

*Universidad de Matanzas
Sede "Camilo Cienfuegos"
Facultad de Ciencias Técnicas*



**APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA
ACORDE A LA NORMA ISO 50001 EN LA UBS EQUIVAR**

Trabajo de Diploma en Ingeniería Mecánica

Autor: Norberto Morales Rodríguez

Tutor: Dr. C. Osvaldo Fidel García Morales

Matanzas, 2020

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Por medio de la presente declare que soy el único autor de este trabajo de diploma y, en calidad de tal, autorizo a la Universidad de Matanzas «Camilo Cienfuegos» a darle el uso que estime más conveniente.

RESUMEN

En este momento para el país es una tarea fundamental el ahorro de combustible por lo que se hace necesario llevar un adecuado control. Por esta cuestión se lleva a cabo el siguiente estudio, que tiene como objetivo crear herramientas para la implementación de la NC-ISO 50001 en la UBS EQUIVAR. Se realizó un estudio energético para detectar los usos significativos de la energía, deficiencias y logros en el sistema de gestión de la energía. También se tiene en cuenta si el indicador de desempeño energético utilizado es eficaz para el monitoreo del consumo energético y se hace la propuesta de un nuevo indicador que complemente el existente. Con las herramientas creadas fue determinada la línea de base, la línea de meta y un potencial de ahorro de combustible.

Palabras claves: indicador, desempeño, gestión, energética.

ABSTRACT

At this time, saving fuel is a fundamental task for the country, so it is necessary to have adequate control. For this reason, the following study is carried out, which aims to create tools for the implementation of NC-ISO 50001 at UBS EQUIVAR. An energy study was carried out to detect the significant uses of energy, deficiencies and achievements in the energy management system. It also takes into account whether the energy performance indicator used is effective for monitoring energy consumption and a proposal is made for a new indicator that complements the existing one. With the tools created, the baseline, the finish line and a potential for fuel savings were determined.

Keywords: indicator, performance, energy, management.

Índice

Introducción.....	1
Capítulo 1: Estado del Arte	3
1.1 Eficiencia energética y Medio Ambiente. Desarrollo energético sostenible....	3
1.2 Gestión Energética. Sistema de Gestión Energética.....	4
1.3 Indicadores energéticos.....	6
1.4 Norma cubana NC-ISO 50001:2019.	8
1.5 El consumo energético en el parque vehicular.....	9
Capítulo 2: Materiales y Métodos	11
2.1 Descripción del área de estudios	11
2.2 Estudio energético de la instalación.....	12
2.3 Herramientas que permiten el monitoreo del consumo energético	12
2.3.1 Gráfico de Consumo y Producción en el Tiempo (E-P vs T).....	12
2.3.2 Gráfico de Consumo - Producción (E vs P).....	13
2.3.3 Diagrama Índice de Consumo - Producción (IC vs P).	14
2.3.4 Gráfico de Tendencia o Suma Acumulada.....	14
2.3.5 Indicador de Eficiencia Base 100 (IDB 100).....	15
2.3.6 Línea base energética	16
2.3.7 Línea meta y potencial de ahorro.....	19
2.4 Impacto económico y ambiental del posible ahorro de combustible	20
2.4.1 Impacto económico	20
2.4.2 Impacto ambiental.....	20
Capítulo 3 Análisis de los Resultados	21
3.1 Estudio energético de la instalación.....	21
3.2 Herramientas que permiten el monitoreo del consumo energético	23
3.3.1 Gráfico de Consumo y Producción en el Tiempo (E-P vs T).....	23
3.3.2 Gráfico de Consumo - Producción (E vs P).....	24
3.3.3 Diagrama Índice de Consumo - Producción (IC vs P).	25
3.3.4 Gráfico de Tendencia o Suma Acumulada.....	26
3.3.5 Indicador de Eficiencia Base 100 (IDB 100).....	26
3.3.6 Línea base energética	27
3.3.7 Línea meta, energía no asociada y potencial de ahorro	31
3.4 Impacto económico y ambiental.....	31
3.4.1 Impacto económico	31
3.4.2 Impacto ambiental.....	32
Conclusiones.....	33
Recomendaciones.....	34

Bibliografía.....	35
--------------------------	-----------

INTRODUCCIÓN

En el país desde el pasado año se han presentado problemas con el combustible, debido a las medidas tomadas por la administración del gobierno de E.U.A. y es una de las principales tareas el ahorro de la energía.

El sector del turismo es uno de los pilares fundamentales en la economía de nuestro país, y Varadero uno de los principales polos del mismo. El incremento del sector en esta zona es un punto vigente en el programa de desarrollo del MINTUR.

La Empresa de Construcción y Montaje de Obras del Turismo también conocida como Constructora Hicacos, con más de 5000 trabajadores, brinda servicios de construcción civil y montaje de nuevas obras, edificaciones e instalaciones, demolición, restauración, reconstrucción y rehabilitación de edificaciones, reparación y mantenimiento constructivo. (Vasallo, 2019)

La UBS EQUIVAR es la unidad que presta el servicio de transportación y arrendamiento de equipos de la construcción de la empresa. Consta con un parque automotor amplio y variado. Teniendo un consumo considerable de combustible.

En el año 2019 la UBS sufrió un recorte de la asignación de combustibles por parte de los órganos superiores, esto trajo consigo una optimización en todos los esquemas de producción de esta, y a su vez la necesidad de una mejor gestión energética; en el mismo año también se realizó un reajuste de tarifas de los servicios prestados, favoreciendo a los niveles de producción.

Problema:

Necesidad de disminuir el consumo de los principales Portadores Energéticos y estabilizar a valores que reflejen el trabajo lo más eficiente posible de la UBS EQUIVAR y encontrar potenciales de ahorro de USEn.

Hipótesis: Si se aplican las herramientas a la gestión de la energía acorde a la NC ISO 50001:2019 se puede detectar con mayor facilidad los sobreconsumos de la UBS incrementándose la eficiencia energética y permitiendo identificar nuevas oportunidades de ahorro de energía para lograr el máximo aprovechamiento de la misma.

Objetivo General

Aplicar herramientas para mejorar el sistema de gestión de la energía acorde a NC ISO 50001:2019 de la UBS EQUIVAR.

Objetivos Específicos

- Realizar un resumen del diagnóstico energético preliminar
- Determinar la línea base energética
- Analizar los indicadores de desempeño de la línea base
- Determinar los USEn

CAPÍTULO 1: ESTADO DEL ARTE

En el presente capítulo se hará referencia al análisis de las bibliografías existentes tras una amplia búsqueda y selección de la misma para el cumplimiento de las diversas temáticas a desarrollar, dicho análisis aportará el desarrollo teórico para lograr dar cumplimiento al objetivo trazado para la elaboración de la siguiente investigación.

1.1 Eficiencia energética y Medio Ambiente. Desarrollo energético sostenible

La eficiencia energética se logra, cuando se reduce el consumo de energía en la elaboración de las mismas unidades productivas o cuando el consumo de energía es reducido sin afectar los niveles de confort que el sistema produce. (Chanto, 2015)

El incremento de la eficiencia energética se orienta a:

- Reducir las cuentas de energía
- Disminuir la contaminación
- Elevar la productividad
- Apoyar la gestión de mantenimiento
- Complementar los procesos de certificación ISO
- Incrementar la competitividad
- Elevar las utilidades.

Evidentemente, en la actualidad se están produciendo cambios en el entorno, por lo que el hombre como único responsable, debe plantearse como tarea fundamental lograr la reversibilidad de los cambios producidos por la tecnología energética, o al menos la atenuación a su mínima expresión de los impactos ambientales que ellas ocasionan. Lograr un desarrollo energético sostenible es sin duda el camino correcto, pero esto depende del uso de fuentes de energía renovable, la eficiencia energética y de la dirección estratégica de cada institución (Cabello Eras, et al., 2016).

Desarrollo Sostenible en materia de energía significa (Borroto Nordelo, 2013):

1. Para una fuente renovable: utilizarla a una razón no mayor que su razón de regeneración.

2. Para una fuente no renovable: utilizarla a una razón no mayor que a la cual un recurso renovable, usado de forma sostenible, puede ser capaz de sustituirla.

3. Para un contaminante: que su emisión se produzca a una razón no mayor que la que permite que él mismo sea absorbido o reciclado sin perjuicio para el medio ambiente.

Las bases de la política energética para lograr un Desarrollo Sostenible son (Campos, 2012):

1. Elevación de la eficiencia energética, fomentando una cultura de uso racional de la energía, eliminando esquemas de consumo irracionales, implementando sistemas de gestión energética efectivos, utilizando equipos de alta eficiencia, reduciendo la intensidad energética en los procesos industriales, aprovechando las fuentes secundarias de bajo potencial, utilizando sistemas de cogeneración y trigeneración, y empleando, en general, la energía de acuerdo a su calidad.

2. Sustitución de fuentes de energía, por otras de menor impacto ambiental, en particular por fuentes renovables, tales como energía solar, energía eólica, energía geotérmica, hidroenergía, biomasa, energía de los océanos, etc.

3. Empleo de tecnologías para atenuar los impactos ambientales, o tecnologías limpias, como son los sistemas depuradores de gases de combustión o las tecnologías de gasificación del carbón en ciclos combinados con turbinas de gas.

1.2 Gestión Energética. Sistema de Gestión Energética.

La experiencia internacional ha demostrado que la implementación de un sistema de gestión energética puede reducir el costo de facturación de energía de una empresa entre el 10 y el 25 %, en un lapso de 1-3 años, con períodos de recuperación de la inversión típicos inferiores a 2 años.

Los sistemas de gestión para conducir los programas de calidad y medio ambiente de las empresas, establecidos por las normas ISO 9000 y 14000, han demostrado su efectividad y tienen una amplia y creciente difusión a nivel internacional. Varios países han elaborado e implementado normas nacionales de sistemas de gestión energética y actualmente se trabaja en la implementación de la “Norma ISO 50001. Sistemas de Gestión de la Energía - Requisitos con Orientación para su Uso” en diversas empresas e instituciones.

La gestión energética tiene como objetivo principal lograr un uso más eficiente de la energía sin reducir los niveles de producción, sin mermar la calidad del producto o servicio, ni afectar la seguridad o los estándares ambientales.

La gestión energética como subsistema de la gestión empresarial, abarca las actividades de administración y aseguramiento de la función gerencial y le confieren a la entidad la aptitud para satisfacer eficientemente sus necesidades energéticas (Quintana, 2013).

Un sistema de gestión constituye una estructura documentada que define la política, los objetivos, las responsabilidades de la organización, y establece procedimientos, procesos de planificación, control, aseguramiento y mejoramiento (Borroto Nordelo & Monteagudo Yanes, 2006).

Un sistema de gestión de la energía (SGEn) consta de elementos interrelacionados mutuamente que interactúan para establecer una política, objetivos energéticos y procedimientos necesarios para alcanzar dichos objetivos.

El SGEn se puede combinar con el sistema de gestión ambiental en el conjunto de un sistema de gestión, es un procedimiento organizado de previsión y control del consumo de energía, que tiene como fin obtener el mayor rendimiento energético posible sin disminuir el nivel de prestaciones obtenidas. Dada la naturaleza del SGEn, es fácil deducir que se basa en el ciclo de mejora continua que conocemos como Círculo de Deming: Planificar-Ejecutar-Verificar-Actuar (fig. 1.1)

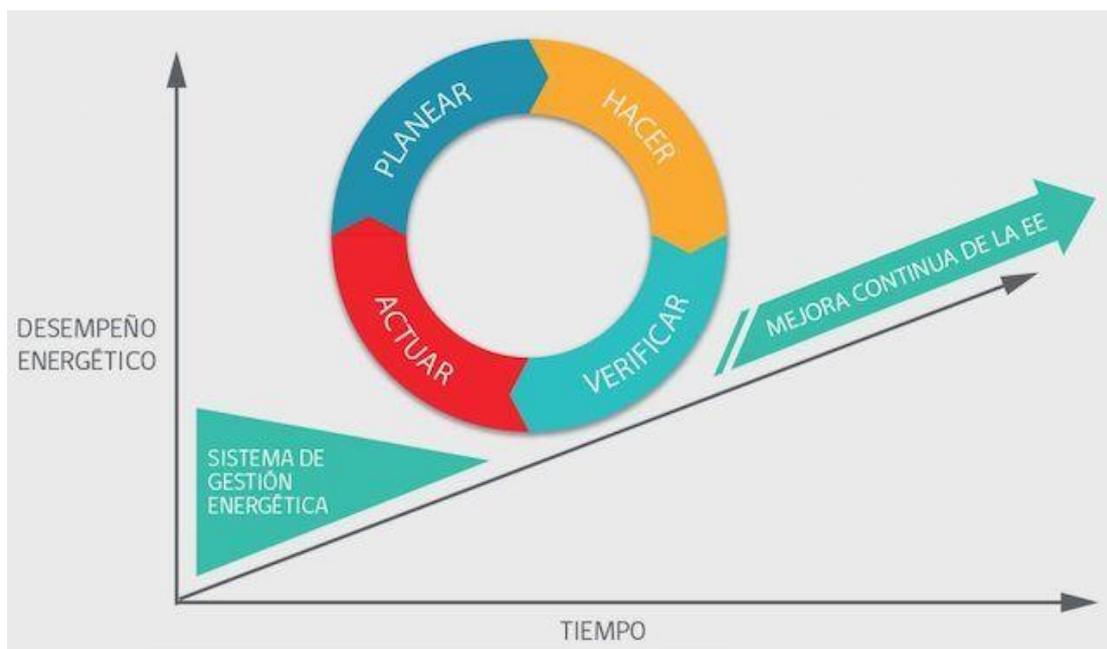


Fig.1.1 Circulo de Deming

Otra cuestión es que un SGE proporciona un medio para gestionar la energía de forma activa, y para disponer de documentación ordenada y registros fiables en relación a los ahorros conseguidos y sobre los proyectos en los que se va embarcando para conseguir los objetivos.

Finalmente, un SGE va a dar lugar a que para prestar los servicios o para obtener los productos, la organización va a requerir menos energía, lo cual redundará en una disminución del coste de generación de dichos productos o servicios. Si nos fijamos a nivel medioambiental, y además de la antes mencionada integración con el Sistema de Gestión de la Calidad, también es compatible con (Estevez, 2019):

- Sistema de Gestión Ambiental
- Sistema de Verificación del Comercio de Derechos de Emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI)
- Sistema de Reducciones Voluntarias de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

1.3 Indicadores energéticos.

Un indicador de gestión energética es la expresión cuantitativa del comportamiento y el desempeño de un proceso, cuya magnitud, al ser comparada con algún nivel de referencia, puede señalar una desviación sobre la cual se toman acciones correctivas o preventivas según el caso. Según (Quintana, 2013) dentro de las principales características de los indicadores de gestión energética se encuentran, la simplicidad, la adecuación, la validez en el tiempo, la participación de los usuarios, la utilidad y la oportunidad.

Un indicador de desempeño energético (IDEn) es un valor cuantitativo, medible que refleja la eficiencia, el uso y el consumo de la energía del elemento donde se define, permite evaluar su cambio respecto a la línea de base y puede medirse y seguirse en el tiempo. Los IDEn son aquellos que se establecen con el fin de realizar un seguimiento, monitoreo y control del desempeño energético de determinado proceso, área o equipo.

La determinación de indicadores de consumo de portadores energéticos es un paso indispensable para llevar a cabo la implementación de un SGEN. Sin estos, es imposible cuantificar la relación entre el consumo de energía y la producción, los servicios y otros fines de las empresas que pretendan mejorar su eficiencia energética.

Las empresas deben identificar los indicadores del SGEN apropiados para monitorear y medir su gestión energética. La metodología para determinar y actualizar los indicadores del SGEN debe ser registrada, revisada regularmente y comparada con el punto de referencia energético sobre bases regulares. Dentro de los indicadores del SGEN que pueden ser controlados se encuentran (Borroto Nordelo & Monteagudo Yanes, 2006):

Índices de consumo:

- Energía consumida / Producción realizada
- Energía consumida / Servicios prestados
- Energía consumida / Área construida

Índices de Eficiencia:

- Energía teórica / Energía real
- Energía producida / Energía consumida

Índices Económico-Energéticos:

- Gastos Energéticos /Gastos Totales
- Gastos energéticos/Ingresos (ventas)
- Energía total consumida/Valor de la producción total realizada

Lista de indicadores de desempeño energético habituales (Carretero Peña & Garcia Sanchez, 2012):

Industria y energía: Consumo de cada tipo de energía (eléctrica, térmica, renovable, etc..) por tonelada o longitud de producto final, subproductos o intermedios. Consumo de energía por cada fase del proceso, instalación o equipo. Consumo de cada tipo de energía

en extracción de mineral, refino de petróleo o extracción de gas por TEP, por barril producido o por energía eléctrica generada.

Sector terciario residencial: Consumo de energía (eléctrica, térmica, renovable, etc..) por metro cuadrado, por vivienda, por habitante, por instalación térmica o eléctrica del edificio (calefacción, aire acondicionado, iluminación, ACS, etc.), por equipo, por humedad relativa, temperatura media, máxima o mínima.

Sector comercial y de servicios: Consumo de energía (eléctrica, térmica, renovable, etc..) por instalación térmica o eléctrica del edificio, número de empleados, superficie o visitante.

Sector transporte: Consumo de energía (gasolina, gasóleo, gas natural, electricidad) por modo de transporte, número de pasajeros, tonelada transportada, distancia recorrida y/o tipo de vehículo (automóviles ligeros, de carga, motocicleta, autobús).

1.4 Norma cubana NC-ISO 50001:2019.

El propósito de esta norma internacional es facilitar a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía. La implementación de la misma, está destinada a conducir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros impactos ambientales relacionados, así como de los costes de la energía a través de una gestión energética sistemática. Esta norma es aplicable a organizaciones de todo tipo y tamaño, independientemente de sus condiciones geográficas, culturales o sociales. Su implementación exitosa depende del compromiso de todos los niveles y funciones de la organización, especialmente de la alta dirección (Anon., 2011).

Cuba adoptó en el año 2012 la norma nacional idéntica con la referencia NC-ISO 50001: 2011. Además, para la gestión energética se diseñó la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGEE), y el procedimiento para la mejora de los procesos que intervienen en el consumo de combustibles. Ambos respetan el ciclo de mejora continua (“Planificar – Hacer – Verificar – Actuar”), con técnicas y herramientas coincidentes entre ambas metodologías. Sin embargo, la TGEE ha sido más aplicada en el país, pero adolece de la planificación energética en concordancia con la NC-ISO 50001: 2011 que se sustenta en el ciclo “Planificar – Hacer – Verificar – Actuar” (Correa, et al., 2013).

Desde la adopción por nuestro país en el 2012 hasta hoy ha sido actualizada, siendo la NC-ISO 50001: 2019 la que está en vigor, a partir de la ISO 50001:2018. La implementación de la misma en una organización interesada en elevar la eficiencia energética tiene muchos beneficios. Una de estas ventajas es proporcionar a las entidades la forma de integrar la eficiencia energética a las prácticas actuales de gestión, e incluir una metodología lógica y coherente para la identificación y aplicación de mejoras de la eficiencia energética. Además, esta NC-ISO ofrece orientación para definir la línea base e informar las mejoras en los indicadores de desempeño energético y su impacto sobre las reducciones de las emisiones de CO₂. Por último, reduce los costos de la producción energética y demuestra a terceros el cumplimiento de un compromiso social organizacional con el medio ambiente.

El país líder en certificados ISO 50001 sigue siendo Alemania, con 5 931 certificaciones. Por encima de España en el Top 10 de países con mayor número de certificaciones se encuentran vecinos europeos como Reino Unido (1.464 certificados), Francia (500 certificados) e Italia (470). El único país no europeo con mayor número de empresas certificadas es India, con 405 certificados en 2018.

En América Latina, encabezan la lista Brasil y Chile, con 33 y 24 certificados respectivamente, aunque es previsible que esta cifra tienda a aumentar rápidamente en Chile gracias al esfuerzo llevado a cabo por la administración pública chilena en la materia.

1.5 El consumo energético en el parque vehicular.

El transporte es un alto consumidor de derivados del petróleo muy por encima incluso del sector industrial. Pero el transporte automotor representa el principal consumidor de energía dentro del sector del transporte esto nos da la idea de la importancia de esta temática, el consumo del parque vehicular se incrementa como consecuencia de (Fuentes Vega, et al., 2007):

1. La inadecuada selección del parque, o sea no existir una adecuada correspondencia entre las características constructivas del vehículo con las condiciones de explotación a que será sometido,

2. 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 posibilite devolverles en una cuantía adecuada los parámetros iniciales.
3. Deficiencias en los procedimientos de gestión del parque vehicular.
4. El inadecuado estado técnico y de regulación del parque.
5. Mal estado técnico de las vías.

De esto se infiere que el combustible es el más importante material de explotación. Posee alta demanda en el parque vehicular y gran incidencia en su costo de explotación es por ello que se hace necesario utilizarlo con un máximo de efectividad.

CAPÍTULO 2: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Descripción del área de estudios

La UBS EQUIVAR perteneciente a la Empresa de Construcción y Montaje de Obras del Turismo, conocida como Constructora Hicacos; está ubicada en Kilometro 3^{1/2} Siguapa, Autopista Varadero-Cárdenas, Municipio Cárdenas. Tiene como objeto social:

1. Prestar servicios de arrendamiento de equipos de construcción y complementarios y de mini mecanización; de reparación y mantenimiento a maquinaria de la construcción y vehículos automotores, sus partes, piezas y accesorios.
2. Brindar servicios de alquiler de moldes metálicos, equipos de transporte automotor, equipos mecanizados, medios y accesorios de izaje.
3. Brindar servicios de transportación de carga general y especializada, así como de transportación a trabajadores.
4. Prestar servicios de operación de equipos y servicios de taller.
5. Brindar servicios de reparación y mantenimiento a equipos de transporte automotor, construcción, complementarios y sus agregados, así como de diagnósticos.
6. Brindar servicios de alquiler de equipos de transporte de carga.
7. Brindar servicios de remolque a equipos de transporte automotor.
8. Brindar servicios de reparación y recuperación de equipos de la mini mecanización y de enrollado de motores.
9. Brindar servicios de chapistería, tapicería y pintura a equipos automotores y de la construcción.

La UBS atendiendo a los servicios que presta está organizada en diferentes bases pertenecientes a ella:

- Dirección de la UBS

- Alquiler de equipos
- Transporte de carga
- Transporte de personal
- Servicios técnicos

2.2 Estudio energético de la instalación

Para la revisión energética de la UBS se realizará un análisis de los portadores energéticos por base, se realizará levantamiento de cargas para ver los principales consumos de energía eléctrica en caso que sea esta un portador energético considerable.

Este censo servirá para la elaboración del diagrama de Pareto que permite determina el 20% de los equipos y áreas que consumen aproximadamente el 80% de los distintos tipos de energía utilizadas en los procesos y para realizar el diagrama energético productivo de la empresa (Prías Caicedo & Campos Avella, 2013).

Para realizar el diagrama de Pareto se deberá determinar el porcentaje que representa cada área analizada del consumo total de la energía consumida. Luego se realizará una suma acumulativa de dichos porcentos para ubicarlos en un gráfico donde se pueda observar las principales áreas que consumen el 80% de la energía.

2.3 Herramientas que permiten el monitoreo del consumo energético

2.3.1 Gráfico de Consumo y Producción en el Tiempo (E-P vs T).

El gráfico de consumo y producción en el tiempo 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 puede establecerse a nivel de empresa, área o equipos (Borroto Nordelo & Monteagudo Yanes, 2006).

El objetivo de la utilización de este gráfico es para determinar comportamientos anómalos en la variación del consumo energético con respecto a la producción. También se busca poder determinar las causas o factores que produzcan cambios significativos entre la producción y el consumo.

2.3.2 Gráfico de Consumo - Producción (E vs P).

Este gráfico de E vs. P puede realizarse por tipo de portador energético, y por áreas, considerando en cada caso la producción asociada al portador en cuestión. Por ejemplo: una fábrica de helados graficará el consumo de combustible o electricidad versus las toneladas de helados producidas, mientras en el caso específico de la UBS el consumo de los diferentes portadores energéticos se refleja a través de factores de conversión en Tns (toneladas equivalentes de petróleo)

Este diagrama determina si el indicador es válido, debido a que muestra el nivel de correlación existente entre los componentes de un indicador de acuerdo con lo establecido en la (Tabla. 2.1). Permite establecer nuevos indicadores. Determina cuantitativamente el nivel de energía no asociada a la producción y por consiguiente la energía en función de la producción mediante la expresión (1).

$$E=mP+E_0 \quad (1)$$

Donde: E (consumo de energía en el período seleccionado), P (producción asociada en el período seleccionado), m (pendiente de la recta), E₀ (intercepto o energía no asociada a la producción), P (energía utilizada en el proceso productivo).

Tabla.2.1. Criterio de confiabilidad para determinar el nivel de correlación. Fuente: (Prías Caicedo & Campos Avella, 2013), pág. 60, tabla 6

Un criterio de confiabilidad de los datos de la muestra es el siguiente:

Valor R2	Relación E y P
0 – 0,04	Despreciable
0,04 – 0,16	Débil
0,16 – 0,49	Moderada
0,49 – 0,8	Fuerte
0,8 - 1	Muy Fuerte.

2.3.3 Diagrama Índice de Consumo - Producción (IC vs P).

El gráfico de IC vs P, se realizó después de haber obtenido el gráfico de E vs. P y la ecuación número 1 con un nivel de correlación significativo ($R^2 > 0,75$). La metodología usada en la confección del diagrama fue la de (Borroto Nordelo & Monteagudo Yanes, 2006). El índice de consumo está definido por la siguiente expresión:

$$IC = \frac{E}{P} \quad (2)$$

Transformando la ecuación número 2 en función del índice de consumo se obtiene la expresión.

$$IC = m + \frac{E_0}{P} \quad (3)$$

Para construir este gráfico primeramente se debe hallar el coeficiente de índice de consumo (IC) que se calcula mediante la ecuación (3). Luego en un gráfico de dispersión se traza la curva utilizando los pares de datos (E/P, P).

2.3.4 Gráfico de Tendencia o Suma Acumulada.

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 periodo base hasta el momento de su actualización (Borroto Nordelo & Monteagudo Yanes, 2006).

Para realizar la suma acumulada se debe seleccionar un período base, tener la ecuación (1) para este período con un coeficiente de correlación significativo, recopilar los datos de E y P para el intervalo de tiempo a analizar y ubicarlos como en la (Tabla 2.2)

Tabla.2.2. Tabla de valores de tendencia. Fuente (Borroto Nordelo & Monteagudo Yanes, 2006), pág. 69

Tabla de valores de tendencia

Período (día, mes, año)	E_a	P_a	$E_T = m \times P_a + E_o$	$E_a - E_T$	Suma acumulativa [[$E_a - E_T$] _i + ($E_a - E_T$) _{i-1}]

Donde:

E_a – energía consumida en el período actual

P_a – producción realizada asociada a E_a , en el período actual.

E_T – energía consumida en el período base si la producción hubiera sido igual a la del período actual, P_a .

m , E_o – pendiente y energía no asociada directamente al nivel de producción de la ecuación de ajuste de la línea recta obtenida para el período seleccionado como base.

$(E_a - E_T)$ – diferencia entre la energía consumidos en el período actual y la que se hubiera consumido en el período base para igual producción.

Suma acumulativa - se acumula la suma de las diferencias. Es una suma algebraica (si un valor es negativo y otro positivo se resta). El primer período no tiene suma acumulativa; este coincide con el valor de la diferencia $E_a - E_T$.

2.3.5 Indicador de Eficiencia Base 100 (IDB 100).

El indicador base 100 es una herramienta de gestión del área energética, el cual permite comparar el comportamiento de los resultados de consumo energético medidos en un proceso durante un periodo operativo, respecto a los valores de consumo energético base o de tendencia del mismo, tomando como referencia de cumplimiento un valor adimensional de 100, matemáticamente se define como (Del Pilar Castrillon, et al., 2013):

$$IDB_{100} = \frac{E_T \cdot 100}{E_r} \quad (4)$$

Donde: E_T (energía teórica consumida), E_r (energía real consumida), IDB_{100} (indicador de base 100, expresado en %).

Para realizar este gráfico primeramente se calcula IDB_{100} y en un gráfico de líneas se ubican los datos obtenidos para cada mes. Luego se traza una línea que represente el 100 % del indicador de eficiencia base 100 para el mismo período que se halló IDB_{100} . Ya representadas las dos líneas en el gráfico se podrá comparar como se desempeña dicho indicador en la instalación.

2.3.6 Línea base energética

Línea base energética es una referencia cuantitativa que proporciona la base de comparación del desempeño energético. Esta refleja un periodo determinado. Puede normalizarse utilizando variables que afecten al uso y/o al consumo de la energía, por ejemplo, nivel de producción, grados-día (temperatura exterior), etc. Se utiliza para calcular los ahorros energéticos, como una referencia antes y después de implementar las acciones de mejora de desempeño energético. (Anon., 2011)

La línea base es un modelo de referencia para establecer indicadores de desempeño. Significa que el modelo debe permitirme comparar el consumo de energía de un estado base con un estado diferente posterior o anterior al base para poder identificar desviaciones y sus causas y corregirlas, para llegar de nuevo al mejor estado, que sería el base.

La denominación línea de base no quiere decir que el comportamiento es lineal, sin embargo, es posible que el modelo estadístico lineal de regresión simple pueda representar el proceso de consumo de energía con un buen grado de aproximación, que además puede ser determinado en cada caso.

Este modelo de descripción matemático tiene relación con el comportamiento real del consumo de energía de cualquier proceso, donde hay un consumo que no depende de las variables independientes (arranque, paradas, tiempos perdidos, ventilación, iluminación

etc. y otro que si depende: depende de la cantidad de producción, demanda de calor, demanda de frío etc.).

Para la elaboración del modelo es necesario cumplir los siguientes pasos:

1. Definición del periodo base (anual; semestral; semanal).
2. Periodo que cubre la influencia de las variables significativas sobre el consumo de energía.
3. Definición de la muestra de datos mínima.
4. Para la estimación de datos de la muestra inicial se utilizó la expresión (5)

$$n_0 = \frac{z^2 * cv^2}{e^2} \quad (5)$$

Donde:

n_0 - estimación inicial

z-valor de distribución normal estándar

e-nivel de precisión

cv-coeficiente de varianza

Para una estimación inicial se puede utilizar $cv=0.5$ hasta que se tenga la muestra real.

Después de obtener la n_0 se hace el ajuste de dicha estimación a través de la expresión (6)

$$n = \frac{n_0 * N}{n_0 + N} \quad (6)$$

1. Definir las variables que van a línea base.

Las variables que van a línea base deben cumplir las siguientes condiciones:

- Son variables significativas. (determinadas en la revisión energética).

- Son variables que no dependen de la operación y del mantenimiento.
- Son variables sobre las cuales no podemos actuar, por tanto, son referenciales para el cálculo del cambio del consumo de energía.

2. Toma de datos.

Criterios de selección de datos

- Los datos para elaborar el modelo de línea base son una muestra de datos de una población representativa del comportamiento del proceso a modelar.
- La población debe corresponder a un Periodo de al menos un año, si hay que considerar influencias de mercado, ambientales, ciclos de mantenimiento u otras.
- El número de datos de la población total depende de la frecuencia de la medición de los datos.

3. Verificación de CV. (coeficiente de varianza)

Para determinar el número mínimo de datos de la muestra se asumió un coeficiente de varianza de 0,5. Para que ese número mínimo se mantenga se debe verificar que los datos reales tomados tienen el valor de CV asumido o menor que ese. En caso que no sea así se debe ampliar la muestra de datos hasta llegar al CV asumido o recalcular el número mínimo de datos con el cv real calculado de la muestra tomada.

4. Verificación de R^2 y filtrado de datos (coeficiente de determinación).

Para el filtrado de datos se debe tener la expresión de la curva de consumo modelo (7), límite superior (8) y límite inferior (9)

$$E_{mod} = m * P + E_0 \quad (7)$$

$$L_{sup} = E_{mod} + Z * S_{xy} \quad (8)$$

$$L_{inf} = E_{mod} - Z * S_{xy} \quad (9)$$

Donde:

Z- es el valor que determina el ancho de la franja para el filtrado de los datos, generalmente se recomienda que se tome como valor inicial 4 y variarlo si es necesario para un filtrado más preciso.

5. Establecer el modelo lineal de línea base.

Una vez realizado el filtrado de datos ya se ha eliminado la posibilidad de datos falsos. Se establece el modelo lineal de línea base con los datos filtrados. Para establecer el modelo se usa el método P-valor.

6. Determinar atributos del modelo (confiabilidad, precisión absoluta y relativa)

Los atributos estadísticos del modelo son:

- La significación del modelo, es decir si el modelo pasa la hipótesis de que las variaciones de Y son provocadas por las variaciones de X.
- El valor de R^2 o coeficiente de determinación que me indica la fortaleza de la relación entre “Y” y “X” y además la dirección de la relación, o sea, si cuando crece uno también crece el otro o viceversa. El ajustado elimina la influencia del número de variables en el modelo.
- El nivel de confianza: % de la población que puede ser representada por el modelo con el grado de precisión obtenido.
- La precisión absoluta del modelo: que es el intervalo de confianza en que se encuentra el valor real con respecto al estimado calculado por el modelo, para una confiabilidad dada. Es lo que debo sumar o restar al valor estimado por el modelo para lograr que el valor de la muestra se encuentre en ese intervalo.
- Precisión relativa: es la precisión absoluta expresada en % del valor medio de consumo.

2.3.7 Línea meta y potencial de ahorro

Para determinar el potencial de ahorro en un gráfico de dispersión se traza la línea base de energía con el consumo de energía mensual vs el indicador de producción.

Posteriormente se utilizan los puntos que queden ubicados por debajo de la línea base para trazar la línea meta, que representa el consumo que se quiere lograr en el lugar donde se realiza el estudio. Luego restando los interceptos (E_0) de las dos líneas se obtiene el potencial de ahorro. Esta metodología es la propuesta por (Campos, 2012).

También este gráfico permite determinar el porcentaje de energía no asociado directamente a la producción (E_{na}) mediante la siguiente expresión:

$$E_{na} = (E_0/E_m).100, \% \quad (10)$$

Donde:

E_m – es el valor del consumo medio de energía determinado como el valor de la línea central del gráfico de control de consumo del portador energético correspondiente.

El valor del porcentaje de energía no asociada directamente al nivel de producción debe ser tan pequeño como sea posible. Este valor varía con el tipo de producción y de proceso tecnológico utilizado para una producción dada. Constituye un parámetro a monitorear y controlar.

2.4 Impacto económico y ambiental del posible ahorro de combustible

2.4.1 Impacto económico

Para determinar el posible ahorro económico para la UBS lo que se realizó fue calcular la cantidad de litros de Diesel a partir los factores de convección facilitados por el Departamento de Energía de la UBS, y calcular el coste del mismo. Se asumió solamente el Diesel por este representar el 93% del consumo energético.

2.4.2 Impacto ambiental

Según la Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos (EPA) las emisiones de dióxido de carbono por galón consumido de Diesel se determinan al multiplicar el contenido de calor del combustible por galón por kg de CO_2 por contenido de calor del combustible.

CAPÍTULO 3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se mostrarán los resultados obtenidos a partir de las herramientas utilizadas para monitorizar el consumo energético en la UBS EQUIVAR.

Es necesario aclarar que el presente estudio es atípico. Debido a la COVID-19 la situación de recolecta de datos, encuesta y mediciones en la empresa se vio afectada, por lo que se trabajó con los datos de los años 2018 y 2019.

Como fue explicado en el capítulo anterior los estudios y revisiones energéticas se pueden realizar tomando un periodo base que tenga una correlación CONSUMO-PRODUCCION considerable y comparar con periodos tanto actuales como anteriores al base, esto se realiza para prever el comportamiento o distinguir errores cometidos anteriormente.

Dada la situación antes expuesta se decidió tomar como periodo base el año 2019 y realizar todos los estudios del año 2018 teniendo este como referencia.

La UBS en el año 2018 se encargaba del traslado del personal de la empresa hacia otras provincias. Debido a la reducción del combustible asignado esto pasó a realizarse con los ómnibus de TRANSGAVIOTA teniendo a la UBS como arrendatario, esto provocó una reducción de consumo de combustible y un incremento de la producción a causa de los bajos costos de arrendamiento comparado con los costos de consumo de combustible.

3.1 Estudio energético de la instalación.

Para el estudio energético de la UBS se procedió a realizar el análisis del consumo de energía equivalente a toneladas de petróleo (Tns) por las diferentes bases (fig. 3.1)

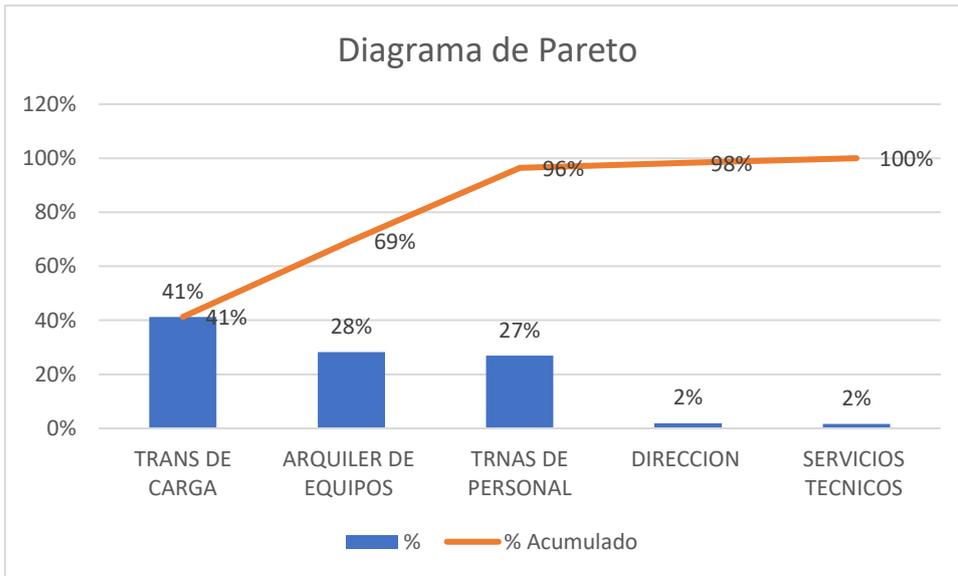


Fig.3.1 Diagrama de Pareto de la UBS. Fuente: elaboración propia

Como se puede apreciar en la (fig. 3.1) las diferentes bases se presenta un consumo de energía considerable, a excepción de la Dirección y Servicios Técnicos que representan solo un 4% entre ambas. Por lo tanto, se realizó un estudio similar, pero usando los portadores energéticos (fig. 3.2).

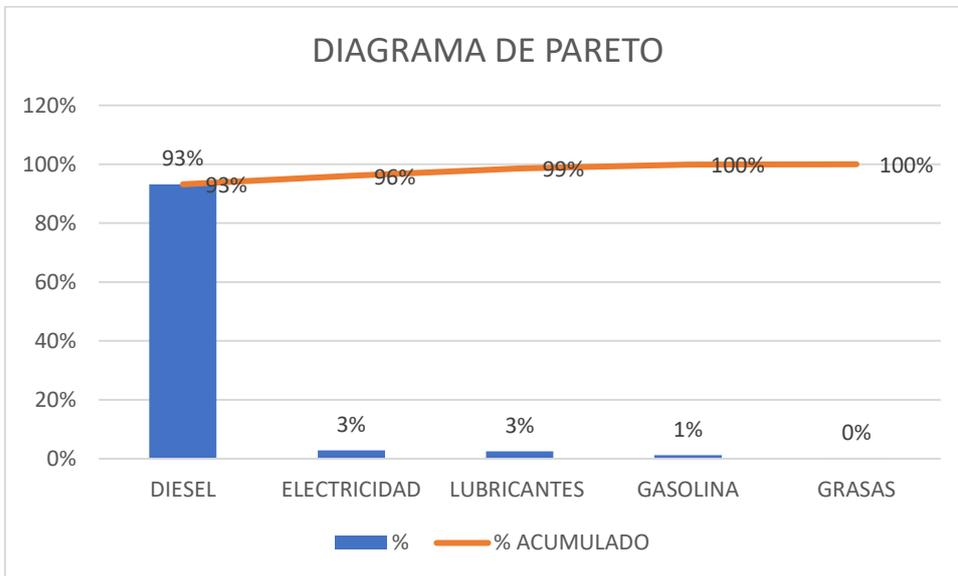


Fig.3.2 Diagrama de los portadores energéticos de la UBS. Fuente: elaboración propia.

Como es visible en el diagrama anterior el Diesel representa el principal portador energético de la empresa, representando un 93% del consumo energético de esta, lo que

conlleva que sea un portador de grandes impactos, desde el punto de vista económico como ambiental.

Durante la inspección se pudo constatar que la empresa cuenta con un parque automotor con alrededor de 390 equipos, cerca del 55% presentan un estado técnico regular y un 4,6% malo. Esto conlleva que el consumo de combustible se incremente dado el estado técnico de estos.

3.2 Herramientas que permiten el monitoreo del consumo energético

3.3.1 Gráfico de Consumo y Producción en el Tiempo (E-P vs T).

En la (fig. 3.3 y fig. 3.4) se muestra los diagramas E-P vs T en los años 2018 y 2019 respectivamente. Como se puede apreciar en los gráficos se muestra un funcionamiento normal en el año 2019 con una correspondencia E-P considerable y el año 2018 presenta un comportamiento anómalo.

Esto en parte se debe a una restructuración de los sistemas de tarifas de los servicios prestados en el año 2019, favoreciendo al incremento de los niveles de producción con respecto al consumo. Debido a esto es que se decide tomar el año 2019 como periodo base como fue expuesto anteriormente.

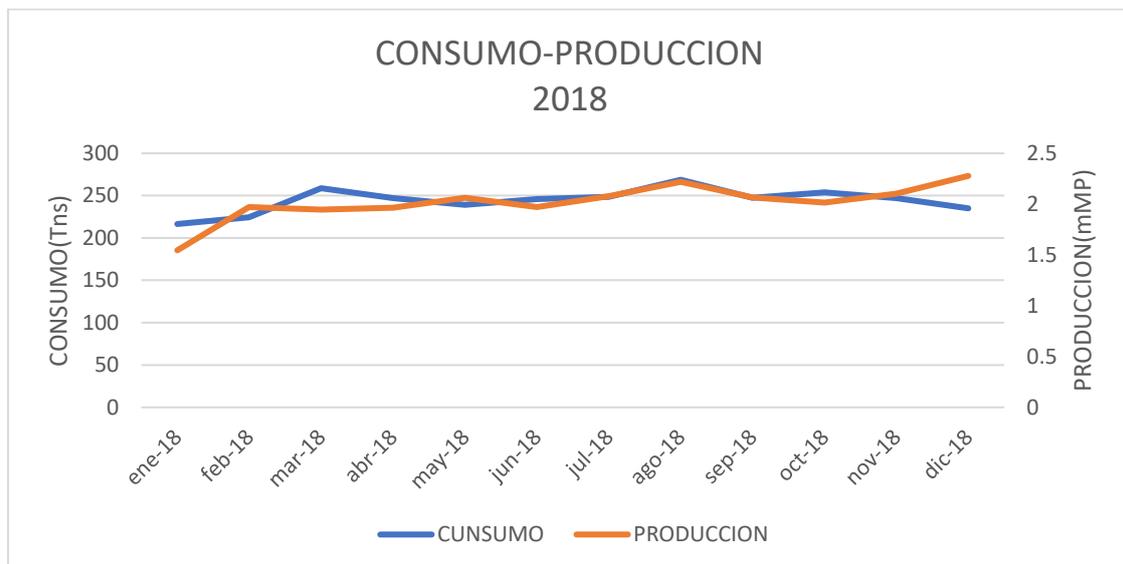


Fig. 3.3 Gráfico CONSUMO-PRODUCCION en el Tiempo del 2018. Fuente:

Elaboración propia.

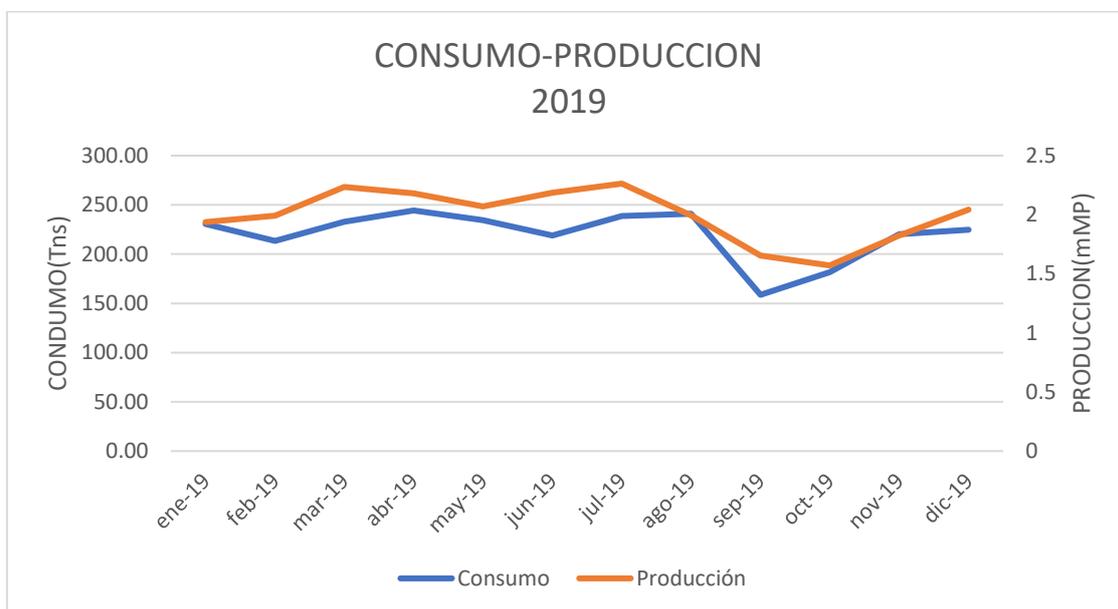


Fig. 3.4 Grafico CONSUMO-PRODUCCION en el Tiempo del 2019. Fuente:
Elaboración propia.

Consumo: toneladas equivalentes de petroleo (Tns)

Producción: miles de millones de pesos (mMP)

3.3.2 Gráfico de Consumo - Producción (E vs P).

En la (fig. 3.5) se puede apreciar que el diagrama E-P basado en el periodo 2018-2019 presenta una correlación moderada atendiendo a los criterios de la (tabla 1.1), por lo que se invalida el estudio del periodo tomado y se determina realizar el estudio con periodos más cortos y utilizar el método de filtrado de datos de la línea base.

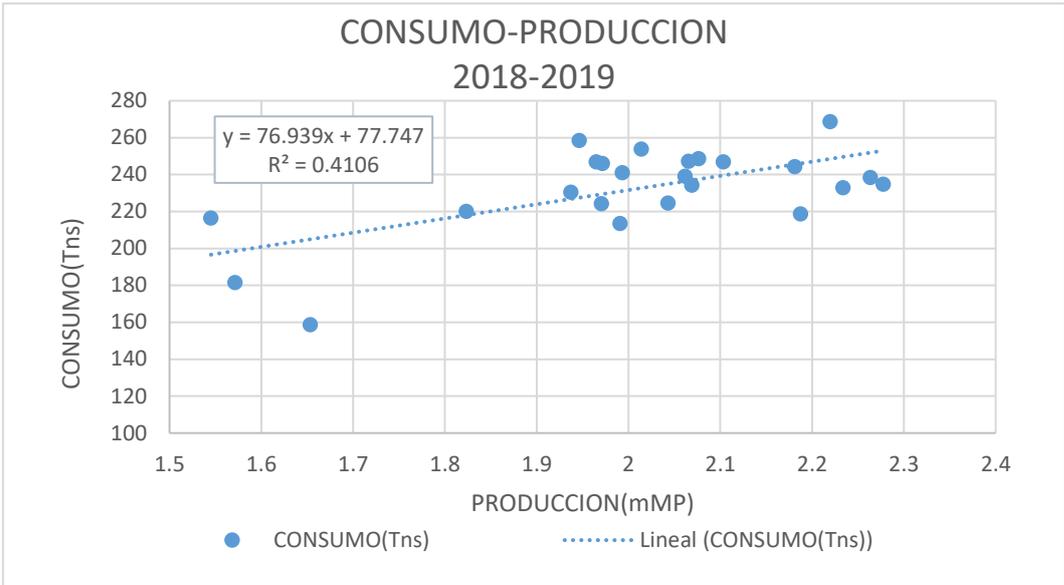


Fig. 3.5 Grafico CONSUMO-PRODUCCION 2018-2019. Fuente: elaboración propia.

3.3.3 Diagrama Índice de Consumo - Producción (IC vs P).

Para la realización del gráfico de la (fig. 3.6) se utilizó el año 2019 como base de la ecuacion de consumo teorico y 2018 para ver cómo se comportaba respecto a esta. El IC teorico se encuentra entre 95.97-120.96 (Tns/mMP) y en 2018 entre 103.13-140.12(Tns/mMP). De forma general se puede apreciar según la (fig. 3.6) que solo un mes del año 2018 se consumo menos de lo planificado teniendo en cuenta los niveles de producción.

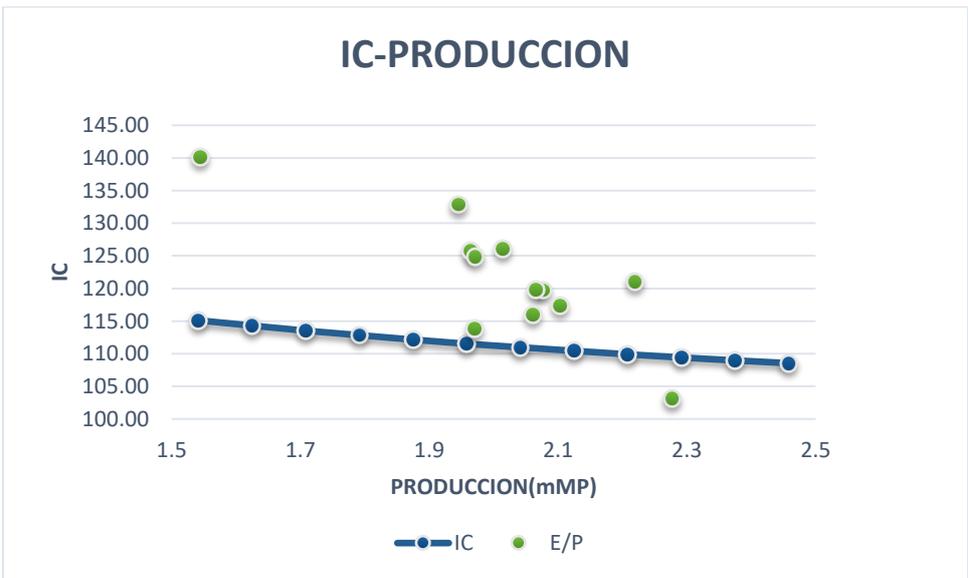


Fig. 3.6 Grafico IC-PRODUCCION. Fuente: elaboración propia

3.3.4 Gráfico de Tendencia o Suma Acumulada.

De igual manera se realizó el gráfico de suma acumulativa tomando como año base para el cálculo de la energía teórica el 2019, en el mismo se presenta la suma de las desviaciones ocurridas en 2018 con respecto a la energía teórica prevista. Como se puede observar en la (fig. 3.7) hay un incremento considerable y progresivo a lo largo de todo el año sin disminuir en ningún mes alcanzando un valor de 292.78 (Tns) al final de el año.

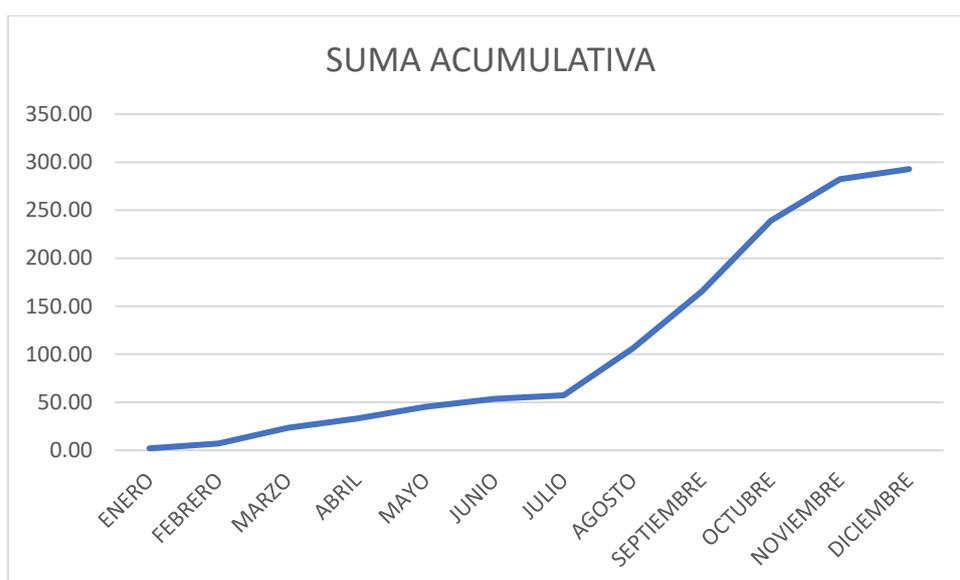


Fig. 3.7 Gráfico de tendencia o Suma acumulativa. Fuente: elaboración propia

3.3.5 Indicador de Eficiencia Base 100 (IDB 100).

Se puede apreciar en la (fig. 3.8) que con el 2019 como base, siendo este un año de una buena gestión energética y con altos niveles de eficiencia; el año 2018 está muy por debajo de los niveles ideales de consumo, llegando a un descenso progresivo a partir de julio hasta octubre.

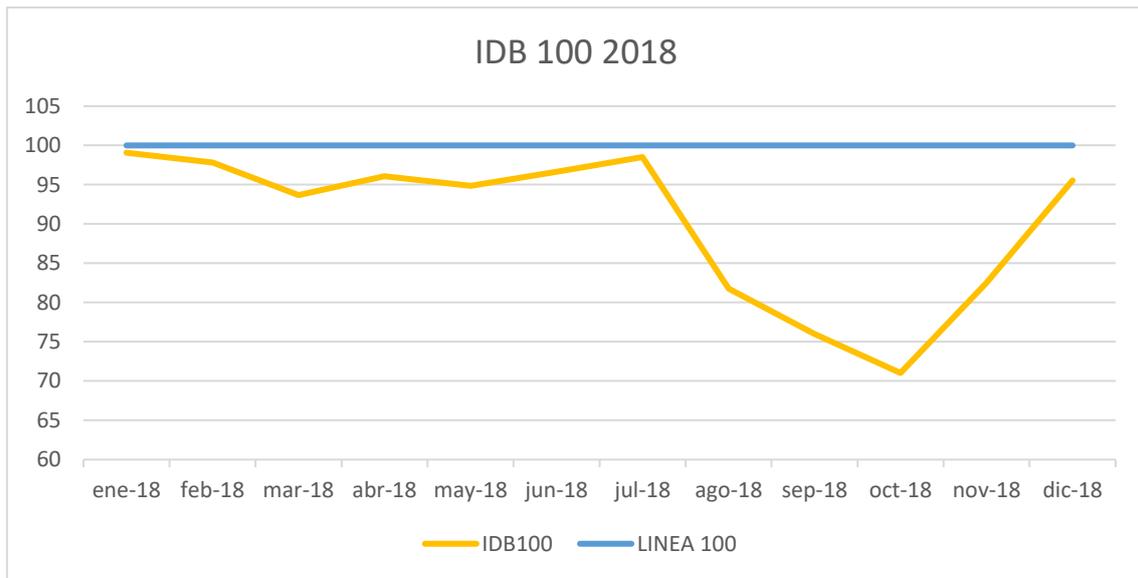


Fig. 3.8 Grafico de IDB 100 2018 con respecto al 2019. Fuente: Elaboración propia.

3.3.6 Línea base energética

Para la obtención de la línea base energética se utilizó el modelo estadístico de regresión lineal apoyándose en Microsoft Excel adquiriendo los siguientes resultados (Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Datos 2018-2019, límites para el filtrado de línea base. Fuente: Elaboración propia.

PERIODO	CONSUMO(Tns)	PRODUCCION (mMP)	E^*P	E_{modelo}	L_{sup}	L_{inf}
ene-18	216.51	1.5452	334.55	196.63	215.27	178.00
feb-18	224.41	1.9705	442.20	229.35	247.99	210.72
mar-18	258.59	1.9463	503.29	227.49	246.13	208.86
abr-18	247.01	1.9649	485.35	228.92	247.56	210.29
may-18	239.14	2.0616	493.01	236.36	255.00	217.73
jun-18	246.11	1.9717	485.26	229.45	248.08	210.81
jul-18	248.65	2.0764	516.30	237.50	256.14	218.86
ago-18	268.74	2.2196	596.50	248.52	267.16	229.88
sep-18	247.37	2.0655	510.94	236.66	255.30	218.03
oct-18	253.82	2.014	511.19	232.70	251.34	214.06
nov-18	246.94	2.1034	519.41	239.58	258.22	220.94
dic-18	234.88	2.2776	534.96	252.98	271.62	234.34

ene-19	230.57	1.9373	446.68	226.80	245.44	208.16
feb-19	213.52	1.9907	425.05	230.91	249.55	212.27
mar-19	232.92	2.2338	520.30	249.61	268.25	230.97
abr-19	244.31	2.1811	532.86	245.56	264.19	226.92
may-19	234.44	2.0689	485.03	236.92	255.56	218.29
jun-19	218.78	2.1875	478.58	246.05	264.69	227.41
jul-19	238.59	2.2634	540.02	251.89	270.53	233.25
ago-19	241.11	1.9933	480.60	231.11	249.75	212.47
sep-19	158.69	1.6535	262.39	204.96	223.60	186.33
oct-19	181.54	1.5712	285.24	198.63	217.27	180.00
nov-19	220.23	1.8232	401.52	218.02	236.66	199.38
dic-19	224.69	2.043	459.04	234.93	253.57	216.30

A partir de la (tabla 3.1) se realizó el siguiente gráfico (fig. 3.9) para el filtrado de los datos:

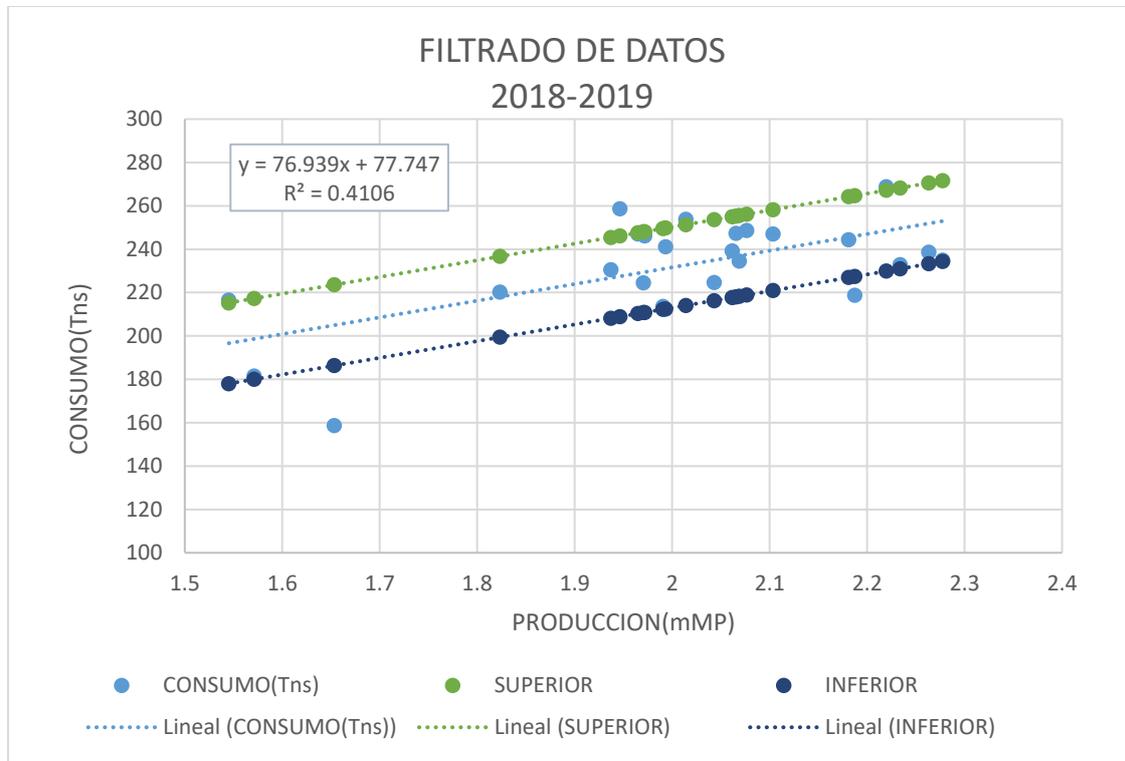


Fig. 3.9 Grafico de filtrado de datos 2018-2019. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la (fig. 3.9) el coeficiente de determinación R^2 es de 0.4106 que clasifica como moderado según el criterio de (tabla 1.1), por lo que se decidió tomar solo la muestra del año 2019 para la obtención de la línea base.

A continuación, se muestra la (tabla 3.2) que representa los datos del 2019, (fig. 3.10) el gráfico de filtrado de datos y (fig. 3.11) gráfico de línea base.

Para el filtrado de los datos se tomó $Z=1.2$ para poder obtener tamaño de la muestra necesaria para la fiabilidad del modelo. Dejando fuera los meses agosto y septiembre por estar fuera de los límites de filtrado.

Tabla 3.2 Datos 2019, límites para el filtrado de línea base. Fuente: Elaboración propia

<i>PERIODO</i>	<i>CONSUMO(Tns)</i>	<i>PRODUCCION(mMP)</i>	<i>E*P</i>	<i>Emodelo</i>	<i>Lsup</i>	<i>Linf</i>
ene-19	230.57	1.9373	446.68	214.50	233.40	195.61
feb-19	213.52	1.9907	425.05	219.49	238.39	200.60
mar-19	232.92	2.2338	520.30	242.21	261.10	223.32
abr-19	244.31	2.1811	532.86	237.29	256.18	218.39
may-19	234.44	2.0689	485.03	226.80	245.69	207.91
jun-19	218.78	2.1875	478.58	237.88	256.78	218.99
jul-19	238.59	2.2634	540.02	244.98	263.87	226.08
ago-19	241.11	1.9933	480.60	219.74	238.63	200.84
sep-19	158.69	1.6535	262.39	187.98	206.88	169.09
oct-19	181.54	1.5712	285.24	180.29	199.19	161.40
nov-19	220.23	1.8232	401.52	203.84	222.73	184.95
dic-19	224.69	2.043	459.04	224.38	243.27	205.49

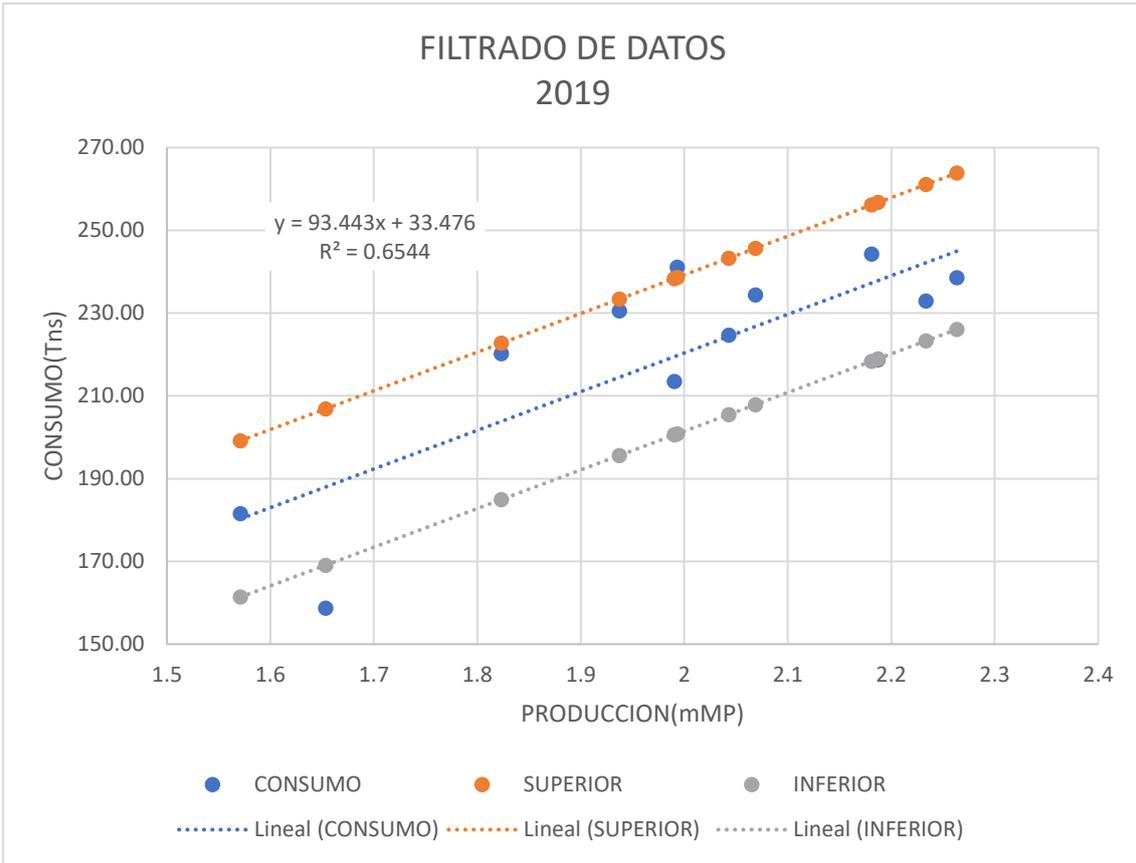


Fig. 3.10 Grafico de filtrado de datos 2019. Fuente: Elaboración propia

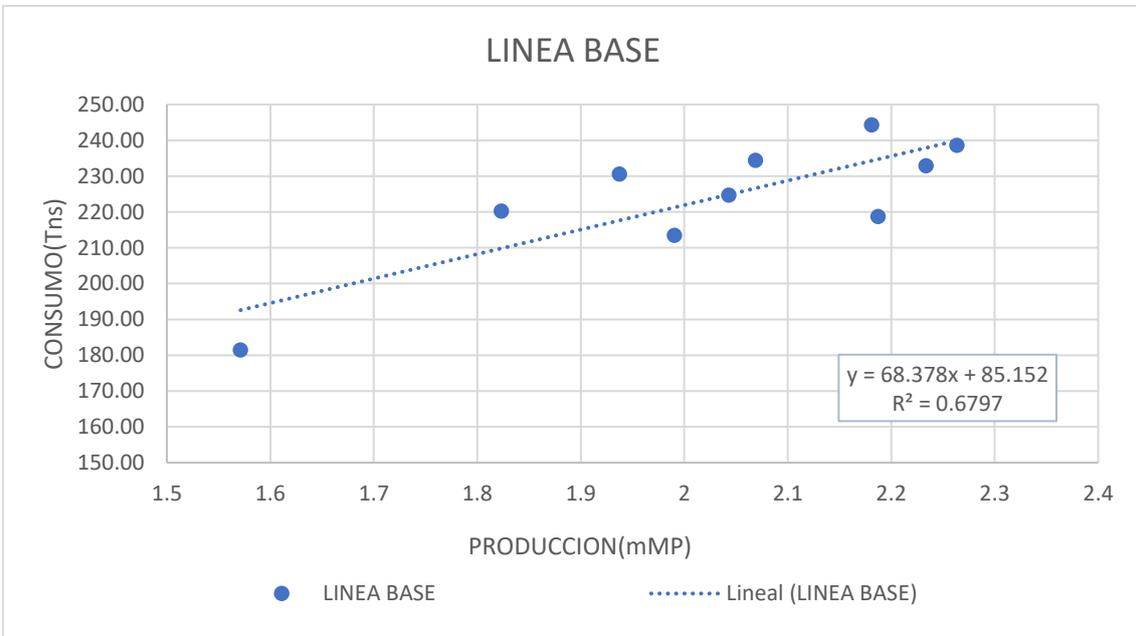


Fig. 3.11 Grafico de Línea Base Energética. Fuente: Elaboración propia

3.3.7 Línea meta, energía no asociada y potencial de ahorro

Para trazar la línea meta se tomaron los meses febrero, marzo, junio, julio, octubre y diciembre, que presentan un consumo menor que los otros meses del año, como se puede apreciar en (fig. 3.12). Mediante la ecuación (1), restando el coeficiente E_0 de la línea base menos el de la línea meta, se determinó que el potencial de ahorro de la energía es de 21.026 Tns al mes. La energía no asociada según la expresión (10) es de 38.02% que es un valor alto dado que se desea tener una mayor eficiencia.

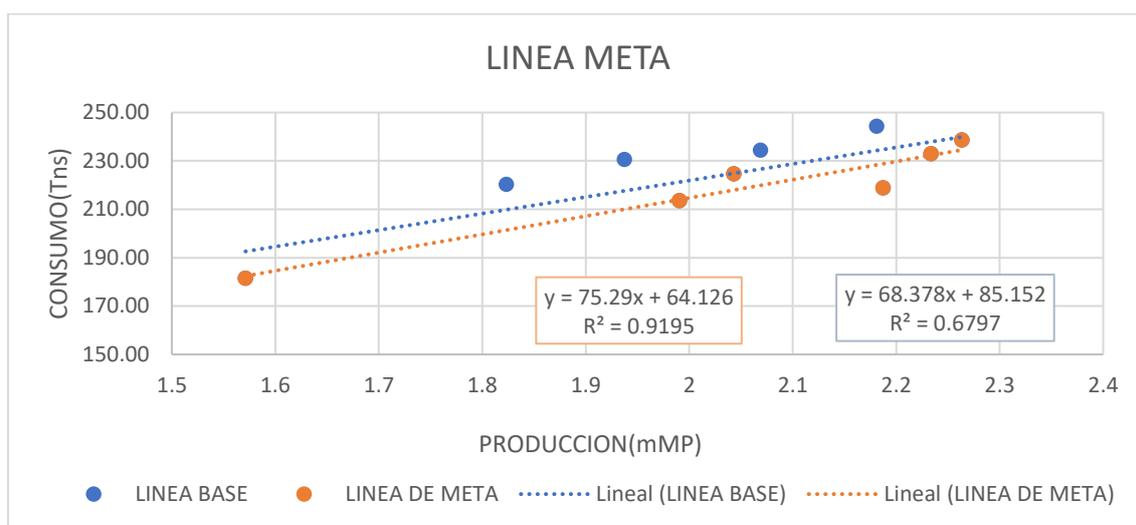


Fig. 3.12 Grafico de Línea Meta. Fuente: Elaboración propia

3.4 Impacto económico y ambiental

Teniendo en cuenta que la UBS mantiene los indicadores de desempeño en función de conversiones por el amplio número de portadores energéticos y lo que estos representan, los valores calculados en el presente epígrafe son estimaciones aproximados a los valores reales.

3.4.1 Impacto económico

Teniendo en cuenta el potencial de ahorro ya calculado y las (tabla 3.3) y (tabla 3.4) de factores de conversión utilizadas por la UBS, se llegó a calcular que el posible ahorro es 26261.6 L de Diesel al mes; lo que según el precio promedio del mercado internacional que es de 0.87 USD/L, representa un ahorro de 22 847.09 USD al país.

*Tabla 3.3. Factor de conversión a Tns. Fuente: Departamento de energía UBS
EQUIVAR*

<i>FACTOR DE CONVERSIÓN A Tns</i>		
<i>PRODUCTOS</i>	<i>UM</i>	
DIESEL	Tns/t	1.0634
GASOLINAS	Tns/t	1.1789
ENERGÍA ELÉCTRICA	Tns/MWh	0.35018
GLP	Tns/t	1.2284
FUEL OIL	Tns/t	1.00
LUBRICANTES	Tns/t	1.00

*Tabla 3.4. Factor de conversión de volumen a unidades de masa. Fuente:
Departamento de energía UBS EQUIVAR*

<i>FACTORES DE CONVERSIÓN DE VOLUMEN A UNIDADES DE MASA</i>			
<i>PRODUCTO</i>	<i>UM</i>	<i>FACTOR A 15 ° C</i>	<i>FACTOR A 27 ° C</i>
<i>COMBUSTIBLE AUTOMOTOR</i>			
GASOLINA B 83	L/t		1 377.60
GASOLINA B 90	L/t		1 358.32
GASOLINA B 94	L/t		1 332.27
DIESEL REGULAR Y ESPECIAL	L/t		1 174.54

3.4.2 Impacto ambiental

Según la Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos (EPA) el coeficiente de emisión de CO₂ por galón de Diesel es de $10.18 \cdot 10^{-3}$ ton de CO₂/galón de Diesel. Teniendo en cuenta que el potencial de ahorro es de 21.026 Tns, que equivalen a 6 937.58 galones tenemos que se dejarían de emitir 70.62 toneladas métricas de CO₂ al mes.

CONCLUSIONES

1. Los principales problemas detectados durante la revisión energética corresponden al estado técnico de los vehículos y la falta de un adecuado sistema de gestión de la energía.
2. El principal portador energético de la UBS es el combustible Diesel representando el 93% del consumo energético de esta, en distribución por áreas: Transporte de Carga con un 41% del consumo.
3. Debido a la complejidad de la UBS se utiliza como indicador de desempeño general Tns/mMP, no obstante quedó demostrado que se necesita otro indicador que contemple datos físicos.
4. El potencial de ahorro para la UBS es de 26 261.6 L mensuales lo que representa un ahorro de 22 847.09 USD al país.

RECOMENDACIONES

1. Respetar el ciclo de mejora continua (Planificar-Actuar-Verificar-Hacer) y no conformarse con los resultados obtenidos, buscando siempre una mejora continua.
2. Mejorar el estado técnico de los vehículos del Parque.
3. Buscar otro indicador de desempeño general que contemple parámetros físicos y complemente el indicador general existente.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad Mier, . M., 2015. *Gestión energética de la biblioteca*, Valladolid: UNIVERSIDAD DE VALLADOLID.
- Anon., 2011. *ISO 50001*. s.l.:s.n.
- APIEM, 2010. *Guía Básica De Eficiencia Energética*, Madrid: Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid.
- Borroto Nordelo, . A., 2013. *Recomendaciones Metodológicas para la Implementación de Sistemas de Gestión de la Energía según la Norma ISO 50001*, Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.
- Borroto Nordelo, A. E. & Monteagudo Yanes, J. P., 2006. *GESTIÓN Y ECONOMÍA ENERGÉTICA*. Cienfuegos: Editorial Universidad de Cienfuegos.
- Cabello Eras, J. J. et al., 2016. Tools to improve forecasting and control of the electricity. *Journal of Cleaner Production*, pp. 803-812.
- Campos, J., 2012. *Guía para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía basado en la ISO 50001*, s.l.: s.n.
- Carretero Peña, A. & Garcia Sanchez, J. M., 2012. *Gestión de la efi ciencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora*. s.l.:AENOR.
- Chanto, L. F., 2015. *Administración de la Energía o la Gestión Energética*, s.l.: s.n.
- Correa, J. et al., 2013. *Diseño y aplicacion de un procedimiento para la planificacion energetica segun la NC-ISO 50001:2011*. s.l.:s.n.
- Craig, C. A., 2016. Energy consumption, energy efficiency, and consumer perceptions:. *Applied Energy*, p. 660–669.
- Del Pilar Castrillon, R., Gonzalez, A. J. & Quispe, E. C., 2013. *MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA DEL CEMENTO POR PROCESO HÚMEDO A TRAVÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA*, Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Estevez, R., 2019. *eco inteligencia*. [Online].
- Fuentes Vega, J. R., Cogollos Martinez, J. B. & Perez Galvan, R., 2007. *Eficiencia energética en el Transporte Automotor*. s.l.:s.n.
- Giz, 2013. *Sistema de gestión de la energía*, Colombia: s.n.
- Joshi, R. & Pathak, M., 2013. *Decentralized Grid-connected Power Generation Potential in India:*, Gandhinagar: s.n.
- Lindelöf, D., 2016. *researchgate..* [Online] Available at: <https://www.researchgate.net/publication/301292470>
- Oficina Nacional de Normalización (NC), 2011. *SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA — REQUISITOS CON ORIENTACIÓN PARA SU USO (ISO 50001:2011, IDT)*, La Habana: Cuban National Bureau of Standards.
- Prías Caicedo, O. F. & Campos Avella, J. C., 2013. *Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía. Guía con Base en la ISO 50001*, Bogotá DC: s.n.
- Quintana, Y., 2013. *Implementación de tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía en el Hotel Barlovento..* s.l.:Univercidad de Matanzas Camilo Cienfuegos.
- Riverón Puga, . Z., 2017. *Herramientas para el análisis del consumo eléctrico en el Hotel Royalton Hicacos teniendo en cuenta la norma NC ISO 50001: 2011.*, Matanzas: Departamento de Ing Mecánica.Facultad de Ciencias Técnicas.Universidad de Matanzas.
- Rodríguez, J., 2015. *Cuba y sus perspectivas energéticas*. [Online] Available at: <http://www.cubadebate.cu>

Rosea, J. & Engelund Thomsen, K., 2015. Energy saving potential in retrofitting. *ScienceDirect*.

Trejo, L. A. M., 2015. *Importancia de las Normas en un Sistema*, San Salvador: SOCIEDAD MEXICANA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN, S.C..

Universidad del Atlántico, 2014. *Sistema de Gestión de la Energía en la Universidad del Atlántico*, s.l.: s.n.

Vasallo, B., 2019.