLub. La recepción de los combustibles se realiza mediante tarjetas magnéticas que se recargan en FINCIMEX. A través de estas tarjetas se compra el combustible a la Empresa Comercializadora de Combustibles mediante contratos con la organización.

Almacenamiento y manejo: Los aceites se compran en sus tanques por el comprador de la organización y se almacenan en el cuarto de lubricantes que posee la organización. Los aceites usados resultado del cambio se almacenan en una cisterna destinada para este fin hasta su destino final.

Consumo de combustibles y lubricantes: En la Tabla 2.2 mostrada con anterioridad se evidencia el comportamiento del consumo de combustibles y lubricantes para los tres últimos años, lo cual se muestra de manera resumida en la Figura 2.10

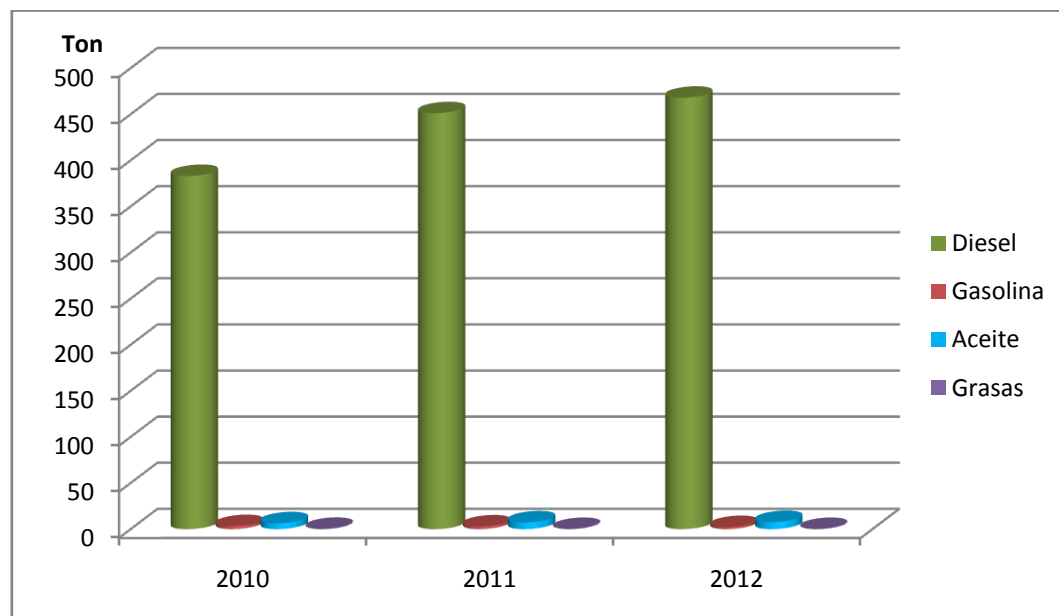


Figura 2.10: Consumo de combustibles y lubricantes en el período 2010-2012.

Fuente: Elaboración Propia

De lo anterior se evidencia que el diesel es el portador energético que más consume la organización. Por ello se procede a realizar una estratificación del consumo de este portador por función. La Figura 2.11 evidencia que el proceso de transportación de trabajadores es el más consumidor de combustible diesel representando según el diagrama de Pareto el 98.18% del total de combustible consumido para el año 2012. De manera que los esfuerzos deben centrarse en este proceso. Para ello se procede en el siguiente epígrafe a realizar una caracterización del parque automotor de la organización, en especial aquellos ómnibus utilizados en la transportación de trabajadores.

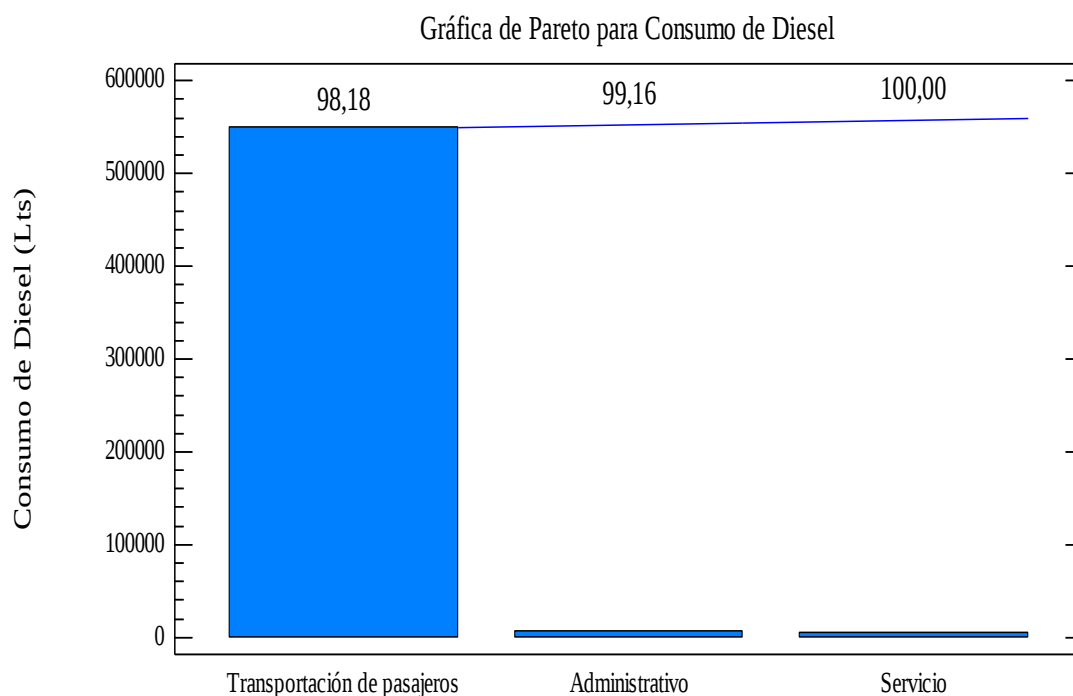


Figura 2.11: Consumo de Diesel por función en el año 2012.

Fuente: Elaboración Propia

2.3.4 Caracterización del parque automotor de la empresa

La empresa Transmetro Cienfuegos cuenta con un parque automotor formado por ómnibus para la transportación de trabajadores y otros vehículos del grupo de servicios, siendo de interés para la presente investigación el parque conformado por ómnibus, dado que son estos equipos los que consumen la mayor cantidad de combustible Diesel y son los que están directamente vinculados a

la prestación del servicio de transporte de trabajadores por lo que influyen directamente en la calidad del servicio percibida por el cliente.

Inicialmente la organización contaba con un parque de 15 ómnibus y actualmente cuenta con un parque automotor formado por 26 ómnibus dedicados a la transportación de trabajadores. De ellos 4 equipos destinados a la transportación de trabajadores del turismo (Islazul, Cubanacan, Corporación Palmares, Caracol) y 22 destinados a otros organismos como Medibus, Puerto, Agesp, Cuvenpet, Caribbean Draywo Company y el pase de los trabajadores del Polo Petroquímico, así como otros servicios eventuales a diferentes empresas.

De acuerdo a la marca estos ómnibus están distribuidos de la siguiente manera:

- ✓ 21 Volvos
- ✓ 3 Mercedes
- ✓ 2 Yutong

En la Figura 2.12 se puede apreciar que el 80% del parque automotor lo constituyen ómnibus marca Volvo y el resto Mercedes y Yutong. El 100% de los ómnibus utilizan combustible diesel.

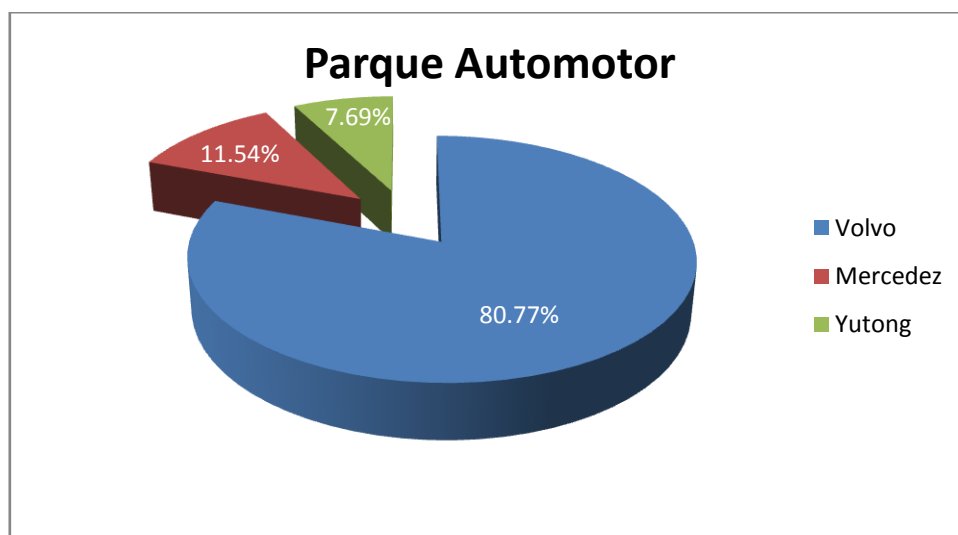


Figura 2.12: Distribución del parque automotor por marca.

Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla 2.6 se muestran los datos referentes a los ómnibus de transporte de trabajadores. Ha de aclararse que estos ómnibus pertenecían anteriormente a la Empresa Transtur y luego fueron

vendidos a la Empresa Nacional de Transportación de Trabajadores y asignados a la UEB Transmetro Cienfuegos, por lo que estos equipos tenían en aquel momento, algunos años de explotación. El total de kilómetros recorridos por estos ómnibus a los que se hace referencia en la Tabla 2.5 son los que han recorrido desde que entraron a la organización objeto de estudio.

Tabla 2.5: Datos generales de los Ómnibus de Transporte de Trabajadores.

Fuente: Elaboración Propia

No.	Marca	Modelo	No. Ómnibus	Chapa	Total Km recorridos	Total Combustible Consumido	Índice de Consumo Real	Años de Explotación	Estado Técnico
1	Volvo	B-58	0.06	FSE-589	178324	66538.86	2.68	17	Mal
2	Volvo	B-58	0.07	FSE-588	136907	50894.72	2.69	17	Regular
3	Volvo	B-58	0.08	FSE-583	152264	56814.88	2.68	17	Mal
4	Volvo	B-58	0.09	FSE-682	177264	66142.96	2.68	17	Regular
5	Volvo	B-58	0.10	FSE-683	59054	22034.82	2.68	17	Mal
6	Volvo	B-58	0.11	FSE-587	166492	621238.48	2.68	17	Regular
7	Volvo	B-58	0.12	FSE-586	106149	39460.49	2.69	17	Mal
8	Volvo	B-58	0.13	FSE-590	154087	63672.11	2.42	17	Regular
9	Volvo	B7-320	0.01	FSE-584	60276	22490.76	2.68	17	Mal
10	Volvo	B7-320	0.03	FSE-678	88786	32641.67	2.72	17	Regular
11	Volvo	B7-320	0.04	FSE-680	66158	23828.89	2.78	17	Regular
12	Volvo	B7-320	0.28	FSE-932	18877	6441	2.93	12	Regular
13	Volvo	B7R-340	0.02	FSE-585	52155	32801.87	1.59	18	Mal
14	Volvo	B7R-340	0.05	FSE-679	129100	52056.35	2.48	12	Regular
15	Volvo	B-12	0.16	FSE-765	157254	68371.22	2.30	15	Regular
16	Volvo	B-12	0.17	FSE-677	81391	30369.65	2.68	15	Regular
17	Volvo	B-12	0.18	FSE-696	66647	28976.73	2.30	15	Regular
18	Volvo	B-12	0.22	FSE-766	192517	84068.51	2.29	15	Regular
19	Volvo	B-12	0.23	FSE-899	96501	41595.31	2.32	15	Regular
20	Volvo	B-12	0.24	FSE-900	101367	43881.83	2.31	15	Regular
21	Volvo	AGRALE	0.26	FSE-926	56945.63	10448.74	5.45	6	Bien
22	Mercedes	MERC-O300	0.15	FSE-859	109583	34419.54	3.18	17	Mal
23	Mercedes	MERC0-400	0.20	FSE-885	96494	30450.57	3.17	17	Mal
24	Mercedes	MERCJ.B 360	0.25	FSE-928	53803	20075.52	2.68	14	Regular
25	Yutong	ZK6831	0.19	FSE-930	63135	15902.99	3.97	6	Regular
26	Yutong	ZK6831	0.21	FSE-931	47797	12039.50	3.97	6	Regular

Según una evaluación técnica del parque automotor realizada por el departamento técnico en enero de 2013, el mismo presenta un deterioro acelerado. Los criterios fundamentales en los que se basa el departamento para realizar dicha evaluación son:

- ✓ Envejecimiento del parque automotor
- ✓ Consumo de combustible y aceite.
- ✓ Frecuencia de entrada por roturas eventuales al taller.

La Figura 2.13 muestra que solamente el 3.8% de los ómnibus fueron evaluados de bien, un 65.4% evaluados de regular y el resto de mal, lo que evidencia que el parque automotor necesita actualmente de reparaciones y reposición de piezas y accesorios, por no reunir las condiciones técnicas requeridas para el servicio, el cual demanda de cumplimiento de los itinerarios y puntualidad.

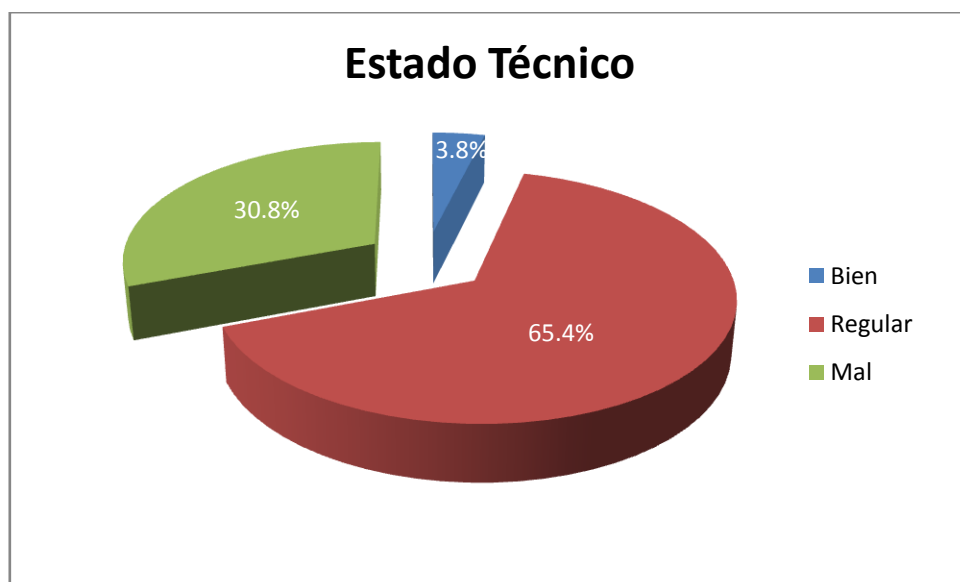


Figura 2.13: Estado técnico del parque automotor.

Fuente: Elaboración propia.

El Coeficiente de Disponibilidad Técnica, definido como el por ciento de ómnibus aptos para prestar el servicio, tuvo un comportamiento hasta el cierre de diciembre del 2012 de 53.55 %. Las principales causas que inciden en este resultado son:

- ✓ La falta de elementos de recambios y reparaciones de agregados.
- ✓ La falta de elementos de seguridad activa y pasiva.

A continuación se definen los elementos de seguridad activa y pasiva:

- ✓ Elementos de seguridad activa: Son los sistemas que están en constante funcionamiento. Por ejemplo: Sistema de freno, emergencia, dirección, luces, paquetes de muelles, amortiguadores, piezas, entre otras.
- ✓ Elementos de seguridad pasiva: Son aquellos elementos que no inciden en la seguridad vial. Por ejemplo: Parabrisas, carrocería, asientos, entre otras.

De manera general el ómnibus No. 13 es el que presenta menor índice de consumo ($IC = \frac{\text{Km totales}}{\text{Diesel consumido}}$), mayor cantidad de años de explotación y se encuentra evaluado de mal técnicamente. Por todo lo anterior constituye el ómnibus más consumidor del parque automotor.

2.3.5 Estimación de las emisiones de gases de escape de los motores diesel a la atmósfera

La organización actualmente no ha realizado ningún estudio que permita identificar la influencia que tiene el consumo de su portador fundamental (Diesel) en el medio ambiente. Este aspecto es de gran interés para la organización y para el país lo cual ha quedado evidenciado en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución.

Por todo lo anterior es que se procede a estimar la emisión de los gases contaminantes producto de la combustión. Estos gases tóxicos que se emiten a la atmósfera afectan también a la salud humana. Al desconocerse esta influencia pues no se realizan planes de manejo y medidas para minimizar estas emisiones.

La estimación de las emisiones de gases de escape del parque automotor de la organización objeto de estudio se realiza utilizando los métodos que se describen en Meneses, Turtós, & D. Alonso (2011). A continuación se expresan las formas de cálculo así como los resultados obtenidos para los tres últimos años.

Estimación de las emisiones de CO₂

Este método aplica el principio de estequiometría de la combustión y utiliza el contenido de carbono en los combustibles (CONCAWE, 2009).

$$\text{Emisiones de CO}_2 \text{ (kg)} = 1000 * M * MF_{\text{CARBONO}} * CFC_{\text{MW}}$$

Donde:

- ✓ M: Masa de combustibles quemado (ton).
- ✓ MF_{CARBONO} : Fracción de masa de carbono en el combustible. (0.8942 de acuerdo a la composición del combustible diesel utilizado)
- ✓ CFC_{MW} : Conversión del peso molecular de C a $\text{CO}_2 = (44,01/12,01) = 3,664$.

Estimación de las emisiones de SO_x

Para cualquier fuente de combustión se puede emplear la siguiente ecuación para estimar las emisiones de SO_x .

$$\text{Emisiones de SO}_x \text{ (kg)} = 1000 * M * MF_S * SF_{\text{MW}}$$

Donde:

- ✓ M: Masa de gas combustible (ton)
- ✓ MF_S : Fracción de masa de azufre en el combustible (0.026 de acuerdo a la composición del combustible diesel utilizado).
- ✓ SF_{MW} : Conversión del peso molecular de S a $\text{SO}_2 = (64/32) = 2$

Estimación de las emisiones de NO_x

$$\text{Emisiones de NO}_x \text{ (kg)} = (EF * M * \text{NLHV}) / 1000$$

Donde:

- ✓ EF: Factor de Emisión (g/GJ), masa por unidad de energía consumida. De acuerdo a lo recomendado por API (2004) el FE para motores de combustión interna diesel es 2.21 g/GJ
- ✓ M: Masa de combustibles quemado (ton)
- ✓ NLHV: Capacidad calórica neta del combustible (MJ/kg). De acuerdo a lo recomendado por Jován & Máslov (1985) la capacidad calórica es de 42.5 MJ/kg.

Estimación de emisiones de CH_4

Las emisiones de CH_4 se calculan a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Emisiones de CH}_4 \text{ (kg)} = (\text{EF} \cdot \text{M} \cdot \text{NLHV}) / 1000$$

Donde:

- ✓ EF: Factor de Emisión (g/GJ), masa por unidad de energía consumida. De acuerdo a lo recomendado por API (2004) el FE para motores de combustión interna diesel es 3.67 g/GJ
- ✓ M: Masa de combustibles quemado (ton)
- ✓ NLHV: Capacidad calórica neta del combustible (MJ/kg). De acuerdo a lo recomendado por Jónváj & Máslov (1985) la capacidad calórica es de 42.5 MJ/kg.

La Tabla 2.6 muestra los gases de escape del parque automotor emitidos a la atmósfera en los últimos tres años. Sólo por concepto de consumo de diesel en la actividad fundamental la organización ha emitido a la atmósfera entre el 2010 y el 2012, 4266.08 toneladas métricas de CO₂, un total de 67.69 toneladas métricas de SO_x, 0.20 toneladas métricas CH₄ y 0.12 toneladas métricas de NO_x. Lo anterior se corrobora en la Figura 2.14. Estas emisiones son contaminantes atmosféricos, que incrementan el efecto de invernadero, el calentamiento global y afectan la salud humana.

Tabla 2.6: Emisiones de gases de escape del parque automotor. Fuente: Elaboración Propia

Emisiones (Ton/Año)	2010	2011	2012	Total
CO ₂	1255	1478.02	1533.06	4266.08
SO _x	19.91	23.45	24.33	67.69
NO _x	0.035	0.042	0.043	0.12
CH ₄	0.059	0.07	0.072	0.201

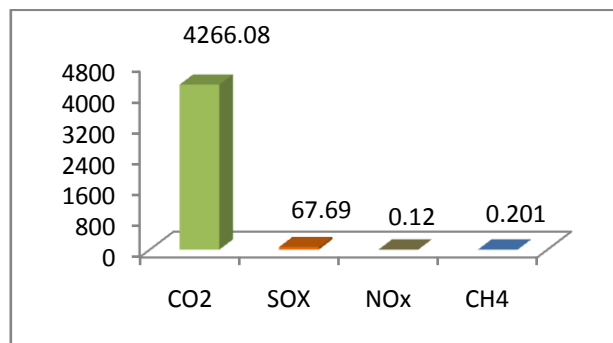


Figura 2.14: Emisiones de gases del parque automotor en el período 2010-2012.

Fuente: Elaboración Propia

Capítulo II

La caracterización energética realizada evidencia que la organización ha realizado acciones encaminadas a la mejora de la eficiencia energética. Estas medidas han estado enfocadas de forma aislada, lo cual no garantiza una adecuada gestión de los portadores energéticos, en especial del portador fundamental.

La organización de manera general no cuenta con un sistema de gestión energética 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 consumo en función de la eficiencia, que consolide los hábitos de control y autocontrol, que permita identificar nuevas oportunidades para la mejora del desempeño energético y que facilite una adecuada planificación de la energía en función de las condiciones actuales de la misma. Es por ello que en el siguiente epígrafe se procede a la descripción de un procedimiento para la planificación energética.

2.4 Procedimiento para la planificación energética según los requisitos de la NC-ISO 50001: 2011

El procedimiento seleccionado para la Planificación Energética diseñado por Correa & Alpha (2013) consta de cinco etapas. El mismo se diseñó teniendo en cuenta los requerimientos de la NC-ISO 50001: 2011 “Energy management systems – Requirements with guidance for use” y del estudio de otras normas a nivel mundial referentes a la gestión de la energía y gestión de la calidad, tales como:

- ✓ UNE216301. Sistema de gestión energética.
- ✓ DIN EN 16001: Energy Management Systems in Practice. A Guide for Companies and Organizations.
- ✓ ANSI/MSE 2000:2008. Management System for Energy.
- ✓ ISO 9001:2008. Sistema de Gestión de la Calidad. Requisitos

Este procedimiento ha sido aplicado a empresas productoras metalmecánicas, obteniéndose resultados satisfactorios. Además al tener en cuenta para su diseño diversas normas existentes a nivel internacional relacionadas con la gestión energética y la gestión de la calidad posibilita su aplicación en cualquier tipo de organización, tanto de producción como de servicios.

Es importante resaltar además, que en la bibliografía especializada no se identifica ningún otro procedimiento de este tipo.

En la Figura 2.15 se muestran las etapas que componen el procedimiento para la planificación energética del Sistema de Gestión de la Energía.

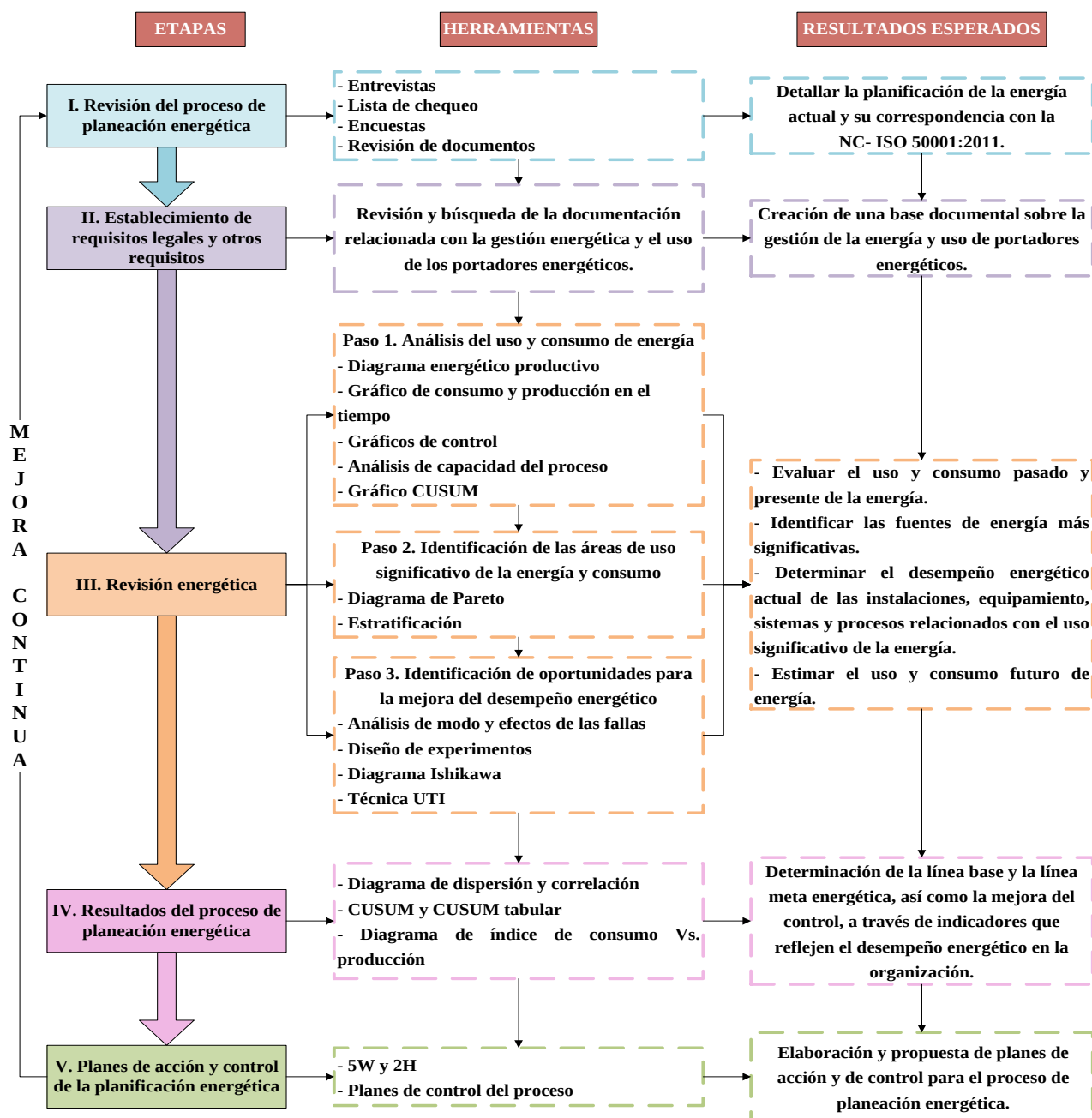


Figura 2.15: Resumen del procedimiento para la planificación energética.

Fuente: Elaborado a partir de Correa & Alpha (2013).

Capítulo II

A continuación se describen las cinco etapas que componen el procedimiento de planificación energética y sus respectivos pasos, declarándose en cada una de estas objetivos, técnicas y herramientas a utilizar y los resultados esperados.

Etapas I: Revisión del proceso de planeación energética

Objetivo: Revisar el proceso de planeación energética actual en correspondencia con la norma NC-ISO 50001: 2011.

Técnicas y/o herramientas propuestas:

- ✓ Entrevistas
- ✓ Lista de chequeo
- ✓ Encuestas
- ✓ Revisión de documentos

Resultados esperados: Con estas técnicas y/o herramientas, se puede detallar la planificación de la energía actual y su correspondencia con la ISO 50001: 2011.

La etapa I consta de tres pasos para su desarrollo, los cuales se detallan a continuación:

Paso 1. Formación del equipo de trabajo

El equipo de trabajo debe ser integrado por un grupo de expertos conocedores del tema e interesados en el mismo, de forma tal que aporten información precisa, participen en toda las etapas de la investigación, y puedan tomar las decisiones convenientes.

Con el objetivo de formar el equipo de trabajo, se calculará el número de expertos necesarios, según la siguiente expresión:

$$M = \frac{p(1-p)K}{i^2}$$

Donde:

p: proporción de error

i: precisión ($i \leq 12$)

K: Constante que depende del nivel de significación ($1 - \alpha$). En la Tabla 2.7 se muestran los valores de K para diversos niveles de confianza.

Tabla 2.7: Valores de K para diversos niveles de confianza.

Fuente: (Correa & Alpha, 2013)

Nivel de Confianza (%)	Valor de K
99	6,6564
95	3,8416
90	2,6806

Además para la definición de los expertos se establecen un grupo de criterios de selección en función de las características que deben poseer los mismos, siendo estos:

- ✓ Conocimiento del tema a tratar.
- ✓ Capacidad para trabajar en equipo y espíritu de colaboración.
- ✓ Años de experiencia en el cargo.
- ✓ Vinculación a la actividad lo más directamente posible.

Paso 2. Aprobación del equipo de trabajo por la alta dirección

Se presentará el grupo de trabajo seleccionado ante la alta dirección, junto a los criterios de selección, para su aprobación.

Paso 3. Revisión del Proceso de Planeación Energética

Se aplicarán las técnicas y herramientas que estime convenientes el grupo de trabajo para la determinación de la planificación de la energía actual de la organización y el análisis de su correspondencia con la NC-ISO 50001: 2011. En este paso se propone una lista de chequeo para la revisión de la planificación energética según los requisitos de la ISO 50001: 2011 (Ver Anexo 8) emitida por la Lloyd's Register en el documento "Cuestionario de autoevaluación de la gestión de la energía".

Etapla II: Establecimiento de requisitos legales y otros requisitos

Objetivo: Recopilar los requisitos internacionales, nacionales, regionales y locales, relacionados con la energía.

Técnicas y/o herramientas propuestas: Revisión y búsqueda de la documentación relacionada con la gestión energética y el uso de los portadores energéticos.

Resultados esperados: Creación de una base documental sobre la gestión de la energía y uso de portadores energéticos.

Los requisitos legales aplicables son aquellos requisitos internacionales, nacionales, regionales y locales que se aplican al alcance del sistema de gestión energética. Es conveniente para una organización evaluar, a intervalos planificados, el cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos a los cuales suscriba que son pertinentes para su uso y consumo energético. Los registros de los resultados de las evaluaciones del cumplimiento deben ser mantenidos.

En este caso, se tendrán en consideración normas, regulaciones, leyes e indicaciones estipuladas por:

- ✓ Consejo de Estado y de Ministros de la República de Cuba
- ✓ Organización Básica Eléctrica (OBE)
- ✓ Programa de Ahorro de Electricidad en Cuba (PAEC)
- ✓ Ministerio al cual pertenece la entidad
- ✓ Grupo empresarial al cual pertenece la entidad
- ✓ Resoluciones de la entidad
- ✓ Todas desde el punto de vista energético

Etapla III: Revisión energética

Objetivos:

- ✓ Analizar el uso y consumo de energía en la organización.
- ✓ Identificar las áreas de uso significativo de la energía y consumo.
- ✓ Identificar oportunidades para la mejora del desempeño energético.

Capítulo II

Técnicas y/o herramientas propuestas: Para cada paso se establecen el uso de herramientas específicas.

Paso 1. Análisis del uso y consumo de energía

Diagrama energético productivo:

Esta herramienta consiste en desarrollar el flujograma del proceso productivo, agregándole todas las entradas y salidas de material y energía, con sus magnitudes características para los niveles de producción típicos de la empresa. En el diagrama pueden mostrarse además los niveles de producción de cada etapa, así como entradas externas al proceso de materiales semiprocesados si los hubiera. Es bueno expresar las magnitudes de energía consumida en cada etapa del flujograma por tipo de energía consumida y en porcentaje con respecto al consumo total de cada tipo. Este diagrama es de gran utilidad pues:

- ✓ Muestra la relación entre las diferentes etapas del proceso productivo y las etapas mayores consumidoras por tipo de energético.
- ✓ Muestra donde se encuentran concentrados los rechazos de materiales y los efluentes energéticos no utilizados.
- ✓ Muestra las posibilidades de uso de efluentes energéticos en el propio proceso productivo.
- ✓ Muestra posibilidades de cambio en la programación del proceso o introducción de modificaciones básicas para reducir los consumos energéticos.
- ✓ Facilita el establecimiento de indicadores de control por áreas, procesos y equipos mayores consumidores.
- ✓ Permite determinar la producción equivalente de la empresa.

Gráfico de consumo y producción en el tiempo (E-P vs. T):

Consiste en un gráfico que muestra la variación simultánea del consumo energético con la producción realizada en el tiempo. El gráfico se realiza para cada portador energético importante de la empresa y se puede establecer a nivel de empresa, área o equipo. Este gráfico muestra los períodos en que se producen comportamientos anormales de la variación del consumo energético

Capítulo II

con respecto a la variación de la producción y permite identificar causas o factores que producen variaciones significativas de los consumos.

Generalmente debe ocurrir que un incremento de la producción produce un incremento del consumo de energía asociado al proceso y viceversa. Es por ello que se consideran comportamientos anómalos los siguientes:

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

La razón de variación de la producción y el consumo, ambos creciendo o decreciendo, son significativos en el período analizado.

De acuerdo con UPME (2006) citado en Correa & Alpha (2013), debe evaluarse la confiabilidad de los datos para determinar si la muestra tiene la validez necesaria para realizar la caracterización energética. Esta clasificación de la confiabilidad es determinada según como se presenta en la Tabla 2.8.

Tabla 2.8: Confiabilidad de los datos.

Fuente: UPME (2006) citado en (Correa & Alpha, 2013)

Porcentaje de confiabilidad %	Clasificación
100-95	Bueno
95-80	Regular
<80	Deficiente

Gráficos de control:

Una carta de control es un gráfico que sirve para observar y analizar con datos estadísticos la variabilidad y el comportamiento de un proceso a través del tiempo. Esto permitirá distinguir entre variación por causas comunes y especiales, lo que ayudará a caracterizar el funcionamiento del proceso y así decidir las mejores acciones de control y de mejora. Estos gráficos presentan dos límites de control que son calculados estadísticamente. (Gutiérrez & De la Vara, 2007)

Según UPME (2006) y CEEMA (2002) citados en Correa & Alpha (2013) los gráficos de control son diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de una variable en función de

Capítulo II

ciertos límites establecidos. Su importancia está en que permiten detectar comportamientos anormales que actúan en alguna fase del proceso y que influyen en la desviación estándar del parámetro de salida controlado.

Se identifican dos tipos de variaciones:

- ✓ *Variación por causas comunes:* Es aquella que permanece día a día, lote a lote y la aportan en forma natural las condiciones actuales de las 6M's (Materiales, maquinaria, medición, mano de obra, métodos y medio ambiente)
- ✓ *Variación por causas especiales o atribuibles:* Es causada por situaciones o circunstancias especiales que no son permanentes en el proceso.

Un proceso que trabaja solo con causas comunes de variación se dice que está en control estadístico o su variación a través del tiempo es estable. Un proceso en el que están presentes causas especiales de variación se dice que está fuera de control estadístico o simplemente que es inestable. Investigando la causa que provocó la anomalía y eliminándola se puede estabilizar el proceso. Una descripción más detallada de cada uno de estos gráficos o cartas de control la muestran (Gutiérrez & De la Vara, 2007).

El objetivo del uso de este gráfico en este contexto es determinar si los consumos y costos energéticos tienen un comportamiento estable o un comportamiento anómalo.

Utilidad de los gráficos de control:

- ✓ Conocer si las variables evaluadas están bajo control o no.
- ✓ Conocer los límites en que se puede considerar la variable bajo control.
- ✓ Identificar los comportamientos que requieren explicación e identificar las causas no aleatorias que influyen en el comportamiento de los consumos.
- ✓ Establecer acciones o estrategias para eliminar las anomalías que provocan incremento de los consumos o mantener las condiciones que provocan reducción de los mismos.
- ✓ Conocer la influencia de las acciones correctivas sobre los consumos o costos energéticos.

Una vez que se hayan adoptado acciones para evitar la recurrencia de los problemas, se descartan los datos de las anomalías y se calculan los nuevos límites de control para el seguimiento del

Capítulo II

comportamiento de los consumos. Este análisis se hace a través del software Statgraphics y Excel.

Análisis de capacidad del proceso:

Es analizar como cumplen las variables de salida con las especificaciones del proceso. En este contexto se utilizan variables para procesos con una sola especificación, entre las que se encuentran:

- ✓ Variables del tipo entre más pequeña mejor donde lo que se desea es que nunca se exceda a un valor máximo (LSE o ES). En eficiencia energética en el análisis de los índices de consumo de los portadores energéticos este es el tipo de variable que se analiza.
- ✓ Variables del tipo entre más grande es mejor donde lo que interesa es que sean mayores los valores a cierto valor mínimo (LIE o EI). Para el análisis de factor de potencia se considera satisfactorio variables de este tipo.

Este análisis se hace a través del software Statgraphics y Excel.

Gráfico de tendencia de sumas acumulativas (CUSUM):

Este gráfico se utiliza para monitorear la tendencia de la empresa en cuanto a la variación de sus consumos energéticos, con respecto a un período base de comparación dado. A partir de este gráfico también puede determinarse cuantitativamente la magnitud de la energía que se ha dejado de consumir o se ha consumido en exceso con relación al comportamiento del período base hasta el momento de su actualización.

Utilidad del gráfico CUSUM:

- ✓ Conocer la tendencia real de la empresa en cuanto a variación de los consumos energéticos.
- ✓ Comparar la eficiencia energética de períodos con diferentes niveles de producción.
- ✓ Determinar la magnitud del ahorro o gasto en exceso en un período actual respecto a un período base.
- ✓ Evaluar la efectividad de medidas de ahorro de energía.

Paso 2. Identificación de las áreas de uso significativo de la energía y consumo

Diagrama de Pareto:

El diagrama de Pareto es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos, y tiene como objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus causas más importantes. Es la búsqueda de lo más significativo. Es un tipo de gráfico en el que las barras se representan una junto a la otra en orden decreciente de izquierda a derecha. La viabilidad y utilidad general del diagrama está respaldada por el llamado *principio de Pareto*, conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, el cual reconoce que unos pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%), es decir el 80% del problema es resultado directo del 20% de las causas.

Es un método de toma de decisiones para ayudar al equipo a decidir dónde centrar sus esfuerzos, basado en atacar primero el pequeño número de problemas más graves, como ayuda para establecer prioridades, seleccionar acciones correctivas y definir el problema más importante.

En el campo de la gestión energética el diagrama de Pareto contribuye a:

- ✓ Identificar y concentrar los esfuerzos en los puntos clave de un problema o fenómeno como puede ser: los mayores consumidores de energía de la fábrica, las mayores pérdidas energéticas o los mayores costos energéticos.
- ✓ Predecir la efectividad de una mejora al conocer la influencia de la disminución de un efecto al reducir la barra de la causa principal que lo produce.
- ✓ Determinar la efectividad de una mejora comparando los diagramas de Pareto anterior y posterior a la mejora.

Estratificación:

Estratificar es analizar problemas, fallas, quejas o datos, clasificándolos o agrupándolos de acuerdo con los factores que se cree pueden influir en la magnitud de los mismos, para así localizar las mejores pistas para resolver los problemas de un proceso o para mejorarlo.

Capítulo II

La estratificación es una poderosa estrategia de búsqueda que facilita entender cómo influyen los diversos factores o variantes que intervienen en una situación problemática, de forma que se puedan localizar diferencias, prioridades y pistas que permitan profundizar en la búsqueda de las verdaderas causas de un problema. La estratificación puede ser utilizada en el contexto del diagrama de Pareto, diagrama de dispersión, histograma, entre otras.

Esta herramienta es de gran utilidad al permitir:

- ✓ Discriminar las causas que están provocando el efecto estudiado.
- ✓ Conocer el árbol de causas de un problema o efecto.
- ✓ Determinar la influencia cuantitativa de las causas particulares sobre las generales y sobre el efecto estudiado.

Paso 3. Identificación de oportunidades para la mejora del desempeño energético

Análisis de modo y efectos de las fallas (FMEA):

El FMEA o AMEF como también se le conoce por sus siglas en inglés (*Failure Mode and Effects Analysis*) es una herramienta clave en la labor de mejorar la confiabilidad de procesos y productos. Es un procedimiento para identificar y evaluar las fallas potenciales de un producto o proceso, junto con el efecto que provocan éstas. A partir de lo anterior, se establecen prioridades y se deciden las acciones para intentar eliminar o reducir la posibilidad de que ocurran las fallas potenciales que más vulneran la confiabilidad del producto o proceso. La frecuencia con que ocurren las fallas junto con su severidad son una medida de la confiabilidad de un sistema. Mientras mayor sean éstas, menor será la confiabilidad. El FMEA juega un papel fundamental en la identificación de los fallos antes de que ocurran, es decir, posibilita las acciones preventivas. (Gutiérrez & De la Vara, 2007).

Diseño de experimentos (DDE):

Es un método estadístico que se utiliza para determinar la relación de causa y efecto entre las variables de entrada (X) y la salida (Y) del proceso. En contraste con las pruebas estadísticas estándar, que requieren cambiar cada variable individual para determinar la de

Capítulo II

mayor influencia, el diseño de experimentos permite la experimentación simultánea de muchas variables mediante la cuidadosa selección de un subconjunto de las mismas.

Entre los objetivos del experimento pueden incluirse:

- ✓ Determinar cuáles variables tiene mayor influencia en la respuesta, “Y”.
- ✓ Determinar el mejor valor de las “X” que influyen en “Y”, de modo que “Y” tenga casi siempre un valor cercano al valor nominal deseado.
- ✓ Determinar el mejor valor de las “X” que influyen en “Y”, de modo que la variabilidad de “Y” sea pequeña.
- ✓ Determinar el mejor valor de las “X” que influyen en “Y”, de modo que se minimicen los efectos de las variables incontrolables.

Los métodos de diseño experimental tienen un cometido importante en el desarrollo de procesos y en la depuración de procesos para mejorar el rendimiento.

Diagrama de Ishikawa (o de Causa-Efecto):

El Diagrama Causa-Efecto es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a contemplar todas las causas que pueden afectar el problema bajo análisis y de esta forma se evita el error de buscar directamente las soluciones sin cuestionar a fondo cuáles son las verdaderas causas.

El diagrama se debe utilizar cuando pueda contestarse “sí” a una o las dos preguntas siguientes:

- ✓ ¿Es necesario identificar las causas principales de un problema?
- ✓ ¿Existen ideas y/u opiniones sobre las causas de un problema?

Existen tres tipos básicos de diagramas de Ishikawa, los cuales dependen de cómo se buscan y se organizan las causas en el gráfico. Estos son:

- ✓ Método de las 6M’s: Consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales: métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Estos seis elementos definen de manera global todo proceso y cada uno aporta parte de la variabilidad del producto final.

Capítulo II

- ✓ Método de flujo del proceso: Consiste en construir la línea principal del diagrama de Ishikawa siguiendo el flujo del proceso y en ese orden se agregan las causas.
- ✓ Método de estratificación o enumeración de causas: Implica construir el diagrama de Ishikawa yendo directamente a las causas potenciales del problema sin agrupar de acuerdo con las 6M's.

Técnica UTI (Urgencia, Tendencia e Impacto):

Es una técnica válida para definir prioridades. La solución de prioridades es la identificación de que se debe de atender primero e incorporar la urgencia, la tendencia y el impacto de una situación, de ahí la sigla UTI.

- ✓ Urgencia: Se relaciona con el tiempo disponible frente al tiempo necesario para realizar una actividad. Para cuantificar en la variable cuenta con una escala de 1 a 10 en la que se califica con 1 a la menos urgente, aumentando la calificación hasta 10 para la más urgente.
- ✓ Tendencia: Describe las consecuencias de tomar la acción sobre una situación. Se le dará un valor de 10 a las que tienden a agravarse al no atenderlas; las que se solucionan con el tiempo, 5; y las que permanecen idénticas sino se hace algo se califican con 1.
- ✓ Impacto: Se refiere a la incidencia de la acción o actividad que se está analizando en los resultados de la gestión en determinada área o en la empresa en su conjunto. Para cuantificar esta variable cuenta con una escala de 1 a 10 en la que se califica con 1 a las oportunidades de menor impacto, aumentando la calificación hasta 10 para las de mayor impacto.

Resultados esperados:

- ✓ Evaluar el uso y consumo pasado y presente de la energía.
- ✓ Identificar las fuentes de energía más significativas.
- ✓ Determinar el desempeño energético actual de las instalaciones, equipamiento, sistemas y procesos relacionados con el uso significativo de la energía.
- ✓ Estimar el uso y consumo futuro de energía.

Etapas IV: Resultados del proceso de planeación energética

Objetivos:

- ✓ Determinar la línea de base energética.
- ✓ Determinar la línea meta del desempeño energético.
- ✓ Mejorar, diseñar e incorporar los indicadores de desempeño energético, a través de:
 - Detectar deficiencias en los indicadores actuales.
 - Mejorar (modificar) los indicadores existentes.
 - Incorporar indicadores energéticos de empresas líderes a través del Benckmarking.
 - Diseñar indicadores propios a los procesos productivos o de servicio para la organización en general o el sector.

La línea base y la línea meta se determinan mediante el análisis de dispersión lineal. Para ello es obligatorio tomar como referencia datos de más de 3 años cuando se posee información mensual, sin embargo cuando la información es diaria se pueden considerar los datos de un año. Con ello se muestra a la entidad como ha sido su comportamiento.

Técnicas y/o herramientas propuestas:

Diagramas de dispersión:

Conocido también como diagrama de regresión, el objetivo de este diagrama es presentar la correlación entre dos variables, en este caso: Consumo de energía y Producción. Para esto se deben recolectar los datos correspondientes a estas variables para un período de tiempo que puede ser en días, meses o años y a través del método de mínimos cuadrados determinar el coeficiente de correlación R y la ecuación de la línea que se ajusta a los puntos de la gráfica.

De acuerdo con CEEMA (2002) el coeficiente de correlación debe ser mayor o igual a 75%, mientras que UPME (2006) sugiere que debe ser mayor o igual a 85%. Estos organismos indican que coeficientes menores a los mencionados reflejan una relación débil entre las variables y que por tanto, los datos no son adecuados para efectuar el diagnóstico energético. Igualmente afirman que un coeficiente de correlación menor, hace que el índice de consumo (otra herramienta presentada más adelante) no refleje adecuadamente la eficiencia energética de la empresa o área

Capítulo II

analizada. Para efectos de este trabajo, se tomará el coeficiente de correlación igual al 80%. La ecuación que se ajusta a los puntos de la gráfica está dada por:

$$E = mP + E_0$$

Donde:

E: Consumo de energía en el período seleccionado.

P: Producción asociada en el período seleccionado.

M: Pendiente de la línea.

E_0 : Intercepto de la línea.

$m \cdot P$: Energía utilizada en el proceso productivo.

Esta ecuación refleja aspectos importantes: la pendiente (m) corresponde a la razón de cambio medio del consumo de energía respecto a la producción; el intercepto (E_0) es el consumo de energía no asociado a la producción, lo que quiere decir que a pesar de dejar de producir hay un consumo fijo dado por E_0 . Muchas de las oportunidades de ahorros de energía están en ese consumo y pueden lograrse con poca inversión.

CUSUM y CUSUM tabular:

La selección del período base puede apoyarse en un análisis CUSUM, herramientas que fueron explicadas en la Etapa III del procedimiento.

Diagrama índice de consumo – producción (IC vs. P)

Una vez que se tenga la ecuación regresión, puede obtenerse el índice de consumo dividiendo dicha ecuación por la producción, tal como se presenta a continuación:

$$E = m \cdot P + E_0$$

$$IC = \frac{E}{P} = m + \frac{E_0}{P}$$

$$IC = m + \frac{E_0}{P}$$

La ecuación muestra que el índice de consumo depende del nivel de producción realizada, de este modo, si la producción disminuye, es posible disminuir el consumo total de energía, sin embargo, el costo de energía por unidad de producto aumenta. Esto sucede porque hay una

Capítulo II

menor cantidad de unidades producidas soportando el consumo energético fijo. Por otro lado, si la producción aumenta, disminuyen los costos de energía por unidad de producto, sin embargo, hasta el valor límite dado por la pendiente (m) (UPME, 2006 citado en Correa & Alpha, 2013). De este modo, el índice de consumo es una herramienta que contribuye a la programación de la producción. Este gráfico es muy útil para establecer sistemas de gestión energética y estandarizar procesos a niveles de eficiencia energética superiores.

Utilidad de los diagrama IC vs. P:

- ✓ Establecer metas de índices de consumo en función de una producción planificada por las condiciones de mercado.
- ✓ Evaluar el comportamiento de la eficiencia energética de la empresa en un período dado.
- ✓ Determinar el punto crítico de producción de la empresa o de productividad de un equipo y planificar estos indicadores en las zonas de alta eficiencia energética.
- ✓ Determinar factores que influyen en las variaciones del índice de consumo a nivel de empresa, área o equipo.

Resultados esperados: Determinación de la línea base y la línea meta energética, así como la mejora del control, a través de indicadores que reflejen el desempeño energético en la organización.

Etapas V: Planes de acción y de control de la planificación energética

Objetivos:

- ✓ Proponer acciones de mejora para el proceso de planificación energética
- ✓ Establecer planes de control para el proceso.

Técnicas y/o herramientas propuestas:

5W y 1H:

Se utiliza para definir claramente la división del trabajo y para ejecutar el plan de mejora con un grupo estableciéndose el qué, por qué, cuándo, quién, dónde y cómo según se muestra en la Tabla 2.9.

Tabla 2.9: Modelo para aplicar la técnica 5W y 2H.

Fuente: (Correa & Alpha, 2013)

Oportunidad de mejora:						
Meta:						
Responsable general:						
Qué	Quién	Cómo	Por qué	Dónde	Cuándo	Cuánto

Planes de control del proceso:

Los planes de control del proceso permiten preservar los efectos de las acciones de mejora y mantener la operación del proceso dentro de los límites que han sido establecidos. Están orientados a las características importantes para el cliente, constituyen un resumen de los sistemas para minimizar la variación del proceso y utilizan un formato estandarizado según se muestra en la Tabla 2.10.

Tabla 2.10: Formato para elaborar planes de control.

Fuente: (Correa & Alpha, 2013)

Entrada	Oportunidad de mejora	Indicador	Rango de control	Frecuencia de control	Responsable

Los planes de control están orientados a:

- ✓ Cumplir las características más importantes para los clientes.
- ✓ Hacer mínima la variabilidad de los procesos.
- ✓ Estandarizar los procesos.
- ✓ Almacenar información escrita.
- ✓ Describir las acciones que se requieren llevar a cabo para mantener el proceso con un desempeño eficiente, además de controlar las salidas del proceso.
- ✓ Reflejar los métodos de control y medición del proceso.

Sus beneficios fundamentales son:

- ✓ Mejora la calidad del proceso mediante la reducción de la variabilidad del mismo.
- ✓ Reduce los defectos, centrando y controlando los procesos.
- ✓ Brinda información para corregir los procesos.

Capítulo II

Resultados esperados: Elaboración y propuesta de planes de acción y de control para el proceso de planeación energética.

Conclusiones del Capítulo

Al término del presente Capítulo se arriban a las siguientes conclusiones:

1. La caracterización energética realizada en la Empresa Transmetro Cienfuegos permitió identificar como portador fundamental el combustible diesel, caracterizar el parque de ómnibus utilizado en el proceso de transportación de trabajadores y estimar las emisiones de gases de escape a la atmósfera producto de la combustión.
2. La organización no cuenta con un sistema de gestión energética que permita identificar nuevas oportunidades para la mejora del desempeño energético y que facilite una adecuada planificación de su portador fundamental en función de las condiciones actuales de la misma. Solo se evidencian acciones aisladas encaminadas a la mejora de la eficiencia energética.
3. El procedimiento seleccionado para la Planificación Energética diseñado por Correa & Alpha (2013) toma en cuenta los requisitos de la NC-ISO 50001: 2011 y de otras normas a nivel internacional referentes a la gestión de la energía y a la gestión de la calidad, lo cual posibilita su aplicación tanto en organizaciones de producción como de servicios.

Capítulo III

Capítulo III: Aplicación del procedimiento para la planificación energética en la Empresa Transmetro Cienfuegos

3.1 Introducción

En el presente Capítulo se exponen los resultados de la aplicación del procedimiento propuesto por Correa & Alpha (2013) para la planificación energética según los requisitos de la NC-ISO 50001:2011 en la Empresa Transmetro Cienfuegos.

3.2 Resultados de la aplicación del Procedimiento para la Planificación Energética en la Empresa Transmetro de Cienfuegos

3.2.1 Etapa I: Revisión del Proceso Planeación Energética

Paso 1: Formación del equipo de trabajo

El equipo de trabajo debe estar integrado por un grupo de expertos conocedores del tema e interesados en el mismo, de forma tal que aporten información precisa, participen en toda las etapas de la investigación, y puedan tomar las decisiones convenientes.

Con el objetivo de formar el equipo de trabajo, se calcula el número de expertos necesarios, resultando ser 8.

$$n = \frac{p(1-p)k}{i^2} = \frac{0.03(1-0.03) * 3.8416}{0.12^2} = 7.76319 \approx 8 \text{ expertos}$$

La selección de los expertos se realizó a partir de los criterios de selección establecidos en el diseño del procedimiento expuesto en el Capítulo II de la investigación y del análisis realizado de forma conjunta entre el autor del trabajo y la dirección de la empresa, quedando conformado de la siguiente forma:

1. Director General de la UEB
2. Especialista C en uso y Ahorro Racional de la Energía.
3. Jefe Técnico.
4. Jefe del Departamento de Operaciones.
5. Especialista de Puesto de Mando.

Capítulo III

6. Obrero Eléctrico.
7. Técnico en Control de Flota.
8. Jefe de Taller.

No obstante para asegurar que los expertos que se consultan verdaderamente pueden aportar criterios significativos respecto al tema objeto de estudio se procede al cálculo del coeficiente de competencia de cada uno de ellos. Dicho método se muestra en el Anexo 9. Los resultados de la aplicación del cuestionario y el cálculo del coeficiente de competencia se muestran en la tabla a continuación:

Tabla 3.1: Cálculo del coeficiente de competencia de cada experto.

Fuente: Elaboración propia.

Expertos	Coeficiente de conocimiento (Kc)	Coeficiente de argumentación (Ka)	Coeficiente de competencia ($K_{comp} = \frac{Kc+Ka}{2}$)	Calificación de la competencia (Alta, Media y Baja)
1	0.9	$0.3+0.5+2(0.04)+0.05+0.04=0.97$	0.935	Alta
2	0.9	$0.2+0.5+0.04+3(0.05)=0.89$	0.895	Alta
3	0.7	$0.3+0.5+0.03+0.04+0.05+0.04=0.96$	0.83	Alta
4	0.8	$0.2+0.4+4(0.04)=0.76$	0.78	Media
5	0.7	$0.2+0.5+3(0.05)+0.04=0.89$	0.795	Media
6	0.6	$0.2+0.5+0.03+3(0.04)=0.85$	0.725	Media
7	0.7	$0.2+0.5+0.04+0.03+0.04+0.05=0.86$	0.78	Media
8	0.8	$0.3+0.5+0.03+0.04+0.05+0.04=0.96$	0.88	Alta

En este caso se observa que los 8 expertos seleccionados se encuentran en el rango de clasificación entre alta y media, lo cual se considera adecuado.

Paso 2. Aprobación del equipo de trabajo por la alta dirección

El equipo de trabajo es presentado y aprobado por el consejo de dirección de la organización objeto de estudio.

Paso 3. Revisión del Proceso de Planeación Energética

A continuación se describe el proceso de planeación energética en la Empresa Transmetro Cienfuegos:

El técnico comercial de la empresa que pertenece al departamento de operaciones revisa los contratos para el próximo año. A partir de lo anterior le solicita a las empresas contratadas el

Capítulo III

itinerario de los viajes a realizar en el período, el cual consta de: horario, cantidad de pasajeros a transportar, origen, destino y caracterización de la ruta. Con la información obtenida y la tarifa de precios, se elabora el plan de transportación (ruta, horario, cantidad de kilómetros a recorrer del origen al destino, kilómetro cero, cantidad de viajes, cantidad de pasajeros a transportar, tráfico de pasajeros e importe). La asignación de los ómnibus se realiza teniendo en cuenta el coeficiente de disponibilidad técnica (CDT) emitido por la Empresa Nacional de Transportación de Trabajadores y los índices de consumo de cada uno de estos, emitidos por el Especialista C en Uso y Ahorro Racional de la Energía. El energético tomando en cuenta el plan de transportación y los índices de consumo de períodos precedentes, calcula la cantidad de combustible diesel para el plan en cuestión y elabora una propuesta que es elevada a la empresa nacional. Esta a su vez analiza con la dirección de la empresa dicha propuesta y como resultado el documento es elevado al Ministerio del Transporte (MITRANS), el cual lo propone al Ministerio de Economía y Planificación (MEP) aprobando o no este último la variante de plan procesada.

Según lo comentado en el Capítulo II de la presente investigación en este paso también se debe aplicar una lista de chequeo para la revisión de la planificación energética. Los resultados de su aplicación se muestran en el Anexo 10. Del total de 26 ítems con que cuenta la lista de chequeo, la empresa no cumple con 21, lo que representa el 80.76% del total. Las principales deficiencias identificadas fueron las siguientes:

- ✓ No se ha desarrollado, registrado y mantenido una revisión energética.
- ✓ No se ha establecido en la organización una línea de base energética.
- ✓ No se han identificado en la organización los indicadores de desempeño energético para realizar el seguimiento y la medición.
- ✓ No se han establecido e implementado los objetivos energéticos y metas energéticas.
- ✓ No se cuenta con una política energética en la organización.

3.2.2 Etapa II: Establecimiento de requisitos legales y otros requisitos

En esta etapa se pretenden recopilar todos los requisitos relacionados con el uso y control de los portadores energéticos. Para ello se realiza una revisión y búsqueda de toda la documentación relacionada con la gestión energética. Las normas, resoluciones e instrucciones que regulan la gestión energética y el consumo de portadores energéticos de la empresa son:

Capítulo III

Consejo de Estado y de Ministros de la República de Cuba:

- ✓ Ley 1287 del 2 de enero de 1975 sobre servicio eléctrico.
- ✓ Medidas excepcionales para reducir la demanda eléctrica en las horas picos. RS3358, 19 de mayo 2004.
- ✓ Carta circular No. 12/2005. Programa de eficiencia energética y administración de las demandas eléctricas. RS 1315, 20 febrero 2005.
- ✓ Nuevas medidas de ahorro de electricidad para el sector estatal en el año 2007. RS1604. 21 de febrero 2007.

Ministerio de Economía y Planificación (MEP):

- ✓ Sugerencias para el ahorro y uso racional de la energía, septiembre 1998.
- ✓ Acuerdo No. 5959/2007 para el control administrativo.
- ✓ Instrucción No. 1 del 2010. “Procedimiento para la adquisición, carga y uso de las tarjetas prepagadas para combustible”.

Ministerio de Finanzas y Precios:

- ✓ Resolución No. 60/2009 respecto al uso y control de las Tarjetas Prepagadas para Combustibles.
- ✓ Resolución No. 28/2011 sobre tarifas eléctricas para el sector no residencial.

Ministerio de Energía y Minas:

- ✓ Resolución No. 328. 9 de noviembre 2007 sobre el establecimiento del plan anual de consumo de portadores energéticos.
- ✓ Guía de supervisión Origen-Destino. 2013. Dirección de Supervisión de Consumo y Control de Portadores Energéticos de CUPET.

Nota: Estas resoluciones y documentos fueron emitidos por el antiguo Ministerio de la Industria Básica.

Capítulo III

Oficina Nacional de Estadísticas (ONE):

- ✓ Modelo 5073. Balance de consumo de portadores energéticos.

Unión Nacional Eléctrica:

- ✓ Guía metodológica para la evaluación de centros, empresas y organismos en el uso racional y eficiente de la energía eléctrica.

Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos:

- ✓ Inclusión del plan de uso del agua como indicador directivo de la economía, en el plan 2011.

Empresa Nacional de Transportación de Trabajadores:

- ✓ ETT 185/2011. Indicaciones sobre la Guía Origen-Destino de CUPET.
- ✓ ETT 580/2011. Indicaciones sobre medidas de ahorro de portadores energéticos.
- ✓ ETT 403/2012 Indicaciones sobre el uso de tarjetas magnéticas.
- ✓ ETT del 4 de enero de 2013. Indicaciones que deben ser incluidas en el plan de ahorro de portadores energéticos.
- ✓ ETT del 1 de febrero de 2013. Indicaciones sobre el control de combustibles.

El grupo de trabajo le facilita a la organización la Norma NC-ISO 50001: 2011. “Sistema de Gestión de la Energía-Requisitos con orientación para su uso”.

3.2.3 Etapa III: Revisión energética

Paso 1. Análisis del uso y consumo de energía

Como se comentó en el Capítulo II el proceso clave de la organización es el de Transportación de Trabajadores, el cual presenta mayor consumo de portadores energéticos, en especial es el mayor consumidor de combustible diesel, el principal portador de la organización y en donde intervienen la mayor cantidad de máquinas automotrices (ómnibus).

Capítulo III

Con el objetivo de identificar todos los elementos relevantes de dicho proceso el equipo de trabajo decide utilizar la técnica de mapeo SIPOC, la cual identifica proveedores, entradas, las actividades fundamentales del proceso, las salidas y los clientes finales. En la Figura 3.1 se muestra el mapa del Proceso de Transportación de Trabajadores. La descripción de las actividades del proceso se efectúa a través de un diagrama de flujo, el cual se muestra en la Figura 3.2, donde se representan de manera gráfica la secuencia de actividades y sus interrelaciones, así como las principales entradas de portadores energéticos en dicho proceso y las emisiones de gases de escape a la atmósfera producto de la combustión.

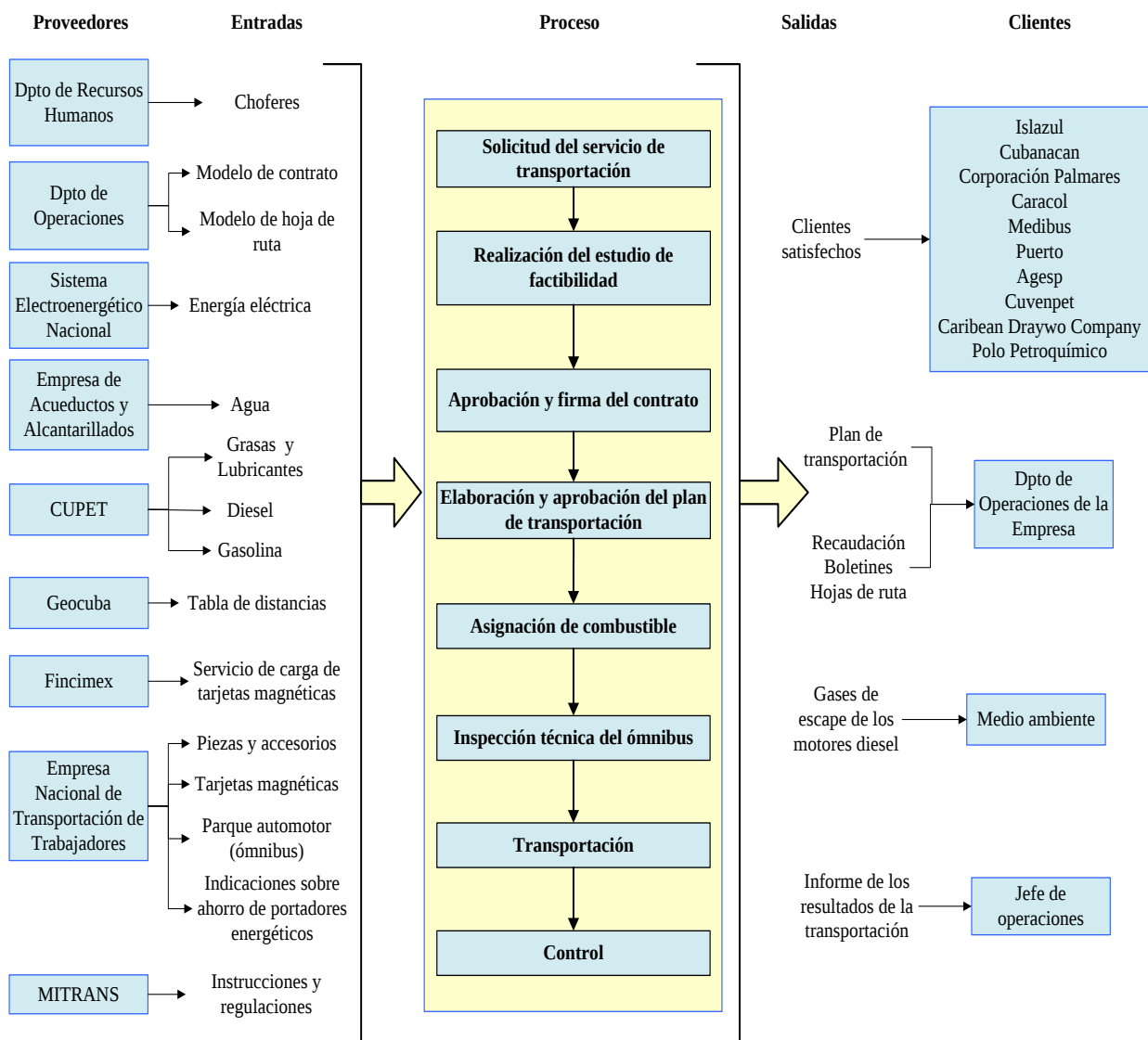
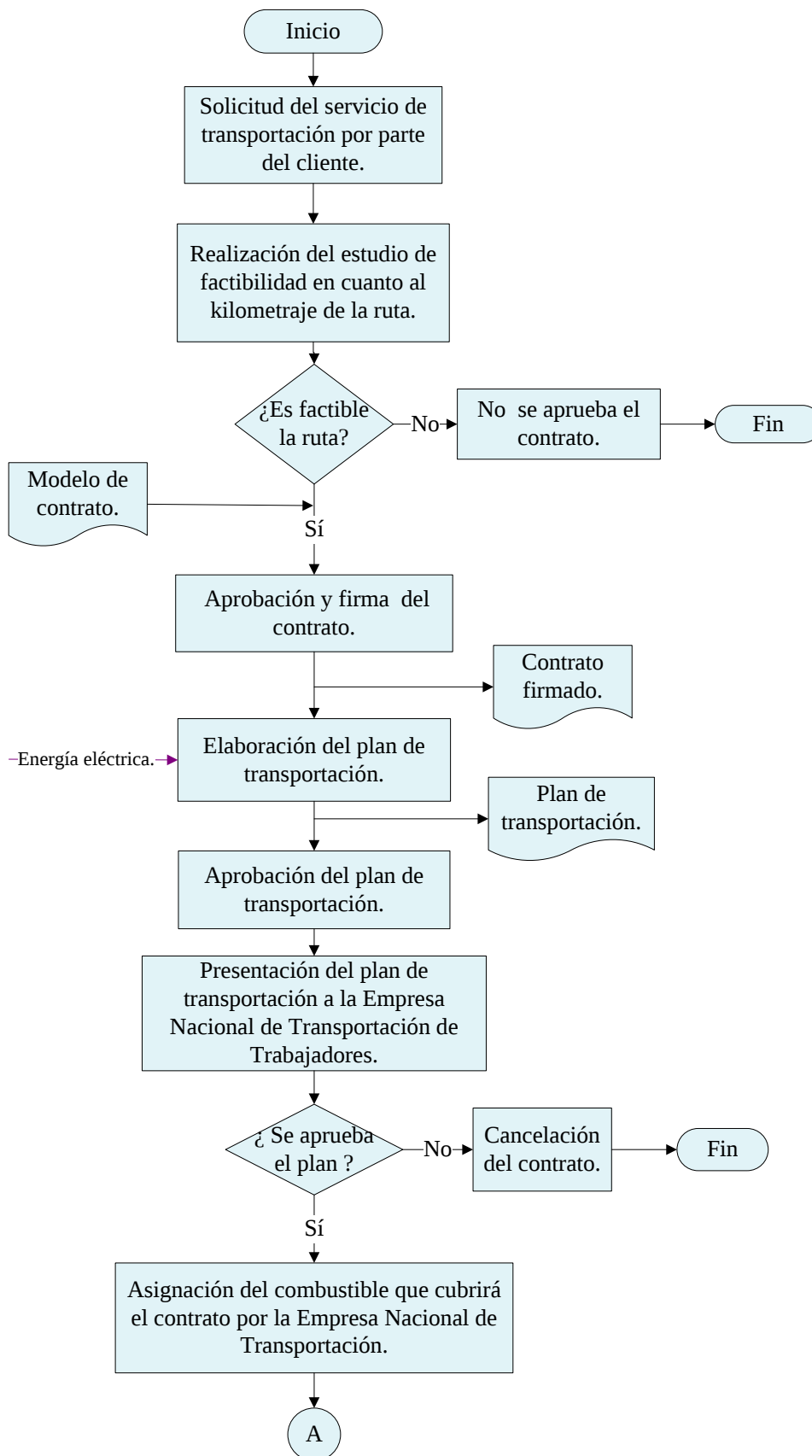


Figura 3.1: Diagrama SIPOC del Proceso de Transportación de Trabajadores.

Fuente: Elaboración Propia.



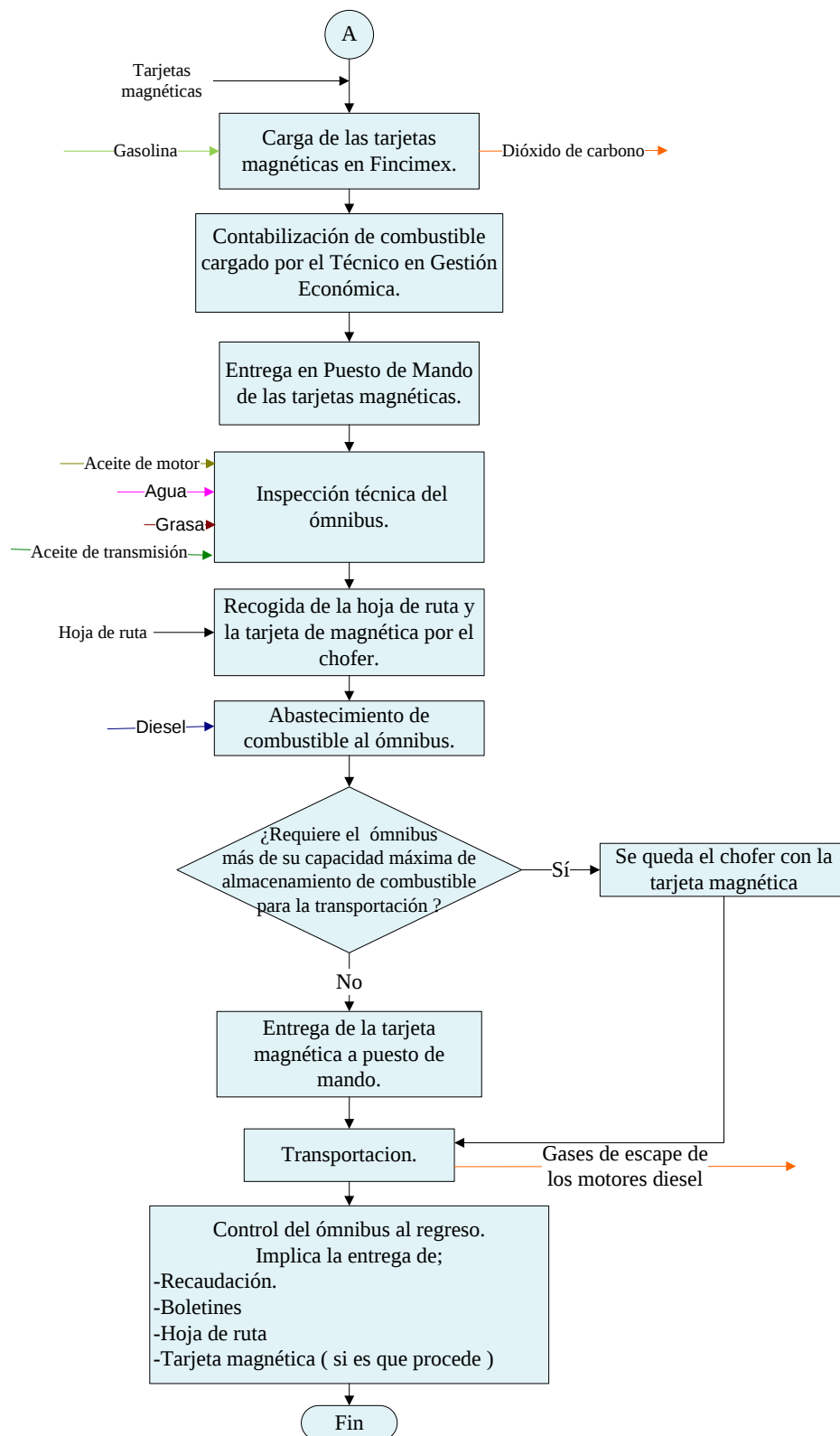


Figura 3.2: Diagrama de flujo del Proceso de Transportación de Trabajadores.

Fuente: Elaboración Propia

Comportamiento del consumo de diesel en el tiempo vs. Kilómetros recorridos

Las Figuras 3.3, 3.4 y 3.5 muestran la variación simultánea en el tiempo del consumo de diesel con los kilómetros recorridos correspondientes a los últimos tres años.

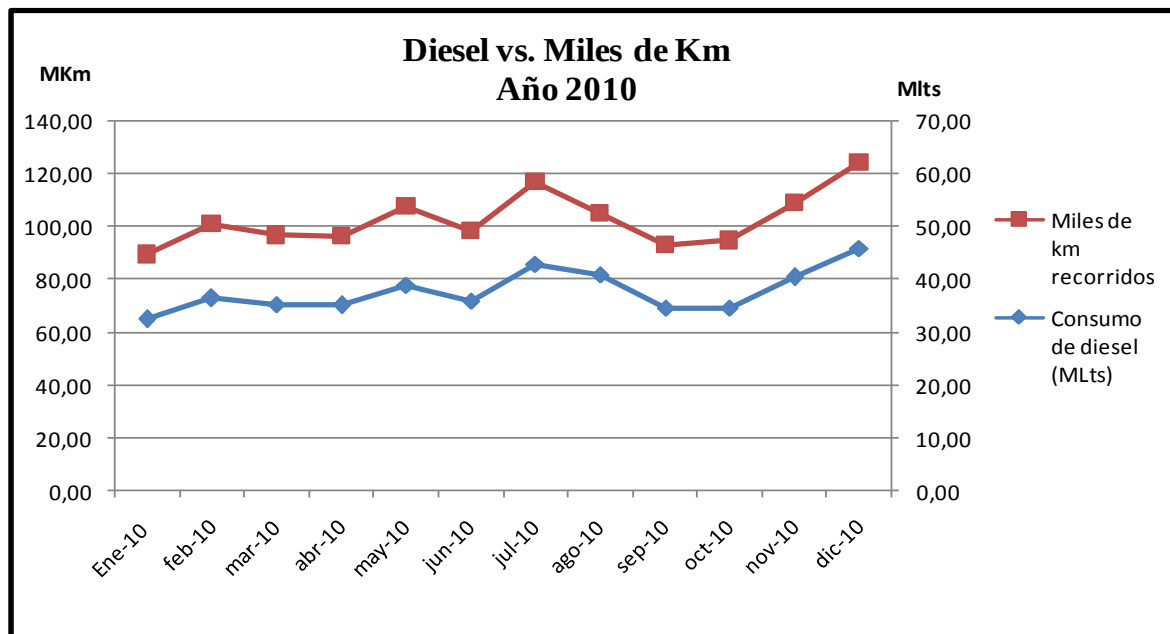


Figura 3.3: Gráfico de Consumo y Producción vs. Tiempo 2010.

Fuente: Elaboración Propia

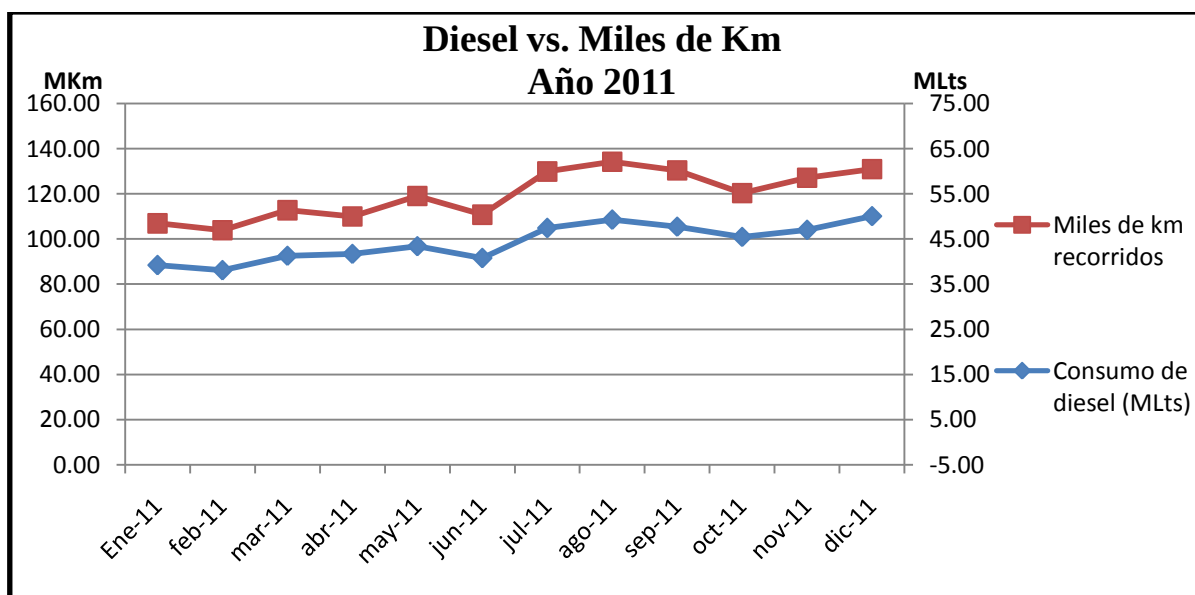


Figura 3.4: Gráfico de Consumo y Producción vs. Tiempo 2011.

Fuente: Elaboración Propia

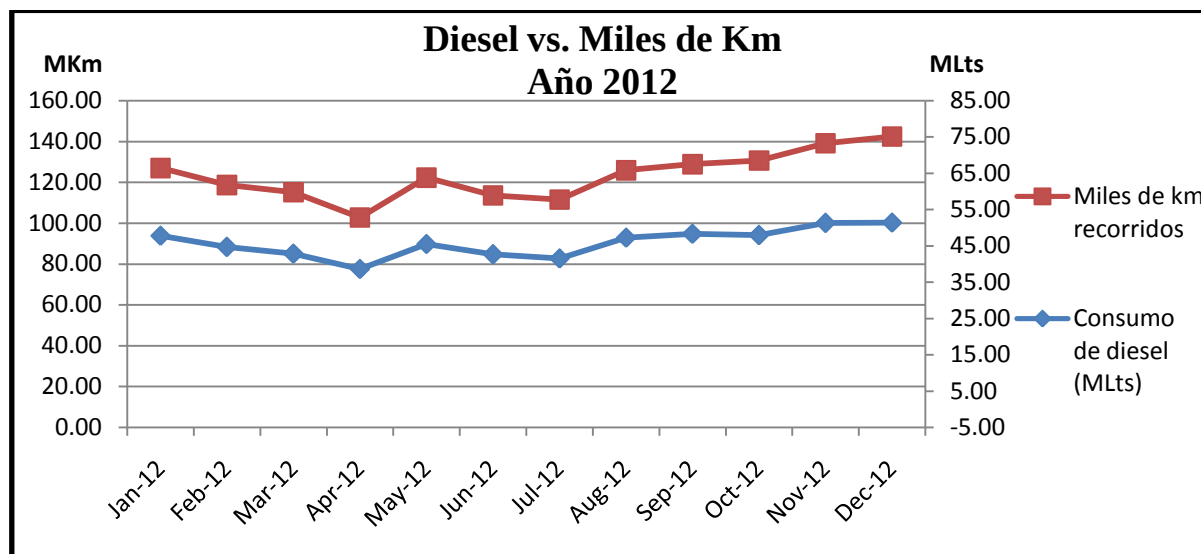


Figura 3.5: Gráfico de Consumo y Producción vs. Tiempo 2012.

Fuente: Elaboración Propia

Para los tres años se observa que el consumo de combustible respecto a la cantidad de kilómetros recorridos es estable, sin la ocurrencia de anomalías, es decir un incremento en la cantidad de kilómetros recorridos produce un incremento del consumo de diesel y viceversa.

Comportamiento del consumo de diesel en el tiempo vs. Pasajeros transportados

Las Figuras 3.6, 3.7 y 3.8 muestran la variación simultánea en el tiempo del consumo de diesel con los pasajeros transportados correspondientes a los últimos tres años.

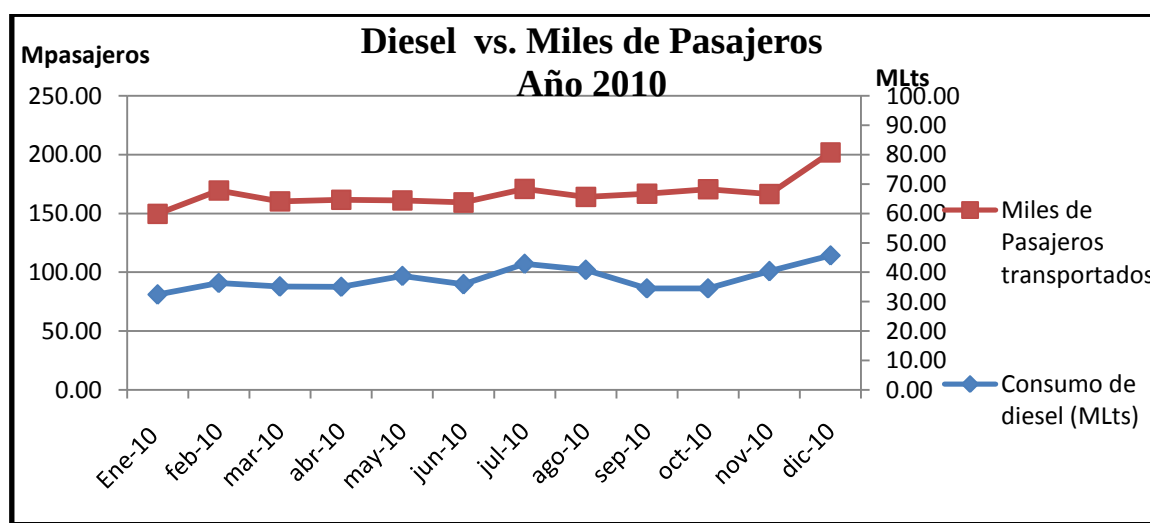


Figura 3.6: Gráfico de Consumo y Producción vs. Tiempo 2010.

Fuente: Elaboración Propia

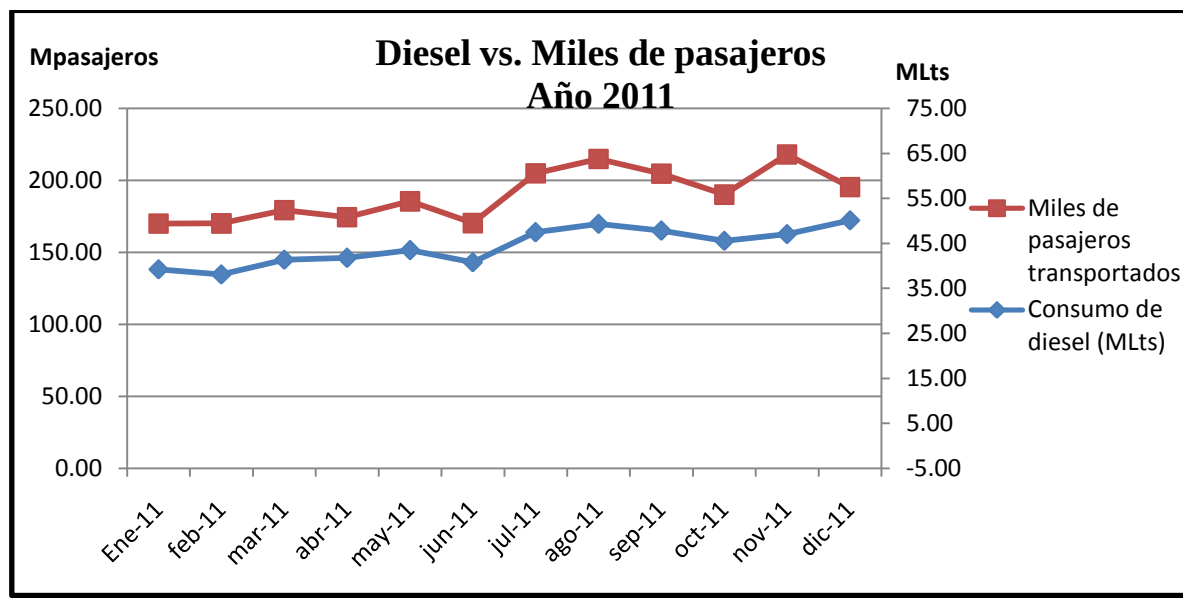


Figura 3.7: Gráfico de Consumo y Producción vs. Tiempo 2011.

Fuente: Elaboración Propia

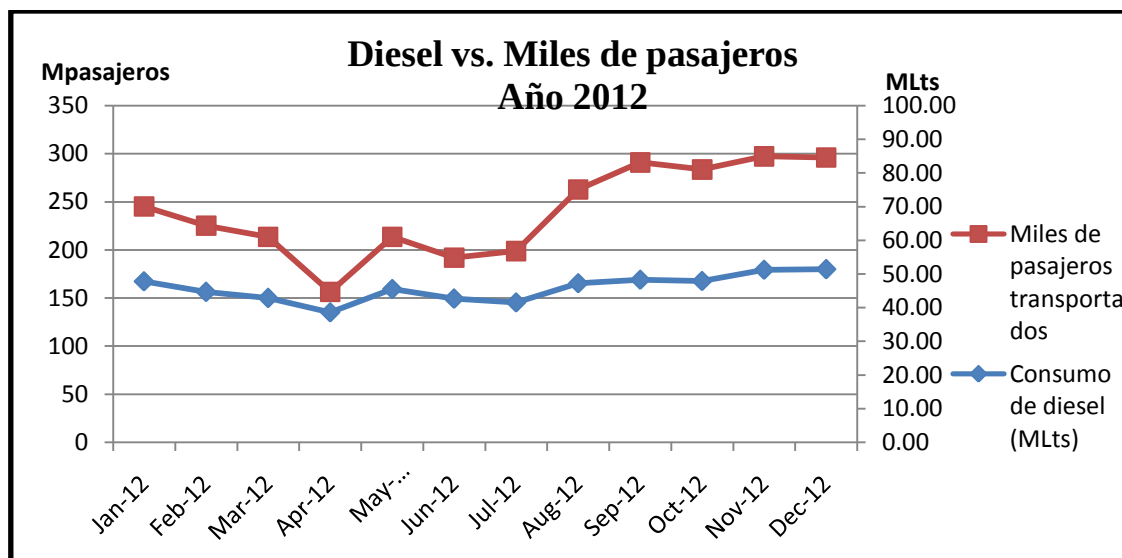


Figura 3.8: Gráfico de Consumo y Producción vs. Tiempo 2012.

Fuente: Elaboración Propia

En los gráficos que se mostraron se evidencia en algunos meses la ocurrencia de anomalías, es decir se produce un incremento en la cantidad de pasajeros transportados con una disminución del consumo de diesel y viceversa. Lo anterior según el equipo de trabajo puede estar dado por las siguientes causas:

Capítulo III

- ✓ Comportamiento del coeficiente de disponibilidad técnica, dado que los ómnibus disponibles pueden ser los que presenten menor o mayor índice de consumo, lo cual influye en la asignación de estos a las diferentes rutas.
- ✓ En algunos casos cuando se realiza la transportación de trabajadores a otras provincias, los ómnibus retornan a media capacidad (menos pasajeros o vacíos), aún cuando se alquilan para realizar viajes completos.
- ✓ La rotura de los ómnibus durante la prestación del servicio es otro elemento de influencia puesto que se hace necesario el envío de otros ómnibus para continuar el servicio, lo cual hace que se incremente el consumo de combustible con la misma cantidad de pasajeros. Este hecho atenta además contra la calidad del servicio brindado por la organización.

Evaluación de la estabilidad del proceso. Característica de calidad: Índice de consumo

El equipo de trabajo decide además evaluar la estabilidad del proceso tomando como característica de calidad el Índice de Consumo (Km/Litro). Para ello se utilizan los gráficos de control, en este caso en particular la carta de individuales. Se selecciona esta carta dado que se aplica a procesos donde hay un espacio largo de tiempo entre una medición y la siguiente, como lo es este, donde lo que se tiene son los índices de consumo mensuales. Este tipo de análisis permite identificar si el proceso está trabajando con causas comunes o especiales de variación, para lograr estabilizarlo, requisito este indispensable para evaluar su capacidad. La Figura 3.9 muestra la carta de individuales para el índice de consumo mensual correspondiente al período de Enero 2010 – Abril 2013, utilizando para ello el Statgraphics Centurion.

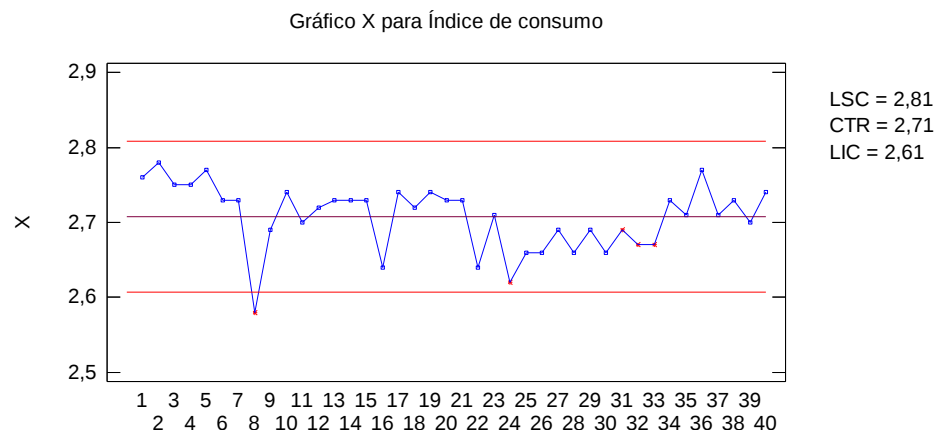


Figura 3.9: Carta de Control de Individuales para Índice de Consumo.

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que el proceso se encuentra trabajando con causas especiales puesto que se identifica un punto fuera del límite inferior y además se evidencian algunos patrones especiales no aleatorios identificados a través de la prueba de corridas que realiza el Statgraphics. La misma se muestra a continuación:

Tabla 3.2: Pruebas de Corridas. Fuente: Elaboración Propia

Reglas	
(A) secuencias arriba o abajo de la línea central con longitud 8 o mayor.	
(D) conjuntos de 3 observaciones con al menos 2 más allá de 2,0 sigma.	
Violaciones	
Observación	Individuos
24	D
31	A
32	A
33	A

Para ver que tan inestable es el proceso se procede al cálculo del índice de inestabilidad:

$$S_t = \frac{\text{Número de puntos especiales}}{\text{Número total de puntos}} * 100 = \frac{5}{40} * 100 = 12.5\%$$

El índice de inestabilidad calculado es superior al 5% por lo que el proceso posee una mala estabilidad siguiendo el criterio de Gutiérrez & De la Vara (2007).

En este momento el equipo de trabajo procede a identificar dichas causas especiales de variación que influyen en el comportamiento de los índices de consumo. Por ejemplo en el mes de agosto del año 2010 ocurrió una disminución del índice de consumo debido a la entrada a la organización de vehículos con índices de consumo inferiores al resto de los ómnibus con que se contaba. En los siguientes meses se registra un aumento de este índice dado que los ómnibus con mayores índices de consumo se ubicaron en las rutas más largas y el resto en las rutas más cortas, tomando siempre en consideración el coeficiente de disponibilidad técnica. A partir de diciembre del año 2011 la Empresa Nacional de Transportación de Trabajadores comienza una estrategia de restructuración del parque de ómnibus en todas sus UEB consistente en tratar de unificar una sola marca de ómnibus en cada entidad con el objetivo de facilitar la reposición de piezas y accesorios. Esto hizo que entraran a la organización en ese período nuevos vehículos lo cual se

evidencia en el gráfico de control en aquellos puntos que se encuentran de manera consecutiva por debajo de la línea central.

Evaluación de la capacidad del proceso. Característica de calidad: Índice de consumo

Una vez identificadas las causas especiales de variación se puede entonces evaluar la capacidad del proceso. En este caso se tiene una variable del tipo entre más grande mejor donde lo que interesa es que sean mayores los valores a cierto valor mínimo o especificación inferior, que en este caso es 2.60 Km/Litro, que es lo que está contenido en el plan. Lo que se busca es ver si el proceso es capaz de cumplir con dicha especificación.

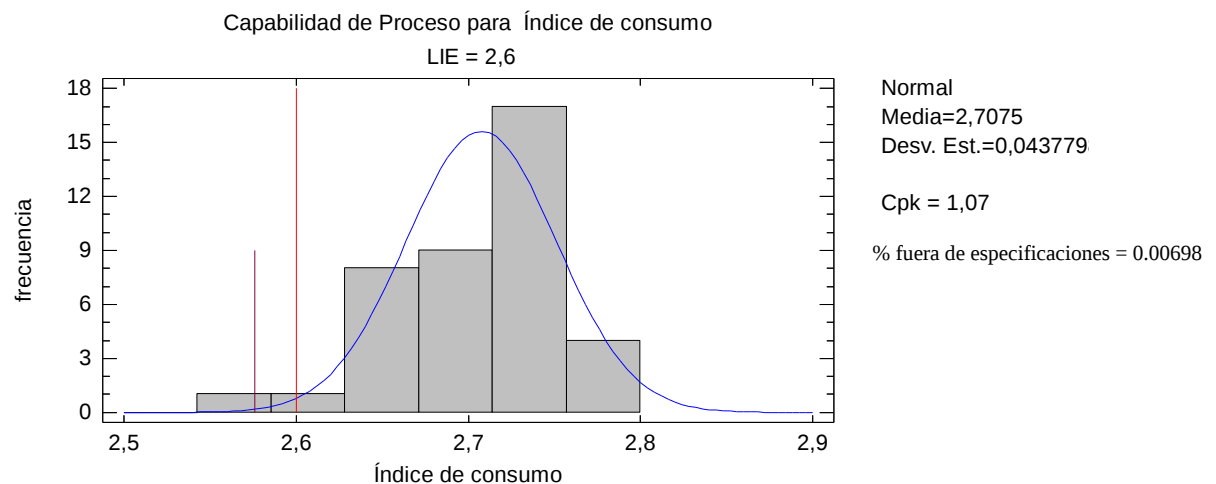


Figura 3.10: Análisis de capacidad para Índice de Consumo.

Fuente: Elaboración Propia.

La Figura 3.10 muestra que el proceso no es capaz de cumplir con la especificación inferior lo cual se corrobora con el valor del índice de capacidad real del proceso, el cual es inferior a 1.25 que es el que se considera adecuado según Gutiérrez & De la Vara (2007) para procesos con solo una especificación.

Para que estos resultados sean válidos se requiere que la característica de calidad se distribuya en forma normal. Se realiza la prueba no paramétrica Kolmogorov-Smirnov con ayuda del Statgraphics Centurion. Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 3.3: Prueba Bondad-de-Ajuste para Índice de consumo.

Fuente: Elaboración Propia

Prueba de Kolmogorov-Smirnov	
Distribución Normal	
DPLUS	0,0789358
DMINUS	0,171353
DN	0,171353
Valor-P	0,191021

Dado que el menor valor-P es mayor o igual que 0,05, no se puede rechazar la idea de que la variable Índice de consumo proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Paso 2. Identificación de las áreas de uso significativo de la energía y consumo

En el Capítulo II de la presente investigación se realizó una caracterización energética en la organización objeto de estudio, la cual permitió identificar mediante técnicas como la estratificación y el diagrama de Pareto las áreas de uso significativo de la energía y consumo, así como los equipos mayores consumidores. Como resultado de ese análisis se identificó que el Proceso de Transportación de Trabajadores constituye el principal consumidor del portador fundamental “Diesel”, en particular la actividad de Transportación, identificada en el diagrama de flujo. Además constituye esta actividad la principal fuente de emisión de gases de escape a la atmósfera.

Paso 3. Identificación de oportunidades para la mejora del desempeño energético

A partir de la revisión energética realizada se identificó que el proceso no es capaz de cumplir con el índice de consumo establecido en el plan. Es por ello que el equipo de trabajo decide investigar cuáles son las causas que pudieran estar incidiendo en la baja capacidad del proceso. Para ello se utiliza el diagrama causa-efecto, específicamente el de estratificación de causas puesto que es un método gráfico que permite relacionar el problema con todas las causas que posiblemente lo generan. En la Figura 3.11 se muestra dicho diagrama.

Como la herramienta anteriormente utilizada no establece un orden de importancia o prioridad entre las causas, se hace necesario el uso de una técnica de priorización. Se decide realizar un método de expertos el cual se muestra a continuación:

Capítulo III

- 1- Concepción inicial del problema: Se tienen un grupo de causas que provocan una baja capacidad del proceso. Se necesita conocer cuáles de ellas son las de mayor importancia para la erradicación de las mismas.
- 2- Cálculo del número de expertos y selección: Ha de destacarse que el número de expertos ya fue calculado anteriormente y seleccionados utilizando el método para el cálculo del coeficiente de competencia de Cortés & Iglesias (2005).
- 3- En este caso se cuenta con la cantidad de 8 expertos, a los cuales se les entrega una lista con las causas que provocan la baja capacidad del proceso, en la cual deben dar un orden de importancia atendiendo a su criterio, donde 8 representa la causa más importante y 1 la menos importante. Los resultados alcanzados se procesan en el software SPSS Versión 16.0 y en la Tabla 3.4 se muestra el rango promedio para cada una de las causas analizadas.

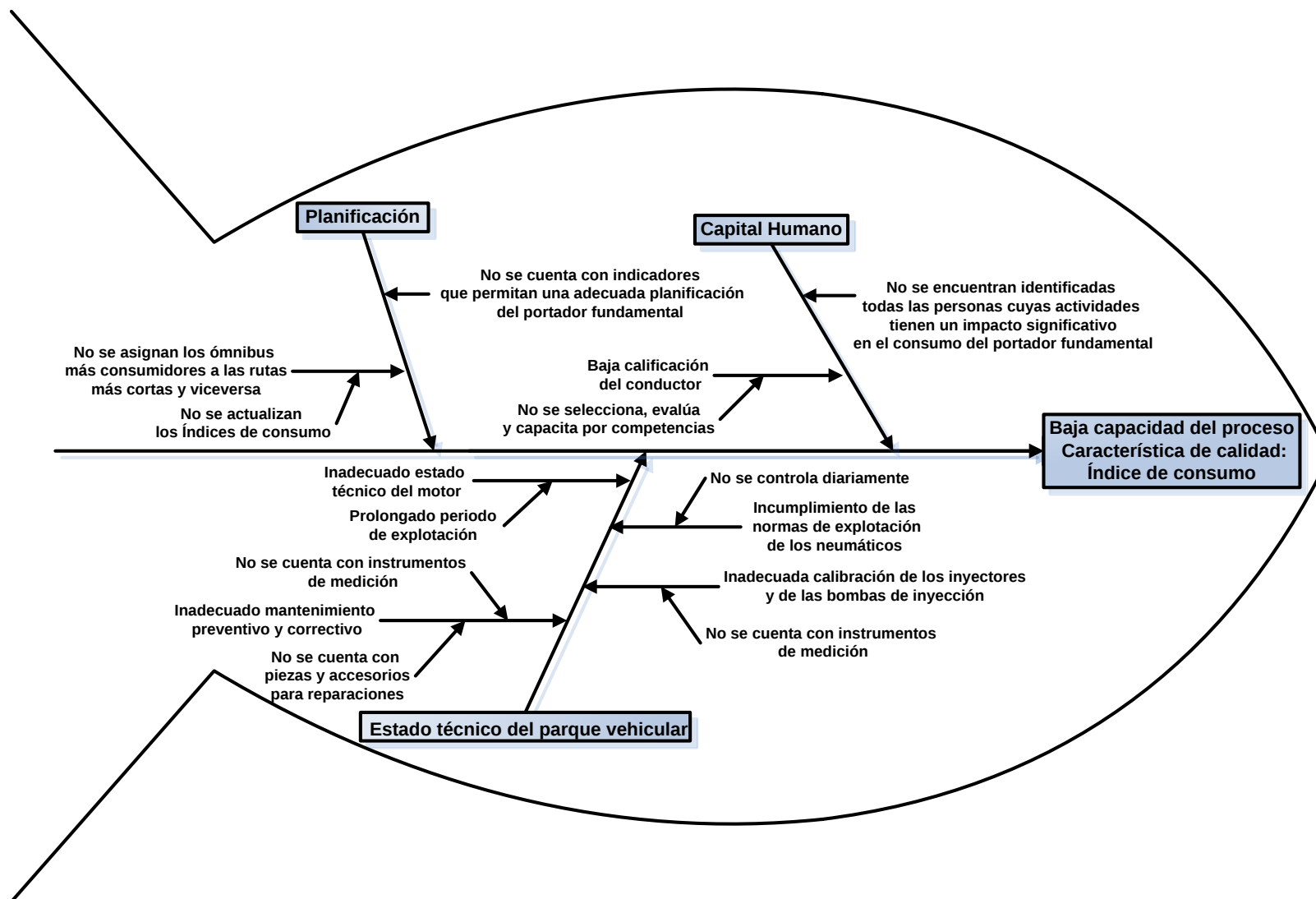


Figura 3.11: Diagrama causa-efecto para índice de consumo. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.4: Método de expertos para Índice de Consumo. Fuente: Elaboración Propia

Causas	Mean Rank
1. Índices de consumo no actualizados.	7,19
2. No se cuenta con indicadores que permitan una adecuada planificación del portador fundamental	5,81
3. Inadecuado estado técnico del motor.	6,25
4. Baja calificación del conductor (No se selecciona, evalúa y capacita por competencias).	5,25
5. No se encuentran identificadas todas las personas cuyas actividades tienen un impacto significativo en el consumo del portador fundamental.	2,62
6. No se controla diariamente el cumplimiento de las normas de explotación de los neumáticos.	2,56
7. Inadecuado mantenimiento preventivo y correctivo.	1,31
8. No se cuenta con instrumentos de medición para la adecuada calibración de los inyectores y de las bombas de inyección.	5,00

Se utiliza el estadígrafo χ^2 ya que el número de causas es mayor que siete y se realiza una prueba de hipótesis que plantea:

- 1- H_0 : No hay comunidad de preferencia entre los expertos.
- 2- H_1 : Existe comunidad de preferencia entre los expertos

A partir de los valores calculados que ofrece el software donde la significación asintótica es de 0.000 y este valor es menor que 0.05 (nivel de significación estadística), se rechaza H_0 lo que se traduce en que existe comunidad de preferencia entre los expertos con un coeficiente W de Kendall de 0.782, lo cual se considera adecuado (Ver Tabla 3.5).

Tabla 3.5: Estadísticos de contraste para la prueba no paramétrica.

Fuente: Elaboración propia.

Test Statistics	
N	8
Kendall's W ^a	,782
Chi-Square	43,787
df	7
Asymp. Sig.	,000
a. Kendall's Coefficient of Concordance	

3.2.4 Etapa IV: Resultados del proceso de planeación energética

Indicadores de desempeño energético

A continuación se estudia la relación que existe entre las variables: Diesel consumido y kilómetros recorridos para los años 2010, 2011 y 2012. Se realiza una regresión lineal simple donde:

- ✓ Variable dependiente: Diesel
- ✓ Variable independiente: Km recorridos

Los resultados para el año 2010 se muestran en la Figura 3.12 y la Tabla 3.6.

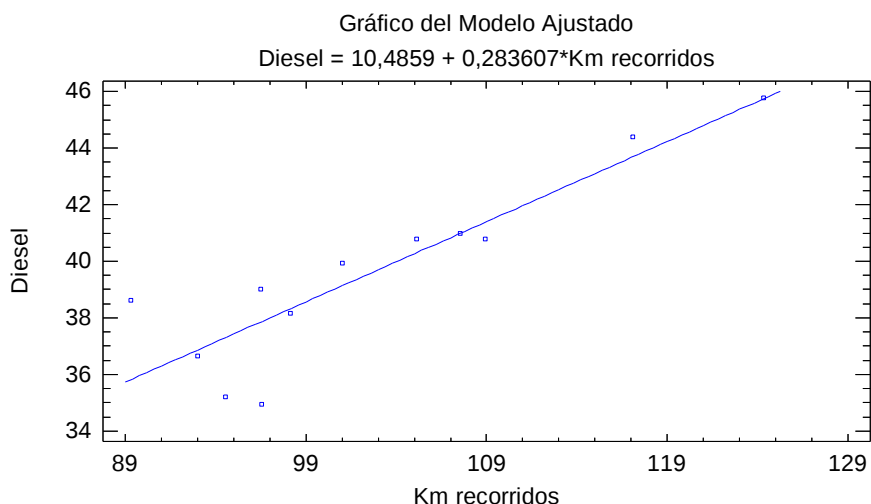


Figura 3.12: Gráfico de regresión Diesel vs. Km recorridos 2010.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.6: Análisis de Varianza Año 2010. Fuente: Elaboración propia

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	95,0293	1	95,0293	39,69	0,0001
Residuo	23,9417	10	2,39417		
Total (Corr.)	118,971	11			

Coeficiente de Correlación = 0,893734
 R-cuadrada = 80,876 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 77,8636 por ciento
 Error estándar del est. = 1,54731
 Error absoluto medio = 0,998327
 Estadístico Durbin-Watson = 1,81251 (P=0,3159)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0711137

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre Diesel y Km recorridos. La ecuación del modelo ajustado es: Diesel = 10,4859 + 0,283607*Km recorridos. Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Diesel y Km recorridos con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 80,876% de la variabilidad en Diesel. El coeficiente de correlación es igual a 0,893734, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es mayor que 0,05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95,0%.

Los resultados para el año 2011 se muestran en la Figura 3.13 y la Tabla 3.7

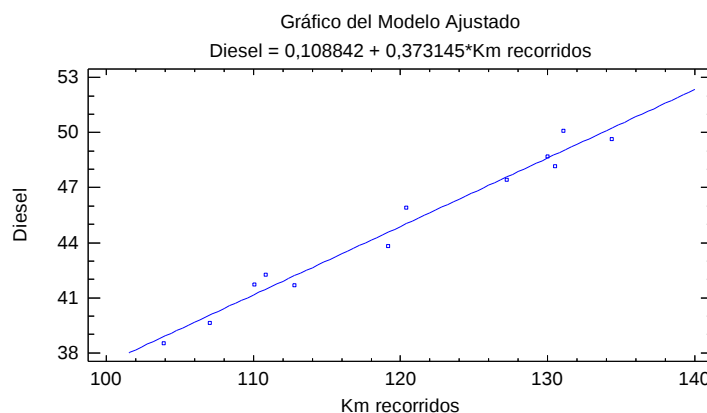


Figura 3.13: Gráfico de regresión Diesel vs. Km recorridos 2011.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.7: Análisis de Varianza Año 2011. Fuente: Elaboración propia

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	174,188	1	174,188	368,99	0,0000
Residuo	4,72063	10	0,472063		
Total (Corr.)	178,909	11			

Coeficiente de Correlación = 0,986719
 R-cuadrada = 97,3614 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 97,0976 por ciento
 Error estándar del est. = 0,687069
 Error absoluto medio = 0,565313
 Estadístico Durbin-Watson = 2,33634 (P=0,6435)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,305076

Para este año la ecuación del modelo ajustado es: Diesel = 0,108842 + 0,373145*Km recorridos. Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Diesel y Km recorridos con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 97,3614% de la variabilidad en Diesel. El coeficiente de correlación es igual a 0,986719, indicando una relación relativamente fuerte entre las variables. Puesto que el valor-P es mayor que 0,05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95,0%.

Los resultados para el año 2012 se muestran en la Figura 3.14 y la Tabla 3.8

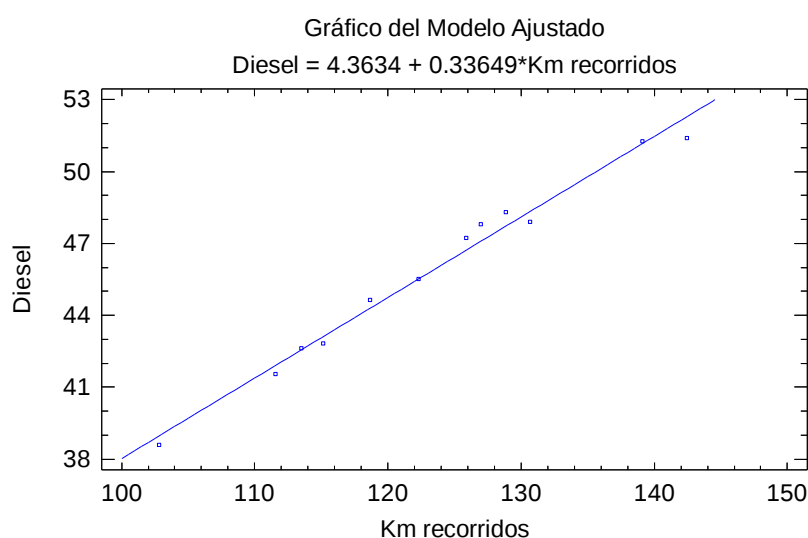


Figura 3.14: Gráfico de regresión Diesel vs. Km recorridos 2012.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.8: Análisis de Varianza Año 2012. Fuente: Elaboración propia.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	165.92	1	165.92	639.39	0.0000
Residuo	2.59498	10	0.259498		
Total (Corr.)	168.515	11			
Coeficiente de Correlación = 0.992271 R-cuadrada = 98.4601 por ciento R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 98.3061 por ciento Error estándar del est. = 0.509409 Error absoluto medio = 0.388804 Estadístico Durbin-Watson = 1.50824 (P=0.1174) Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0.00351923					

Para el año 2012 la ecuación del modelo ajustado es: Diesel = 4.3634 + 0.33649*Km recorridos. Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0.05, existe una relación estadísticamente significativa entre Diesel y Km recorridos con un nivel de confianza del 95.0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 98.4601% de la variabilidad en Diesel. El coeficiente de correlación es igual a 0.992271, indicando una relación relativamente fuerte entre las variables. Puesto que el valor-P es mayor que 0.05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95.0%.

De manera general para los tres años se observa que hay una correlación muy fuerte entre el consumo de diesel y los kilómetros recorridos, lo que significa que el indicador Diesel/Km es válido para evaluar el desempeño energético. Ha de destacarse que en el año 2010 es donde se presenta la menor correlación entre estas dos variables y las mayores pérdidas de energía no asociada al proceso de transportación, siendo estas de un 26.47%. En los años 2011 y 2012 se identifican pérdidas de un 0.24% y un 9.52% respectivamente.

A criterio del equipo de trabajo las principales causas que inciden en el consumo de energía no asociado al proceso son:

- ✓ Energía consumida durante el precalentamiento de los ómnibus.
- ✓ Pérdidas de combustible durante el arranque del motor por humedad o suciedad en el sistema de encendido por estacionamiento a la intemperie.

- ✓ Energía consumida para el establecimiento de los parámetros de presión de aire suministrado por el compresor (Se utiliza para el frenado, para el funcionamiento de las puertas, el maletero y el claxon)
- ✓ Energía utilizada durante el mantenimiento al parque vehicular.
- ✓ Energía consumida durante la climatización de los ómnibus antes de iniciar la transportación.

A continuación se estudia la relación que existe entre las variables: Diesel consumido y pasajeros transportados para los años 2010, 2011 y 2012.

Se realiza una regresión lineal simple donde:

- ✓ Variable dependiente: Diesel
- ✓ Variable independiente: Pasajeros transportados

Los resultados para el año 2010 se muestran en la Figura 3.15 y la Tabla 3.9.

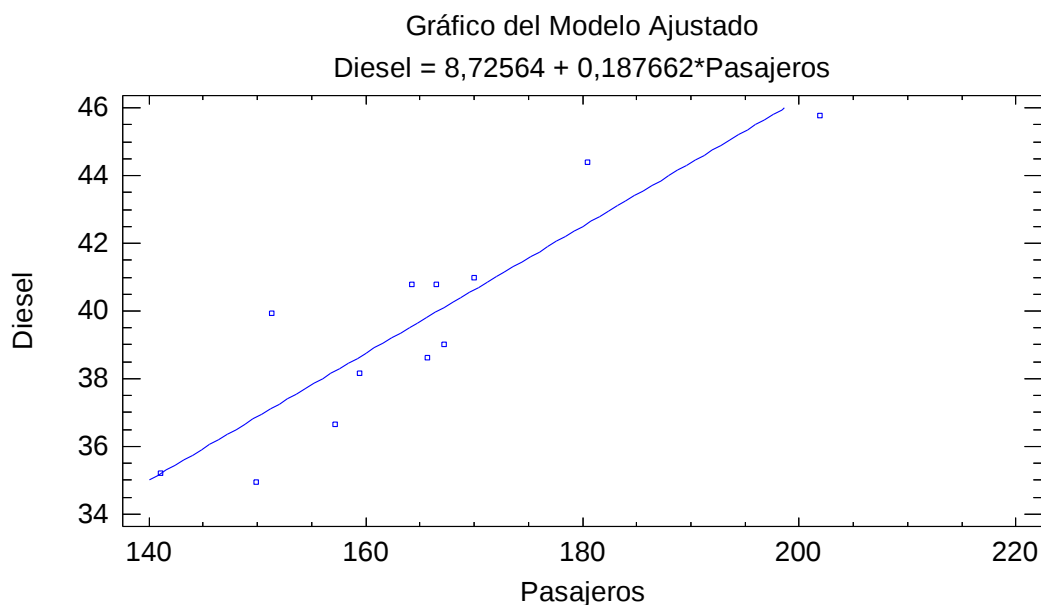


Figura 3.15: Gráfico de regresión Diesel vs. Pasajeros transportados 2010.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.9: Análisis de Varianza Año 2010. Fuente: Elaboración propia.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	95,6503	1	95,6503	41,02	0,0001
Residuo	23,3207	10	2,33207		
Total (Corr.)	118,971	11			

Coeficiente de Correlación = 0,896649
 R-cuadrada = 80,398 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 78,4378 por ciento
 Error estándar del est. = 1,52711
 Error absoluto medio = 1,1815
 Estadístico Durbin-Watson = 2,63134 (P=0,8390)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,361009

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre Diesel y Pasajeros. La ecuación del modelo ajustado es: Diesel = 8,72564 + 0,187662*Pasajeros. Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Diesel y Pasajeros con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 80,398% de la variabilidad en Diesel. El coeficiente de correlación es igual a 0,896649, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables. Puesto que el valor-P es mayor que 0,05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95,0%.

Los resultados para el año 2011 se muestran en la Figura 3.16 y la Tabla 3.10

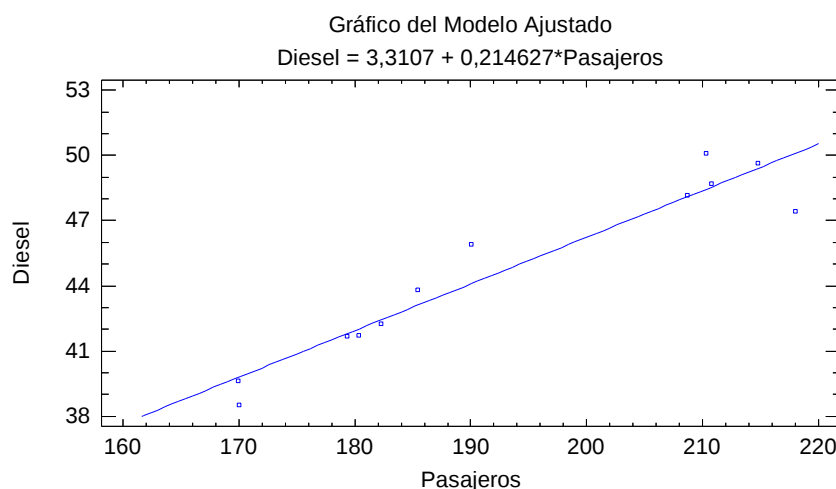


Figura 3.16: Gráfico de regresión Diesel vs. Pasajeros transportados 2011.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.10: Análisis de Varianza Año 2011. Fuente: Elaboración propia.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	163,316	1	163,316	104,74	0,0000
Residuo	15,5926	10	1,55926		
Total (Corr.)	178,909	11			

Coeficiente de Correlación = 0,95543
 R-cuadrada = 91,2846 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 90,4131 por ciento
 Error estándar del est. = 1,2487
 Error absoluto medio = 0,779784
 Estadístico Durbin-Watson = 2,98295 (P=0,9541)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,577538

Para el año 2011 la ecuación del modelo ajustado es: Diesel = 3,3107 + 0,214627*Pasajeros. Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Diesel y Pasajeros con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 91,2846% de la variabilidad en Diesel. El coeficiente de correlación es igual a 0,95543, indicando una relación relativamente fuerte entre las variables. Puesto que el valor-P es mayor que 0,05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95,0%.

Los resultados para el año 2012 se muestran en la Figura 3.17 y la Tabla 3.11

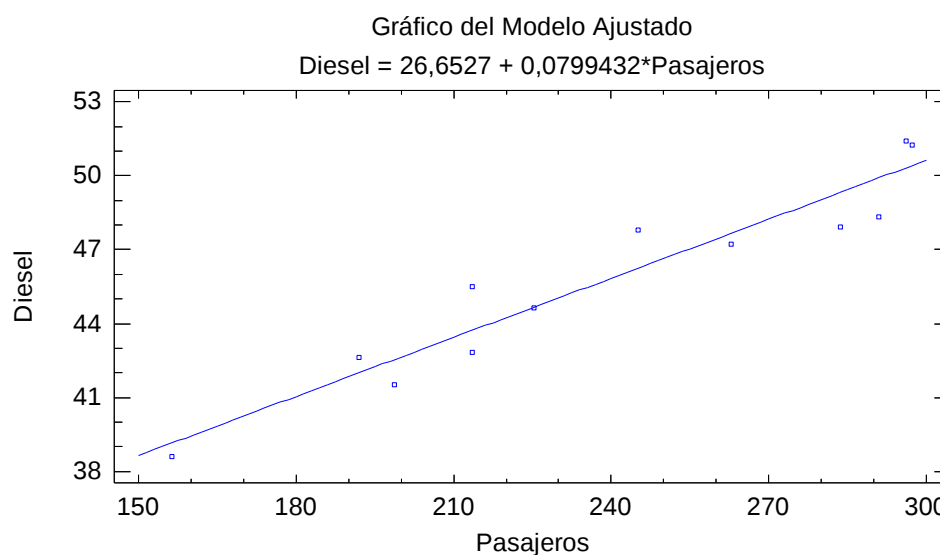


Figura 3.17: Gráfico de regresión Diesel vs. Pasajeros transportados 2012.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.11: Análisis de Varianza Año 2011. Fuente: Elaboración propia.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	153,789	1	153,789	104,43	0,0000
Residuo	14,7262	10	1,47262		
Total (Corr.)	168,515	11			
Coeficiente de Correlación = 0,955307 R-cuadrada = 91,2612 porciento R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 90,3873 porciento Error estándar del est. = 1,21352 Error absoluto medio = 0,983185 Estadístico Durbin-Watson = 1,34338 (P=0,0623) Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,206563					

Para el año 2012 la ecuación del modelo ajustado es: Diesel = 26,6527 + 0,0799432*Pasajeros. Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Diesel y Pasajeros con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 91,2612% de la variabilidad en Diesel. El coeficiente de correlación es igual a 0,955307, indicando una relación relativamente fuerte entre las variables. Puesto que el valor-P es mayor que 0,05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95,0%.

De manera general para los tres años se observa que hay una correlación muy fuerte entre el consumo de diesel y los pasajeros transportados, lo que significa que el indicador Diesel/Pasajeros es válido para evaluar el desempeño energético.

Ha de destacarse que el año 2010 es donde se presenta la menor correlación entre estas dos variables y el año 2012 es el que presenta mayores pérdidas de energía no asociada al proceso, siendo éstas de un 58.18%. En los años 2010 y 2011 se identifican pérdidas de un 22.03% y un 7.38% respectivamente del consumo total de la empresa.

A criterio del equipo de trabajo las principales causas que inciden en el consumo de energía no asociado al proceso además de las mencionadas anteriormente son las siguientes:

- ✓ El incremento del kilómetro cero
- ✓ Pérdidas por retorno

Línea base y línea meta

La línea de base energética es la referencia cuantitativa que proporciona la base de comparación del desempeño energético para un período especificado en la Empresa Transmetro Cienfuegos. Para obtener la línea de base energética se utiliza la información de la revisión energética inicial.

Para ambos indicadores se tomará como línea base el año 2011 puesto que es este el que presenta las menores pérdidas de energía no asociada al proceso de servicio evidenciándose un ajuste del modelo superior al 90%. Lo anterior puede corroborarse en la Tabla 3.12.

Tabla 3.12: Resultados del análisis de regresión para los años 2010, 2011 y 2012.

Fuente: Elaboración propia

Indicador	Variables	Años	Modelo de regresión lineal	R ² (%)	Pérdidas no asociadas al proceso (%)
Diesel/Km	Variable dependiente: Diesel	2010	Diesel = 10,4859 + 0,283607*Km	80,87	26.47
	Variable independiente: Km recorridos	2011	Diesel = 0,108842 + 0,373145*Km	97,36	0.24
		2012	Diesel = 4.3634 + 0.33649*Km	98.46	9.52
Diesel/Pasajeros	Variable dependiente: Diesel	2010	Diesel = 8,72564 + 0,187662*Pasajeros	80,39	22.03
	Variable independiente: Pasajeros transportados	2011	Diesel = 3,3107 + 0,214627*Pasajeros	91,28	7.38
		2012	Diesel = 26,6527 + 0,0799432*Pasajeros	91,26	58.18

La línea de base energética es:

- ✓ Diesel = 0,108842 + 0,373145*Km
- ✓ Diesel = 3,3107 + 0,214627*Pasajeros

Ha de destacarse que el indicador que realmente mide la eficiencia energética del proceso es el de Diesel/Km.

Para este caso en particular la determinación de la línea meta deberá obtenerse luego de implantadas las mejoras que se proponen en la siguiente etapa del procedimiento, las cuales están enfocadas a la mejora del desempeño energético del proceso.

3.2.5 Etapa V: Planes de acción y de control de la planificación energética

Una vez identificadas las oportunidades de mejora del desempeño energético y el orden de prioridad de estas a partir de la revisión energética se diseña un plan de mejora utilizando la técnica 5Ws (What, Who, Why, Where, When) y 1H. La Tabla 3.13 muestra dicho plan.

Tabla 3.13: Plan de mejora para el índice de consumo. Fuente: Elaboración Propia.

Oportunidad de mejora: Índice de consumo						
Meta: Obtener un índice de consumo de 2.60 km/Litro						
Responsable general: Director General de la UEB Transmetro Cienfuegos						
No.	Qué	Quién	Cómo	Por qué	Dónde	Cuándo
1	Actualizar los índices de consumo del parque automotor y llevarlos a sus parámetros	Especialista C en Uso y Ahorro Racional de la Energía	Mediante la prueba de consumo (Prueba del litro)	Para identificar los ómnibus mayores consumidores, dado que este análisis influye en la planificación energética	En Transmetro Cienfuegos	Abril 2013
2	Realizar remotorizaciones a los ómnibus mayores consumidores	Jefe técnico, Especialista C en Uso y Ahorro Racional de la Energía y técnicos mecánicos	Por mediciones y estudios técnicamente fundamentados	Para incrementar la vida útil de los equipos y mejorar sus índices de consumo	En Transmetro Cienfuegos	Junio 2013
3	Utilizar los indicadores de planificación propuestos en la etapa anterior del procedimiento	Especialista C en Uso y Ahorro Racional de la Energía	Mediante la recolección de datos: ✓ Para la planificación del combustible diesel ✓ Para evaluar el comportamiento de dicho portador en diversos años	Para mejorar la planificación del portador fundamental y evaluar su comportamiento	En Transmetro Cienfuegos	Junio 2013
4	Realizar un estudio para la identificación, normación, evaluación y certificación de las competencias laborales de los conductores	Especialista de Capital Humano	Mediante la aplicación de un procedimiento para la identificación, normación, evaluación y certificación de competencias laborales	Para que se seleccione, evalúe y capacite por competencias dado que un conductor que ha aprendido la correcta conducción del vehículo, tiene la posibilidad de economizar en condiciones de ciudad entre un 5-15% y fuera de la ciudad entre un 10-30% de combustible.	En Transmetro Cienfuegos	Enero 2014
5	Realizar un estudio donde se justifique la adquisición de los instrumentos de medición necesarios para una adecuada calibración de los inyectores y de las bombas de inyección	Jefe técnico y Especialista C en Uso y Ahorro Racional de la Energía	Mediante estudios técnicamente fundamentados	Para calibrar los inyectores y las bombas de inyección, dado que inciden en el consumo de combustible	En Transmetro Cienfuegos	Enero 2014
6	Identificar todas las personas cuyas actividades tienen un impacto significativo en el consumo del diesel.	Especialista C en Uso y Ahorro Racional de la Energía	Mediante el trabajo en equipo en la organización	Puesto que son estas personas las que inciden directamente y toman decisiones que influyen en el portador fundamental	En Transmetro Cienfuegos	En este momento

Capítulo III

Actualización de los índices de consumo del parque automotor

Durante los meses de abril y mayo se procedió a realizar las pruebas de consumo a cada uno de los ómnibus del parque. Para ello el Especialista C en Uso y Ahorro Racional de la Energía utiliza el modelo que se muestra en el Anexo 11. Ha de destacarse que para la realización de esta prueba se utiliza una misma ruta para todos los ómnibus con no menos de 35 kilómetros. En el Anexo 12 se muestran los resultados de esta prueba para cada uno de los ómnibus. Este resultado tiene gran incidencia en la planificación energética puesto que permitirá realizar una asignación adecuada de cada uno de esos ómnibus en función de la ruta y el coeficiente de disponibilidad técnica. Todo ello por ende contribuirá a una mejora del índice de consumo del proceso de transportación.

Evaluación económica para remotorizaciones

Como se comentó en el Capítulo II de la presente investigación el ómnibus FSE-585 es el que presenta menor índice de consumo, mayor cantidad de años de explotación y se encuentra evaluado de mal técnicamente. Es por ello que el equipo de trabajo decide realizar la remotorización en este ómnibus. La evaluación desde el punto de vista de su factibilidad económica se muestra a continuación:

El equipo de trabajo puede adquirir un motor Yutong con índice de consumo de 3.35 Km/Litro, el cual requiere de un costo de inversión de 20228,03 CUC. En estas condiciones se ha calculado un ahorro de 23129,63 Lts de diesel para un promedio de kilómetros planificados para el año 2014 de 70000. Actualmente el costo del litro de diesel es de 0,99 CUC, por lo que la empresa se ahorraría 22898.33 CUC.

Para la inversión se cuenta con un crédito de:

- ✓ Tasa de interés anual del 8%
- ✓ Tasa de inflación del 3%
- ✓ Un margen de riesgo del 2%
- ✓ Una tasa de impuestos sobre utilidades del 25%

Capítulo III

La vida útil (período de evaluación del proyecto) es de 6 años. Por todo lo anterior se debe determinar si resulta recomendable la inversión.

La medida de conveniencia económica más simple es el Período Simple de Recuperación (PSI). Es aconsejable emplear el método del PSI únicamente como un primer filtro rápido de las posibles inversiones y emplear métodos más confiables para evaluar en detalle proyectos con buenas perspectivas.

$$PSI = \frac{\text{Inversión en Capital}}{\text{Ahorros anuales netos}} = \frac{20228.03}{22898.33} = 0.88 \text{ años}$$

Un período de recuperación corto supone una conveniencia económica. Muchas empresas requieren que sus inversiones tengan períodos de recuperación simple de dos años o menos, independientemente de la vida esperada del proyecto. En este caso en particular el tiempo de recuperación de la inversión tomando en cuenta este indicador es de aproximadamente 11 meses, por lo cual la inversión es económicamente atractiva. No obstante se hace necesario realizar otros análisis.

Para el cálculo de la evaluación económica del proyecto se utiliza la propuesta de Borroto & Monteagudo (2006). Los resultados se muestran en el Anexo 13.

A partir de ese análisis se puede decir que resulta recomendable la inversión. En la Figura 3.18 se evidencia que el período de recuperación de la inversión es de aproximadamente un 1 año y 3 meses y los rangos de valores límites para que el proyecto sea económicamente viable referenciados en la Tabla 3.14 son aceptables. Con relación al valor presente neto (VPN) se puede apreciar en el gráfico que su valor es de 65497.71 CUC.

La remotorización también permitirá disminuir la emisión de gases contaminantes a la atmósfera producto de la combustión. La Tabla 3.15 muestra que para un promedio de kilómetros planificados para el año 2014 de 70000 se dejarían de emitir al medio ambiente con la remotorización del ómnibus 63.95 ton/año de CO₂ y 1.03 ton/año de SO_x por mencionar las emisiones más significativas, lo que representa una reducción del 52.33% y 52.82% respectivamente en relación al estado actual del vehículo. La estimación de estas emisiones se

Capítulo III

realiza utilizando los métodos que se describen en Meneses, Turtós, & D. Alonso (2011), abordados en el capítulo anterior.

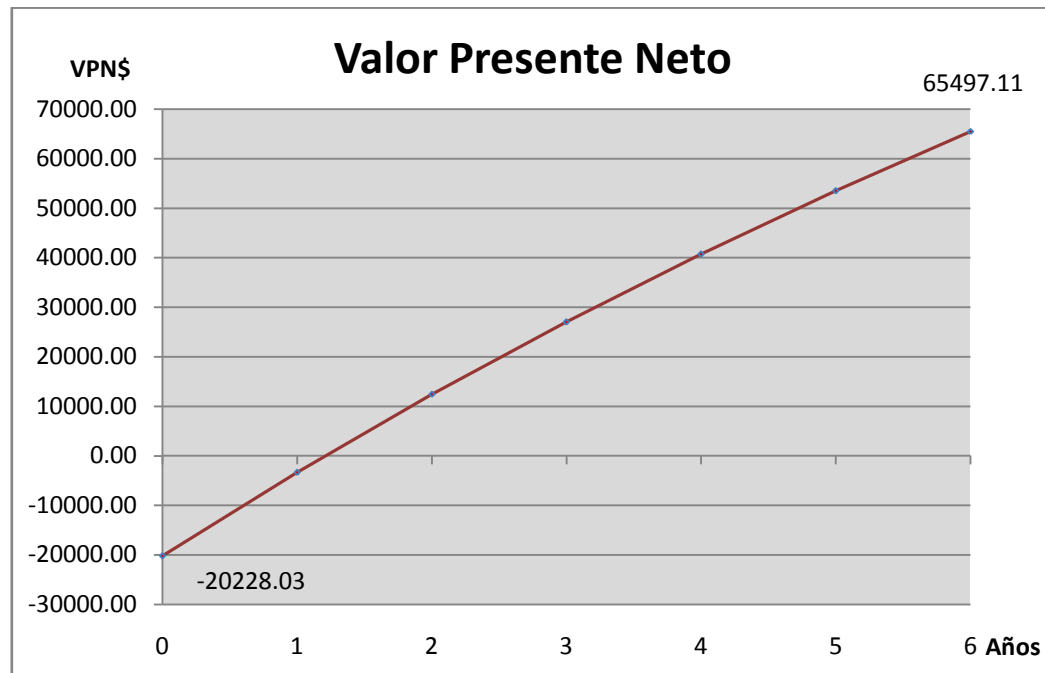


Figura 3.18: Valor Presente Neto, Inversión Inicial y Período de Recuperación de la inversión. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.14: Rango de valores límites para que el proyecto sea económicamente viable.

Fuente: Borroto & Monteagudo (2006).

Técnica de evaluación	RANGO
VPN,\$	VPN > 0
TIR, %	TIR > D
PRI,año	PRI < N
RCB	RCB < 1

Tabla 3.15: Emisiones de gases de escape del ómnibus FSE-585 antes y después de la remotorización para 70000 km. Fuente: Elaboración Propia

Emisiones (Ton/Año)	Antes de la remodelación	Después de la remodelación	Reducción	% de reducción
CO ₂	122.2	58.25	63.95	52.33
SO _x	1.95	0.92	1.03	52.82
NO _x	0.0035	0.0016	0.0019	54.28
CH ₄	0.0058	0.0027	0.0031	53.44

Capítulo III

Ha de destacarse que desde el punto de vista económico y del impacto al medio ambiente el proyecto es factible, pero han de tenerse en cuenta otros indicadores. Para ello el Especialista C en Uso y Ahorro Racional de la Energía realiza actualmente una investigación que resultará en una tesis de maestría con el objetivo de proponer una metodología, teórica y experimental, de evaluación de las cualidades dinámicas y de consumo de variantes de remotorización para ómnibus B7R-340, sustentada en un sistema de indicadores que evalúe integralmente ambas cualidades. Lo anterior permitirá conocer si realmente este tipo de ómnibus puede ser remodelado con ese motor.

Identificación de las personas cuyas actividades tienen un impacto significativo en el consumo de diesel

Los expertos proceden en este momento a identificar aquellas personas cuyas actividades tienen un impacto significativo en el consumo del portador fundamental de la organización: Diesel. Para ello se convoca a una sesión de trabajo en equipo, de lo cual resultó el siguiente diagrama:



Figura 3.19: Personal que decide en la eficiencia energética.

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo III

Para verificar la efectividad de las acciones una vez implantadas, se propone controlar y analizar la variable Índice de consumo a partir de datos diarios, mediante un análisis de estabilidad y capacidad a nivel de proceso y de ómnibus. Los cambios en el desempeño energético producto de las mejoras propuestas se medirán en relación a la línea de base energética.

El equipo de trabajo decide aplicar nuevamente la lista de chequeo utilizada en la Etapa I con el objetivo de conocer el estado del cumplimiento de los requisitos de la planificación energética una vez implementado el procedimiento. El instrumento aplicado arroja que se cumplen el 61.53% del total de aspectos que se evalúan, lo que evidencia un aumento del 42% con respecto a la evaluación inicial.

Conclusiones del Capítulo

Al término del presente Capítulo se arriban a las siguientes conclusiones:

1. La revisión energética permitió identificar las principales oportunidades de mejora del desempeño energético las cuales se relacionan básicamente con la planificación energética, el estado técnico del parque de ómnibus y el capital humano.
2. Se proponen un conjunto de acciones para la mejora del desempeño energético del proceso clave “Transportación de trabajadores” a partir de la revisión energética realizada, siendo las más significativas:
 - ✓ La actualización de los índices de consumo.
 - ✓ La remotorización del ómnibus FSE-585.
 - ✓ La utilización de indicadores para la planificación energética.
 - ✓ La propuesta de realización de un estudio para la identificación, evaluación y certificación de las competencias laborales de los conductores.
3. La propuesta de remotorización para el ómnibus FSE-585 es desde el punto de vista económico y ambiental atractiva permitiéndole ahorrar a la organización 22898.33 CUC para una total de 70000 km planificados para el año 2014 y dejándose de emitir al medio ambiente 63.95 ton/año de CO₂ y 1.03 ton/año de SO_x en relación a su estado actual.

Capítulo III

4. Se establecen dos líneas de base energética, una en función del diesel/Km y otra en función del diesel/pasajeros transportados siendo estas: Diesel = $0,108842 + 0,373145 \cdot \text{Km}$ y Diesel = $3,3107 + 0,214627 \cdot \text{Pasajeros}$ donde la energía no asociada al servicio de transportación es de 0.24% y 7.38% respectivamente.
5. La aplicación del procedimiento contribuye al cumplimiento del 61.53% del total de requisitos que exige la ISO 50001: 2011 para la planificación energética lo que evidencia un aumento del 42% con respecto a la evaluación inicial.

Conclusiones

Conclusiones generales

Al término de la presente investigación se arriban a las siguientes conclusiones:

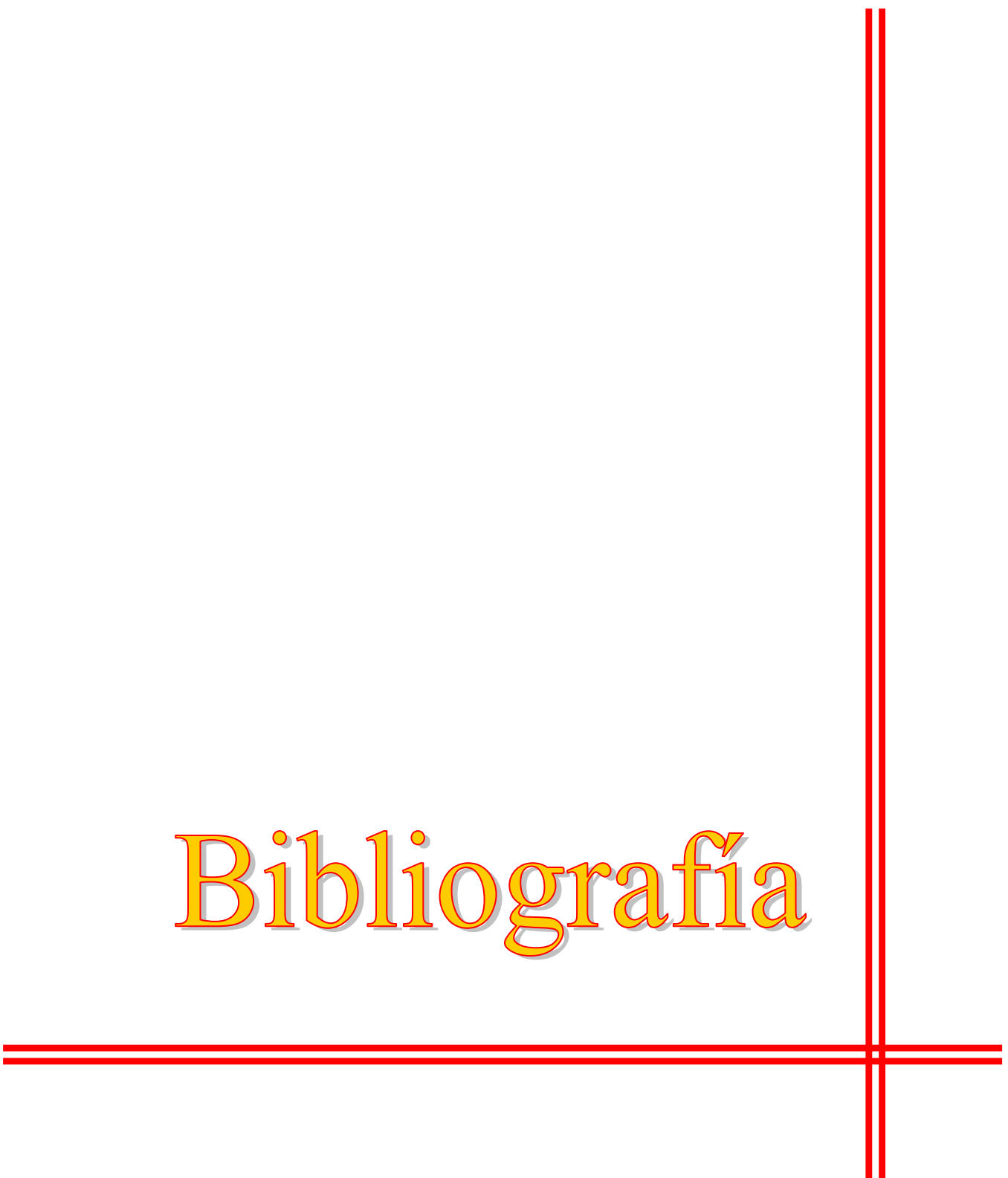
1. La eficiencia energética en el transporte automotor está condicionada por diversos factores que inciden directamente en el uso y consumo de los portadores energéticos siendo los más significativos la economía del consumo, la conducción técnico – económica y el estado técnico del parque vehicular.
2. El procedimiento seleccionado para la Planificación Energética diseñado por Correa & Alpha (2013) toma en cuenta los requisitos de la NC-ISO 50001: 2011 y de otras normas a nivel internacional referentes a la gestión de la energía y a la gestión de la calidad, lo cual posibilita su aplicación tanto en organizaciones de producción como de servicios.
3. La revisión energética permitió identificar las principales oportunidades de mejora del desempeño energético, las cuales se relacionan básicamente con la planificación energética, el estado técnico del parque de ómnibus y el capital humano, proponiéndose a partir de ello un conjunto de acciones que contribuyen a mejorar el desempeño energético del proceso clave en relación a su portador fundamental Diesel.
4. La propuesta de remotorización para el ómnibus FSE-585 es desde el punto de vista económico y ambiental atractiva permitiéndole ahorrar a la organización 22898.33 CUC para una total de 70000 km planificados para el año 2014 y dejándose de emitir al medio ambiente 63.95 ton/año de CO₂ y 1.03 ton/año de SO_x en relación a su estado actual.
5. Se establecen dos líneas de base energética, una en función del diesel/Km y otra en función del diesel/pasajeros transportados siendo estas: Diesel = 0,108842 + 0,373145*Km y Diesel = 3,3107 + 0,214627*Pasajeros donde la energía no asociada al servicio de transportación es de 0.24% y 7.38% respectivamente.
6. La aplicación del procedimiento contribuye al cumplimiento del 61.53% del total de requisitos que exige la ISO 50001: 2011 para la planificación energética lo que evidencia un aumento del 42% con respecto a la evaluación inicial.

Recomendaciones

Recomendaciones

1. Verificar la efectividad de las acciones de mejora de desempeño energético propuestas una vez implantadas a partir de la toma de datos diarios, mediante un análisis de estabilidad y capacidad a nivel de proceso y de ómnibus.
2. Medir los cambios en el desempeño energético producto de las mejoras propuestas en relación a la línea de base energética.
3. Determinar la línea meta una vez implantadas las acciones de mejora propuestas.

Bibliografía



Referencias Bibliográficas

Referencias Bibliográficas

- Alacide, M. T. (2000). "Efectos ambientales del tráfico urbano: La evaluación de la contaminación atmosférica en Madrid". Departamento de Construcción y Vías Rurales. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes.
- Alea, J., & Biart, R. (2004). "Inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero en fuentes móviles-2000". Centro de Investigación y Desarrollo del Transporte (CETRA).
- Alea, J., & Díaz, R. (2000). "Economía energética en el transporte a partir del control de los gases de combustión". Centro de Investigación y Desarrollo del Transporte (CETRA).
- Alea, J., & Díaz, R. (1997). "Influencia del transporte automotor en la contaminación ambiental de Cuba". Centro de Investigación y Desarrollo del Transporte (CETRA).
- Alonso, Y. (2012). *"Diagnóstico de la Eficiencia Energética en la Empresa Gráfica Cienfuegos"*. Tesis de Grado, Universidad de Cienfuegos.
- Amarales, M. (2005). "Control de las emisiones para el transporte automotor ". Centro de Investigación y Desarrollo del Transporte, La Habana, Cuba.
- API. (2004). "Compendium of greenhouse gas emissions estimation methodologies for the oil and gas industries. Washington DC: American Petroleum Institute".
- ARPEL. (2001). "Enfoque sistémico para el control de las emisiones vehiculares en América Latina y el Caribe." Asociación Regional de Empresas de Petróleo y Gas Natural en Latinoamérica y el Caribe (ARPEL).
- Biart, R. (2005). "Inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero en fuentes móviles-2002". Centro de Investigación y Desarrollo del Transporte (CETRA).
- Borroto, A. E., & Monteagudo, J. P. (2006). *"Gestión y Economía Energética"*. CEEMA. Cienfuegos, Cuba: Ed. Universidad de cienfuegos.
- Cardoso, C. A. (2011). *"Implementación de la Gestión Total Eficiente de la Energía en Transtur S.A. División Cienfuegos"*. Tesis de Grado, Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez".
- Colectivo de autores. (2010). "Curso de energía y cambio climático". Tabloide. ISBN: 978-959-270-177-9.
- Colectivo de autores CEEMA. (2006). "Gestión energética empresarial". Universidad de Cienfuegos.
- CONAMA. (n.d.). "Transporte: movilidad sostenible y eficiencia energética". 9no Congreso

Referencias Bibliográficas

- Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). España. Cumbre del Desarrollo Sostenible.
- CONCAWE. (2009). Air pollutant emission estimation methods for E-PRTR reporting by refineries. Report No. 1/09. Brussels.
- Correa, J. (2011). *"Mejora de la eficiencia energética en la empresa Cereales Cienfuegos"*. Tesis de Maestría, Universidad de Cienfuegos.
- Correa, J., & Alpha, M. (2013). "Diseño y aplicación de un procedimiento para la planificación energética según los requisitos de la NC-ISO 50001:2011 para Empresas Metalmeccánicas de Cuba". Primer Taller Nacional de Ingeniería Industrial. ISBN: 978-959-16-2103-0.
- EPA. (2007). "Automobile emissions: An overview". Environmental Protection Agency Office of Mobile Sources.
- Frey, C., & Kim, K. (2005). "Operational Evaluation of Emissions and Fuel Use of B20 Versus Diesel Fueled Dump Trucks". North Carolina State University. Department of Civil, Construction and Environmental Engineering Campus.
- Fuentes, J. R., Cogollos, J. B., & Pérez, R. (2008). "Eficiencia Energética en el Transporte Automotor". Universidad de Cienfuegos.
- Gutiérrez, H., & De la Vara, R. (2007). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma* (Vol. 1). La Habana: Ed. Félix Varela.
- Hernández, L. (2012). "¿Cuántos coches circulan en el mundo?".
- International Organization for Standardization. (2010). "ISO 50001 Futura Norma de Gestión Energética".
- ISO 14001: 2004. (2004). "Sistemas de gestión ambiental - Requisitos con orientación para su uso".
- ISO 50001: 2011. (2011). "Sistemas de gestión de la energía - Requisitos con orientación para su uso".
- ISO 9001: 2008. (2008). "Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos".
- Jóvaj, M. S., & Máslov, G. S. (1985). *"Motores de automóvil. Teoría, cálculo y estructura de los motores de combustión interna"*. Editorial Pueblo y Educación.
- Litvinov, A., & Farovin, E. (1989). "El automóvil: Teoría de cualidades de explotación". Moscú: Editorial Construcción de Maquinarias.
- Marrero, S. (2005). "Gestión energética en el sector Minero Metalúrgico". Metalúrgico de Moa: Instituto Superior Minero.

Referencias Bibliográficas

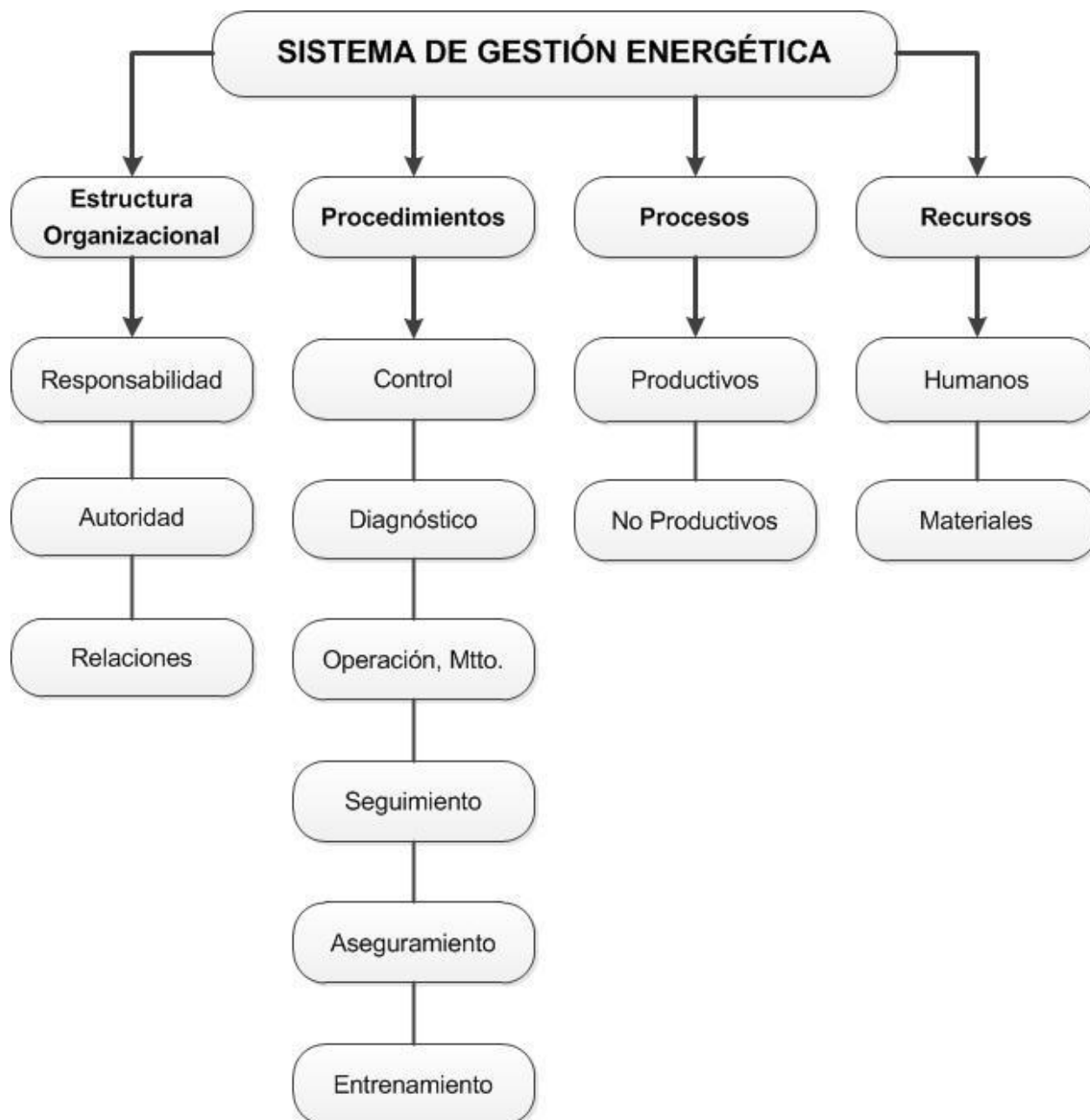
- Martija, J. A. (2012). *"Diagnóstico energético-ambiental en hospitales. Estudio de caso Hospital Guillermo Luis Fernández Hernández-Baquero"*. Tesis de Maestría, Editorial Universitaria Moa.
- Meneses, E., Turtós, L., & Alonso, D. (2011). "Estimación de emisiones de los gases de efecto invernadero en instalaciones energéticas seleccionadas". Proyecto Carbono 2012.
- Mitrovich, S. (2003). "Medio Ambiente, energía y transporte".
- Noland, R. B., Ochieng, W., & Quddus, M. (2004). "The vehicle emissions and performance monitoring system: Analysis of tailpipe emissions and vehicle performance". Taylor and Francis Group. Transportation Planning and Technology., Vol. 27(No. 6).
- Organización Internacional de Normalización. (2011). "Gana el desafío de la energía con ISO 50001".
- Racero, J., Canca, J. D., Galán, R., & Villa, G. (2006). "Estimación de la emisión de contaminantes debida al tráfico urbano mediante modelos de asignación de tráfico". X Congreso de Ingeniería de Organización. Valencia.
- UNE 216301: 2007. (2007). "Energy management system. Requirements". Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).
- UNE 216501: 2009. (2009). "Auditorías energéticas. Requisitos". Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).
- Urbieto, J. (2002). Contaminación atmosférica. Retrieved from www.monografias.com

Anexos

Anexos

Anexo 1: Composición de un Sistema de Gestión Energética.

Fuente: (Colectivo de autores CEEMA, 2006)



Anexo 2: Elementos que componen un SGE.

Fuente: (Alonso, 2012)

Elementos	Descripción
Manual de gestión energética	Establece las definiciones bases del sistema (política, objetivos, metas), los procedimientos, la estructura y las responsabilidades.
Planeación energética	Establece y describe el proceso de planeación energética según las nuevas herramientas de planeación del sistema de gestión.
Control de procesos	Detalla los procedimientos que serán usados para el control de los consumos y los costos energéticos en las áreas y equipos claves de la empresa.
Proyectos de gestión energética	Se establecen los proyectos rentables a corto, mediano y largo plazo que serán ejecutados para el cumplimiento de los objetivos del sistema de gestión.
Compra de energía	Incluye los procedimientos eficientes para la compra de recursos energéticos y evaluación de facturas energéticas.
Monitoreo y control de consumos energéticos	Se establecen los procedimientos para la medición, establecimiento y análisis de indicadores de consumo, de eficiencia y de gestión.
Acciones correctivas/preventivas	Incluye los procedimientos para la identificación y aplicación de acciones para la mejora continua de la eficiencia y del sistema de gestión.
Entrenamiento	Prescribe el entrenamiento continuo al personal clave para la reducción de los consumos y costos energéticos.
Control de documentos	Establece los procedimientos para el control de los documentos del sistema de gestión.
Registro de energía	Establece la base de datos requerida para el funcionamiento del sistema.

Anexo 3: Principales beneficios de la ISO 50001:2011.

Fuente: (International Organization for Standardization, 2010)

Categoría	Principales Beneficios
Energéticos y Ambientales	✓ Optimización del uso de la energía (consumo eficiente de la energía). ✓ Fomento de la eficiencia energética de las organizaciones. ✓ Disminución de emisiones de gases de CO₂ a la atmósfera. ✓ Reducción de los impactos ambientales. ✓ Adecuada utilización de los recursos naturales. ✓ Impulso de energías alternativas y renovables.
De liderazgo e imagen empresarial	✓ Imagen de compromiso con el desarrollo energético sostenible. ✓ Refuerzo de la imagen de empresa comprometida frente al cambio climático. ✓ Cumplimiento de los requisitos legales.
Socio-Económicos	✓ Disminución del impacto sobre el cambio climático. ✓ Ahorro en la factura energética. ✓ Reducción de la dependencia energética exterior. ✓ Reducción de los riesgos derivados de la oscilación de los precio de los recursos energéticos.

Anexo 4: Correspondencia entre las normas Internacionales ISO 50001:2011, ISO 9001:2008, ISO 14001:2004. Fuente: (ISO 50001: 2011).

ISO 50001:2011		ISO 9001:2008		ISO 14001:2004	
Capítulo	Título	Capítul	Título	Capítulo	Título
-	Prólogo	-	Prólogo	-	Prólogo
-	Introducción	-	Introducción	-	Introducción
1	Objeto y campo de aplicación	1	Objeto y campo de aplicación	1	Objeto y campo de aplicación
2	Referencias normativas	2	Referencias normativas	2	Referencias normativas
3	Términos y definiciones	3	Términos y definiciones	3	Términos y definiciones
4	Requisitos del sistema de gestión de la energía	4	Sistema de Gestión de la calidad	4	Requisitos del sistema de gestión ambiental
4.1	Requisitos generales	4.1	Requisitos generales	4.1	Requisitos generales
4.2	Responsabilidad de la dirección	5	Responsabilidad de la dirección	-	-
4.2.1	Alta dirección	5.1	Compromiso de la dirección	4.4.1	Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad
4.2.2	Representante de la dirección	5.5.1 5.5.2	Responsabilidad y autoridad Representante de la dirección	4.4.1	Recursos, funciones, responsabilidad y autoridades
4.3	Política energética	5.3	Política de la calidad	4.2	Política ambiental
4.4	Planificación energética	5.4	Planificación	4.3	Planificación
4.4.1	Generalidades	5.4.1 7.2.1	Objetivos de la calidad Determinación de los requisitos relacionados con el producto	4.3	Planificación

Anexo 4: Continuación. Fuente: (ISO 50001: 2011).

ISO 50001:2011		ISO 9001:2008		ISO 14001:2004	
Capítulo	Título	Capítulo	Título	Capítulo	Título
4.4.2	Requisitos legales y otros requisitos	7.2.1	Determinación de los requisitos relacionados con el producto	4.3.2	Requisitos legales y otros requisitos
		7.3.2	Elementos de entrada para el diseño y desarrollo		
4.4.3	Revisión energética	5.4.1	Objetivos de la calidad	4.3.1	Aspectos ambientales
		7.2.1	Determinación de los requisitos relacionados con el producto		
4.4.4	Línea de base energética	-	-	-	-
4.4.5	Indicadores de desempeño energético	-	-	-	-
4.4.6	Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía	5.4.1	Objetivos de la calidad	4.3.3	Objetivos, metas y programas
		7.1	Planificación de la realización del producto		
4.5	Implementación y operación	7	Realización del producto	4.4	Implementación y operación
4.5.1	Generalidades	7.5.1	Control de la producción y de la prestación del servicio	4.4.6	Control operacional
4.5.2	Competencia, formación y toma de conciencia	6.2.2	Competencia, formación y toma de conciencia	4.4.2	Competencia, formación y toma de conciencia
4.5.3	Comunicación	5.5.3	Comunicación interna	4.4.3	Comunicación
4.5.4	Documentación	4.2	Requisitos de la documentación	-	-
4.5.4.1	Requisitos de la documentación	4.2.1	Generalidades	4.4.4	Documentación
4.5.4.2	Control de los documentos	4.2.3	Control de los documentos	4.4.5	Control de documentos
4.5.5	Control operacional	7.5.1	Control de la producción y de la prestación del servicio	4.4.6	Control operacional

Anexo 4: Continuación. Fuente: (ISO 50001: 2011).

ISO 50001:2011		ISO 9001:2008		ISO 14001:2004	
Capítulo	Título	Capítulo	Título	Capítulo	Título
4.5.6	Diseño	7.3	Diseño y desarrollo	-	-
4.5.7	Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía	7.4	Compras	-	-
4.6	Verificación	8	Medición, análisis y mejora	4.5	Verificación
4.6.1	Seguimiento, medición y análisis	7.2.3	Comunicación con el cliente	4.5.1	Seguimiento y medición
		8.2.4	Seguimiento y medición del producto		
		8.4	Análisis de datos		
4.6.2	Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y de otros requisitos	7.3.4	Revisión del diseño y desarrollo	4.5.2	Evaluación del cumplimiento legal
4.6.3	Auditoría interna del sistema de gestión de la energía	8.2.2	Auditoría interna	4.5.5	Auditoría interna
4.6.4	No conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva	8.3	Control del producto no conforme	4.5.3	No conformidad, acción correctiva y acción preventiva
		8.5.2	Acción correctiva		
		8.5.3	Acción preventiva		
4.6.5	Control de los registros	4.2.4	Control de los registros	4.5.4	Control de los registros
4.7	Revisión por la dirección	5.6	Revisión por la dirección	4.6	Revisión por la dirección
4.7.1	Generalidades	5.6.1	Generalidades	4.6	Revisión por la dirección
4.7.2	Información de entrada para la revisión por la dirección	5.6.2	Información de entrada para la revisión	4.6	Revisión por la dirección
4.7.3	Resultados de la revisión por la dirección	5.6.3	Resultados de la revisión	4.6	Revisión por la dirección

Anexo 5: Errores del conductor durante la conducción del automóvil.

Fuente: (Fuentes et al., 2008)

Factor de sobre consumo	Causas del sobre consumo.	Consumo relativo.
Pérdidas no productivas de combustible, relacionadas con operaciones previas al arranque, durante el estacionamiento fuera del garaje.	Salideros de combustible; pérdidas por condiciones inadecuadas de estacionamiento (evaporación o rebozo por incremento de volumen del combustible) y por inadecuado suministro.	1 - 2
Pérdidas de combustible durante el arranque del motor	Estado técnico y de regulación inadecuado, baja calificación del conductor, humedad o suciedad en el sistema de encendido por estacionamiento a la intemperie	4 - 6
Pérdidas de combustible durante la puesta en marcha y el período de impulso	Deslizamiento de las ruedas, baja calificación del conductor.	7 - 10
Movimiento en marchas inferiores y velocidades no óptimas de movimiento.	Baja calificación del conductor, condiciones de trabajo difícil.	20 - 25
Régimen no óptimo de temperatura.	Imperfecciones constructivas, mal estado técnico del vehículo, baja calificación del conductor.	12 - 15
Inadecuada conexión de marchas, incorrecto período de impulso y deceleración.	Imperfecciones constructivas, mal estado técnico del vehículo, baja calificación del conductor.	35 - 40
Duración prolongada del trabajo del vehículo en ralentí.	Mal estado técnico del vehículo, baja calificación del conductor.	4 - 5

*Nota: La tabla muestra el por ciento que representa cada factor, dentro del 100% de sobre consumo.

Anexo 6: Conversión de los portadores energéticos en toneladas de combustibles convencionales para los años 2011 y 2012. Fuente: Elaboración Propia.

Portadores Energéticos.	UM	Año 2011	Factor de conversión	TCC
Nafta	Lts	1680	1.32749	1265.5463
Diesel	Lts	537619	1.17454	457727.28
Gasolina Regular B-90	Lts	2790	1.35833	2053.9928
Gasolina Especial B-94	Lts	1250	1.33227	938.24825
Aceite Motor	Lts	7070	1.1236	6292.2748
Aceite Transmisión	Lts	993	1.10904	895.36897
Grasa	Kg	211	1000	0.211
Energía Eléctrica	MWh	27.19	0.734349	19.966949
TCC total				469192.89

Portadores Energéticos.	UM	Año 2012	Factor de conversión	TCC
Nafta	Lts	1430	1.32749	1077.2209
Diesel	Lts	559860	1.17454	476663.2
Gasolina Regular B-90	Lts	1530	1.35833	1126.3831
Gasolina Especial B-94	Lts	1590	1.33227	1193.4518
Aceite Motor	Lts	7410	1.1236	6594.8736
Aceite Transmisión	Lts	1090	1.10904	982.832
Grasa	Kg	163	1000	0.163
Energía Eléctrica	MWh	27.17	0.734349	19.952262
TCC total				487658.08

Anexo 7: Sistemas y equipamiento energético por áreas y equipos.

Fuente: Departamento técnico

ESTUDIO DE CARGA Y CAPACIDAD EN LA U.E.B CIENFUEGOS									
No.	Tipo de equipo	Potencia unitaria (Watt)	Cantidad	Potencia total(Watt)	Horas prom. Utilización	Consumo prom. Diario	Consumo mensual (watt)	Consumo Anual (watt)	Días de trab.
ECONOMÍA									
1	Impresora (Lasser HP 6310)	195,6	1	195,6	0,1	19,56	508,56	6102,72	26
2	Impresora (Lasser HP 1020)	385	1	385	0,4	154	4004	48048	26
3	Lámparas de 40W	40	1	40	6	240	6240	74880	26
4	PC con monitor LCD	386	4	1544	6	9264	240864	2890368	26
5	PC sin monitor (Servidor)	350	1	350	7	2450	63700	764400	26
6	UPC	300	2	600	1	600	15600	187200	26
7	Teléfono	33	1	33	0,29	9,57	248,82	2985,84	26
8	Calculadora	14,4	1	14,4	0,1	1,44	14,4	172,8	10
9	Ventilador	400	1	400	2	800	20800	249600	26
10	Aire acondicionado	1124	1	1124	6	6744	175344	2104128	26
						20,28257	527323,78	6327885,36	
DIRECCIÓN									
11	Teléfono	33	1	33	4	132	3432	41184	26
12	Impresora Lasser	588	1	588	0,5	294	7644	91728	26
13	PC con Monitor LCD	386	1	386	5	1930	50180	602160	26
14	Lámpara de 40W	40	2	80	2	160	4160	49920	26
15	Ventilador	40	1	40	5	200	5200	62400	26
						2,716	70616	847392	
TALLER									
16	Luces de 400W	400	6	2400	12	28800	864000	10368000	30
17	Máquina de soldar	11500	2	23000	0,75	17250	172500	2070000	10
18	Taladro	300	1	300	0,5	150	750	9000	5
19	Piedra de esmeril	504	1	504	0,58	292,32	2630,88	31570,56	9
						46,49232	1039880,88	12478570,56	
CAJA									
20	Ventilador	40	1	40	6	240	6240	74880	26
21	Lámpara de 40W	40	1	40	7	280	7280	87360	26
22	Calculadora	14,4	1	14,4	0,1	1,44	2,88	34,56	2
						0,52144	13522,88	162274,56	

COMEDOR									
23	Hornilla	1000	1	1000	0,42	420	10920	131040	26
24	Nevera	200	1	200	8	1600	48000	576000	30
25	Batidora	524	1	524	0,1	52,4	104,8	1257,6	2
26	Refrigerador	1473	1	1473	8	11784	306384	3676608	26
27	Lámpara de 20W	20	1	20	0,16	3,2	83,2	998,4	26
						13,8596	365492	4385904	
DEPARTAMENTO TÉCNICO									
28	Lámparas de 40W	40	2	80	5	400	10400	124800	26
29	PC con monitor	554	1	554	8	4432	115232	1382784	26
30	Ventilador	40	1	40	6	240	6240	74880	26
31	Impresora Lasser	96,25	1	96,25	0,16	15,4	400,4	4804,8	26
32	Impresora Espenson	72	1	72	0,3	21,6	216	2592	10
33	UPC	330	1	330	0,29	95,7	2488,2	29858,4	26
						5,2047	134976,6	1619719,2	
OPERACIONES									
34	Impresora Espeson	72	1	72	0,5	36	360	4320	10
35	PC con monitor	554	2	1108	6	6648	172848	2074176	26
36	UPC	330	2	660	1	660	17160	205920	26
37	Impresora Lasser	588	1	588	0,25	147	1470	17640	10
38	Lámparas de 40W	40	4	160	5	800	20800	249600	26
						8,291	212638	2551656	
RECURSOS HUMANOS									
39	UPC	330	1	330	0,29	95,7	2488,2	29858,4	26
40	PC con monitor	554	1	554	6	3324	86424	1037088	26
41	Impresora Espeson	72	1	72	0,5	36	108	1296	3
42	Impresora Lasser	96,25	1	96,25	0,16	15,4	400,4	4804,8	26
43	Ventilador	99	1	99	8	792	20592	247104	26
44	Lámparas de 40W	40	2	80	6	480	12480	149760	26
						4,7431	122492,6	1469911,2	
PUESTO DE MANDO									
45	Lámpara de 20W	20	1	20	12	240	7200	86400	30
46	Aire acondicionado	1124	1	1124	16	17984	539520	6474240	30
47	Teléfono inalámbrico	33	1	33	0,33	10,89	326,7	3920,4	30
48	Televisor	58	1	58	2	116	3480	41760	30
49	DVD	7	1	7	1	7	210	2520	30
						18.35789	550736.7	6608840.4	
PONCHERA									
50	Lámpara de 40W	40	2	80	0,16	12,8	25,6	307,2	2
51	Piedra de esmeril	504	1	504	0,16	80,64	241,92	2903,04	3
52	Compresor	7500	1	7500	2	15000	150000	1800000	10
53	Plancha para ponche	375	1	375	0,33	123,75	618,75	7425	5
						15,21719	150886,27	1810635,24	
ALMACÉN									
54	Lámpara de 40W	40	10	400	24	9600	288000	3456000	30
55	Freezer	276	1	276	24	6624	198720	2384640	30
56	Pesa	2,25	1	2,25	0,16	0,36	1,08	12,96	3
57	Cargador	14,4	1	14,4	0,5	7,2	7,2	86,4	1
58	Ventilador	40	1	40	7	280	8400	100800	30
59				0		0	0	0	
						16,51156	495128,28	5941539,36	
Total						152,19737	3683693,99	44204327,88	
						KW	MW	MW	
Consumo						152,20	3,68	44,20	

Anexo 8: Lista de chequeo para la Planificación Energética según los requisitos de la ISO 50001:2011. Fuente: Lloyd's Register.

No.	Pregunta	Sí/No	Ref.	Cláusul
1	Su organización ha llevado a cabo y documentado un proceso de planificación energética?			4.4.1
2	La planificación energética ha sido coherente con la política energética y conducirá a actividades que mejoren de forma continua el desempeño energético?			4.4.1
3	Incluyó la planificación energética una revisión de las actividades de la organización que puedan afectar al desempeño energético?			4.4.1
4	Su organización ha identificado, implementado y tiene acceso a los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscribe relacionados con su uso y consumo de la energía y su eficiencia energética?			4.4.2
5	Ha determinado su organización cómo se aplican estos requisitos a su uso y consumo de la energía y a su eficiencia energética, y se ha asegurado que estos requisitos legales y otros requisitos que la organización suscribe se tienen en cuenta al establecer, implementar y mantener el SGen?			4.4.2
6	Revisan los requisitos legales y otros requisitos a intervalos definidos?			4.4.2
7	Su organización ha desarrollado, registrado y mantenido una revisión energética?			4.4.3
8	Ha sido documentada la metodología y el criterio utilizados para desarrollar la revisión energética?			4.4.3
9	Cuándo la revisión energética ha sido desarrollada, su organización: a) analizó el uso y el consumo de la energía basándose en mediciones y otro tipo de datos. Por ejemplo: - identifica las fuentes de energía actuales? - evalúa el uso y consumo pasado y presente de la energía? basándose en el análisis del uso y el consumo de la energía, b) identifica las áreas de uso significativo de la energía. Por ejemplo: - identifica las instalaciones, equipamiento, sistemas, procesos y personal que trabaja para o en nombre de, la organización que afecten significativamente al uso y al consumo de la energía?			4.4.3

	- identifica otras variables pertinentes que afectan a los usos significativos de la energía? - determina el desempeño energético actual de las instalaciones, equipamiento, sistemas y procesos relacionados con el uso significativo de la energía? - estima el uso y consumo futuros de energía? c) identifica, prioriza y registra oportunidades para mejorar el desempeño energético?			
10	Es su revisión energética actualizada a intervalos definidos, así como en respuesta a cambios mayores en las instalaciones, equipamiento sistemas o procesos?			4.4.3
11	Ha establecido su organización una(s) línea(s) de base energética utilizando la información de la revisión energética inicial y considerando un periodo para la recolección de datos adecuado al uso y al consumo de energía?			4.4.4
12	Han medido los cambios en el desempeño energético en relación a la línea de base energética?			4.4.4
13	Realizan ajustes en la(s) línea(s) de base cuando se dan una o más de las siguientes situaciones: - los IDEns ya no reflejan el uso y el consumo de energía de la organización, - se han realizado cambios importantes en los procesos, patrones de operación o sistemas de energía, o - de acuerdo un método predeterminado?			4.4.4
14	Mantienen y registran la(s) línea(s) de base energética?			4.4.4
15	Ha identificado su organización los IDEns apropiados para realizar el seguimiento y la medición de su desempeño Energético?			4.4.5
16	Documenta y revisa la metodología para determinar y actualizar los IDEns?			4.4.5
17	Revisa y compara los IDEns con la línea de base energética de forma apropiada?			4.4.5
18	Establece, implementa y mantiene objetivos energéticos y metas energéticas documentados correspondientes a las funciones, niveles, procesos o instalaciones pertinentes dentro de su organización?			4.4.6
19	Establece plazos para el logro de los objetivos y metas?			4.4.6
20	Son los objetivos y metas coherentes con la política energética?			4.4.6

21	Son las metas coherentes con los objetivos?			4.4.6
22	Cuando una organización establece y revisa sus objetivos y metas, la organización tiene en cuenta los requisitos legales y otros requisitos, los usos significativos de la energía y las oportunidades de mejora del desempeño energético, tal y como se identifican en la revisión energética?			4.4.6
23	Ha considerado sus condiciones financieras, operacionales y comerciales así como las opciones tecnológicas y las opiniones de las partes interesadas?			4.4.6
24	Su organización establece, implementa y mantiene planes de acción para alcanzar sus objetivos y metas?			4.4.6
25	Incluyen los planes de acción: - la designación de responsabilidades; - los medios y los plazos previstos para lograr las metas individuales; - una declaración del método mediante el cual debe verificarse la mejora del desempeño energético; - una declaración del método para verificar los resultados?			4.4.6
26	Documenta y actualiza los planes de acción a intervalos definidos?			4.4.6

Anexo 9: Método para el cálculo del coeficiente de competencia de los expertos.

Fuente: (Cortés & Iglesias, 2005)

Para seleccionar los expertos, de acuerdo al criterio de (Cortés & Iglesias, 2005), se debe:

1. Elaborar una lista de candidatos que cumplan con los requisitos predeterminados de experiencia, años de servicio, conocimientos sobre el tema.
2. Determinar el coeficiente de competencia de cada experto.

Este último paso permite asegurar que los expertos que se consultan verdaderamente pueden aportar criterios significativos respecto al tema objeto de estudio.

El coeficiente de competencia de los expertos, según exponen (Cortés & Iglesias, 2005), se calcula a partir de la aplicación del cuestionario general que se muestra a continuación:

Cuestionario para la determinación del coeficiente de competencia de cada experto.

Fuente: (Cortés & Iglesias, 2005)

Nombre y Apellidos:

- 1- Autoevalúe en una escala de 0 a 10 sus conocimientos sobre el tema que se estudia.
- 2- Marque la influencia de cada una de las fuentes de argumentación siguientes:

Fuentes de Argumentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por usted			
Experiencia obtenida			
Trabajos de autores nacionales que conoce			
Trabajos de autores extranjeros que conoce			
Conocimientos propios sobre el estado del tema			
Su intuición			

Se utiliza la fórmula siguiente: $K \text{ comp.} = \frac{1}{2} (Kc + Ka)$

Donde:

Kc: Coeficiente de Conocimiento: Se obtiene multiplicando la autovaloración del propio experto sobre sus conocimientos del tema en una escala del 0 al 10, por 0,1.

Anexos

Ka: Coeficiente de Argumentación: Es la suma de los valores del grado de influencia de cada una de las fuentes de argumentación con respecto a una tabla patrón, se emplea en esta investigación la siguiente tabla:

Fuentes de Argumentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por usted	0.3	0.2	0.1
Experiencia obtenida	0.5	0.4	0.2
Trabajos de autores nacionales que conoce	0.05	0.04	0.03
Trabajos de autores extranjeros que conoce	0.05	0.04	0.03
Conocimientos propios sobre el estado del tema	0.05	0.04	0.03
Su intuición	0.05	0.04	0.03

Dados los coeficientes Kc y Ka se calcula para cada experto el valor del coeficiente de competencia Kcomp siguiendo los criterios siguientes:

- ✓ La competencia del experto es ALTA si $K_{comp} > 0.8$
- ✓ La competencia del experto es MEDIA si $0.5 < K_{comp} \leq 0.8$
- ✓ La competencia del experto es BAJA si $K_{comp} \leq 0.5$

Anexo 10: Resultados de la aplicación de la lista de chequeo para la Planificación Energética según los requisitos de la ISO 50001:2011. Fuente: Lloyd's Register.

No.	Pregunta	Sí/No	Ref.	Cláusul
1	Su organización ha llevado a cabo y documentado un proceso de planificación energética?	Sí		4.4.1
2	La planificación energética ha sido coherente con la política energética y conducirá a actividades que mejoren de forma continua el desempeño energético?	No		4.4.1
3	Incluyó la planificación energética una revisión de las actividades de la organización que puedan afectar al desempeño energético?	Sí		4.4.1
4	Su organización ha identificado, implementado y tiene acceso a los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscribe relacionados con su uso y consumo de la energía y su eficiencia energética?	Sí		4.4.2
5	Ha determinado su organización cómo se aplican estos requisitos a su uso y consumo de la energía y a su eficiencia energética, y se ha asegurado que estos requisitos legales y otros requisitos que la organización suscribe se tienen en cuenta al establecer, implementar y mantener el SGEN?	Sí		4.4.2
6	Revisan los requisitos legales y otros requisitos a intervalos definidos?	Sí		4.4.2
7	Su organización ha desarrollado, registrado y mantenido una revisión energética?	No		4.4.3
8	Ha sido documentada la metodología y el criterio utilizados para desarrollar la revisión energética?	No		4.4.3
9	Cuándo la revisión energética ha sido desarrollada, su organización: a) analizó el uso y el consumo de la energía basándose en mediciones y otro tipo de datos. Por ejemplo: - identifica las fuentes de energía actuales? - evalúa el uso y consumo pasado y presente de la energía basándose en el análisis del uso y el consumo	No		4.4.3

	de la energía? b) identifica las áreas de uso significativo de la energía. Por ejemplo: - identifica las instalaciones, equipamiento, sistemas, procesos y personal que trabaja para o en nombre de, la organización que afecten significativamente al uso y al consumo de la energía? - identifica otras variables pertinentes que afectan a los usos significativos de la energía? - determina el desempeño energético actual de las instalaciones, equipamiento, sistemas y procesos relacionados con el uso significativo de la energía? - estima el uso y consumo futuros de energía? d) identifica, prioriza y registra oportunidades para mejorar el desempeño energético?			
10	Es su revisión energética actualizada a intervalos definidos, así como en respuesta a cambios mayores en las instalaciones, equipamiento sistemas o procesos?	No		4.4.3
11	Ha establecido su organización una(s) línea(s) de base energética utilizando la información de la revisión energética inicial y considerando un periodo para la recolección de datos adecuado al uso y al consumo de energía?	No		4.4.4
12	Han medido los cambios en el desempeño energético en relación a la línea de base energética?	No		4.4.4
13	Realizan ajustes en la(s) línea(s) de base cuando se dan una o más de las siguientes situaciones: - los IDEns ya no reflejan el uso y el consumo de energía de la organización, - se han realizado cambios importantes en los procesos, patrones de operación o sistemas de energía, o - de acuerdo un método predeterminado?	No		4.4.4
14	Mantienen y registran la(s) línea(s) de base energética?	No		4.4.4

15	Ha identificado su organización los IDEns apropiados para realizar el seguimiento y la medición de su desempeño energético?	No		4.4.5
16	Documenta y revisa la metodología para determinar y actualizar los IDEns?	No		4.4.5
17	Revisa y compara los IDEns con la línea de base energética de forma apropiada?	No		4.4.5
18	Establece, implementa y mantiene objetivos energéticos y metas energéticas documentados correspondientes a las funciones, niveles, procesos o instalaciones pertinentes dentro de su organización?	No		4.4.6
19	Establece plazos para el logro de los objetivos y metas?	No		4.4.6
20	Son los objetivos y metas coherentes con la política energética?	No		4.4.6
21	Son las metas coherentes con los objetivos?	No		4.4.6
22	Cuando una organización establece y revisa sus objetivos y metas, la organización tiene en cuenta los requisitos legales y otros requisitos, los usos significativos de la energía y las oportunidades de mejora del desempeño energético, tal y como se identifican en la revisión energética?	No		4.4.6
23	Ha considerado sus condiciones financieras, operacionales y comerciales así como las opciones tecnológicas y las opiniones de las partes interesadas?	Sí		4.4.6
24	Su organización establece, implementa y mantiene planes de acción para alcanzar sus objetivos y metas?	No		4.4.6
25	Incluyen los planes de acción: - la designación de responsabilidades; - los medios y los plazos previstos para lograr las metas individuales; - una declaración del método mediante el cual debe verificarse la mejora del desempeño energético; - una declaración del método para verificar los resultados?	No		4.4.6
26	Documenta y actualiza los planes de acción a intervalos definidos?	No		4.4.6

Anexo 11: Modelo para actualización de los índices de consumo del parque automotor.

Fuente: Transmetro Cienfuegos.

ACTA NÚMERO.-----

NORMA ACTUALIZADA DE COMBUSTIBLE DE LOS EQUIPOS

DATOS DEL OMNIBUS:

TIPO----- MARCA-----MODELO-----

AÑO DE FABRICACION-----PAIZ DE ORIGEN-----

TIPO DE SERVICIO----- Recorrido-----

NÚMERO DE COMPROBANTE (ANTES) -----

NÚMERO DE COMPROBANTE (DESPUÉS) -----

FECHA

D-----M-----A-----

RESULTADO DE LA PRUEBA

KILOMETRO RECORRIDO -----COMBUSTIBLE CONSUMIDO-----NORMA-----

PARTICIPANTES

NOMBRE Y APELLIDO

CARGO

FIRMA

Anexo 12: Resultados de las pruebas de consumo. Fuente: Elaboración propia.

No.	Marca	Modelo	No. Ómnibus	Chapa	Índice de Consumo Plan
1	Volvo	B-58	0.06	FSE-589	2.70
2	Volvo	B-58	0.07	FSE-588	2.70
3	Volvo	B-58	0.08	FSE-583	2.70
4	Volvo	B-58	0.09	FSE-682	2.70
5	Volvo	B-58	0.10	FSE-683	2.70
6	Volvo	B-58	0.11	FSE-587	2.70
7	Volvo	B-58	0.12	FSE-586	2.70
8	Volvo	B-58	0.13	FSE-590	2.49
9	Volvo	B7-320	0.01	FSE-584	2.70
10	Volvo	B7-320	0.03	FSE-678	2.75
11	Volvo	B7-320	0.04	FSE-680	2.80
12	Volvo	B7-320	0.28	FSE-932	3.00
13	Volvo	B7R-340	0.02	FSE-585	1.60
14	Volvo	B7R-340	0.05	FSE-679	2.50
15	Volvo	B-12	0.16	FSE-765	2.32
16	Volvo	B-12	0.17	FSE-677	2.70
17	Volvo	B-12	0.18	FSE-696	2.30
18	Volvo	B-12	0.22	FSE-766	2.30
19	Volvo	B-12	0.23	FSE-899	2.33
20	Volvo	B-12	0.24	FSE-900	2.32
21	Volvo	AGRALE	0.26	FSE-926	5.47
22	Mercedez	MERC-O300	0.15	FSE-859	3.30
23	Mercedez	MERC0-400	0.20	FSE-885	3.30
24	Mercedez	MERCJ.B 360	0.25	FSE-928	2.70
25	Yutong	ZK6831	0.19	FSE-930	4.00
26	Yutong	ZK6831	0.21	FSE-931	4.00

Anexo 13: Evaluación económica para la remotorización del ómnibus FSE-585.

Fuente: Elaboración propia

Datos iniciales							
Ingresos (I), CUC		22898,34	22898,34	22898,34	22898,34	22898,34	22898,34
Gastos (G), CUC		0	0	241,5	241,5	241,5	241,5
Costo inversión (Ko), CUC	20228,03						
Tasa de descuento (r) , %		8	8	8	8	8	8
Tasa de inflación (f), %		3	3	3	3	3	3
Margen de riesgo, %		2	2	2	2	2	2
Tasa de impuestos (t), %		25	25	25	25	25	25
Vida útil (período de evaluación), años		6	6	6	6	6	6

Resultados							
Año		1	2	3	4	5	6
Depreciación (Dep), CUC		3371,33833	3371,33833	3371,33833	3371,33833	3371,33833	3371,33833
Flujo de caja (Fc), CUC		18016,5885	18016,5885	17835,4635	17835,4635	17835,4635	17835,4635
Tasa de descuento real (R)		0,0485	0,0485	0,0485	0,0485	0,0485	0,0485
Tasa de descuento real con margen (D)		0,06854	0,06854	0,06854	0,06854	0,06854	0,06854
Factor de descuento		0,93585317	0,87582116	0,81964001	0,7670627	0,71785806	0,67180974
Flujo de caja descontado (Fd), CUC		16860,8814	15779,3094	14618,6594	13680,9188	12803,3312	11982,0381
Flujo descontado acumulado (Fda), CUC	-20228,03	-3367,15	12412,16	27030,82	40711,74	53515,07	65497,11
Valor presente neto (VPN), CUC							65497,1083
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	68%						