



Ciencia en su PC

ISSN: 1027-2887

manuela@megacen.ciges.inf.cu

Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba

Cuba

Alsina-Molaniazova, Aygul E.; Laffita-Palma, Rafael Arturo
Cálculo de la Huella de Carbono de la UEB Combinado Lácteos Santiago de Cuba
Ciencia en su PC, vol. 1, núm. 2, 2022, -Junio, pp. 39-51
Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba
Santiago de Cuba, Cuba

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181373019012>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Cálculo de la Huella de Carbono de la UEB Combinado Lácteos Santiago de Cuba

Calculation of the Carbon Footprint of the Combinado Lácteos Santiago de Cuba

UEB

Autores:

Aygul E. Alsina-Molaniazova¹, aygul@uo.edu.cu. Orcid [0000-0001-5255-4759](https://orcid.org/0000-0001-5255-4759)

Rafael Arturo Laffita-Palma¹, rafael.laffita@uo.edu.cu. Orcid [0000-0001-6953-1326](https://orcid.org/0000-0001-6953-1326)

¹Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba

RESUMEN

La amenaza continua, producto de las actividades del hombre y los altos patrones de consumo actual, conducen a una degradación en la relación empresa-medio ambiente que hacen necesario regular y balancear de la mejor manera. Se realizó un estudio en la UEB Combinado Lácteos Santiago de Cuba, por la importancia que dicha unidad tiene para la Industria Alimenticia y la sociedad en general. Para ello se analizó una guía metodológica basada en la UNE-PAS 2060:2010, para estimar y analizar la huella de carbono en esta UEB, la que se presenta como una poderosa herramienta para cuantificar e identificar áreas donde hay potencial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Se hizo uso de la guía metodológica antes mencionada y la revisión bibliográfica pertinente. Finalmente se estimó la Huella de Carbono y se propusieron objetivos de reducción impulsados por medidas asociadas a la reducción del consumo de combustibles fósiles.

Palabras clave: huella de carbono, combustibles fósiles, medioambiente, consumo.

ABSTRACT

The threat continues product of the man's activities and the high patterns of current consumption; they drive to degradation in the company- environment relationship that you/they make necessary to regulate and to balance in the best way. It was carried out a study in Milky UEB Caney, for the importance that has the same one for the Nutritious Industry. This study analyzes a methodological guide based on UNE-PAS 2060:2010, to estimate and to analyze the carbon footprint in this UEB, the one that shows up like a powerful tool to quantify and to identify areas where there is potential to reduce the emissions of gases of effect hothouse. For their calculation use of the methodological guide is made mentioned before, to carry out the bibliographical pertinent. Finally, it was considered the carbon footprint and they intended impelled reduction objectives for measures associated to the reduction of the consumption of fossil fuels.

Keywords: carbon footprint, fossil fuels, environment, consumption.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la preocupación internacional por los efectos adversos del cambio climático ha motivado a diversas organizaciones e instituciones a tomar medidas para conocer a fondo su dinámica de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Uno de los indicadores reconocidos internacionalmente para comprender la dinámica de estos gases es la huella de carbono, la cual se obtiene cuantificando las emisiones de gases efecto invernadero originadas por las actividades de un individuo, organización o institución, a lo largo de un periodo de tiempo (con la posibilidad de hacerlo en todo el ciclo de vida de sus productos o en áreas específicas). La llamada “huella de carbono” es uno de los métodos más simples de medición del impacto que deja cada persona humana en cada día de su vida sobre el medio ambiente y el planeta, una herramienta que sirve mitigar el proceso de cambio climático (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2010).

Por esta razón la UEB Combinado Lácteos Santiago de Cuba que se subordina a la Empresa de Productos Lácteos de Santiago de Cuba, debido a su impacto directo en el medio ambiente y a las deficiencias organizativas derivadas de la no aplicación de herramientas novedosas de gestión y la ausencia de una metodología que analice los proceso productivos, en pos de cuantificar impactos ambientales desfavorables, específicamente aquellos relacionados con las emisiones a la atmósfera, utilizará la huella de carbono (HC), como herramienta para analizar el impacto de sus productos y servicios en el medio ambiente, lo que constituye el objetivo del presente trabajo.

Principalmente, se trata de registrar en una ecoetiqueta el porcentaje de emisiones de todos los gases de efecto invernadero asociados al ciclo de vida de un producto, para evaluar sus consecuencias en el cambio climático. Con este porcentaje se realiza un recuento de las emisiones de dióxido de carbono liberadas a la atmósfera, asociadas a la vida de una persona o, por ejemplo, a la comercialización de un producto. En este último caso, el análisis abarcará todas las actividades del ciclo del producto, comenzando por la compra de materias primas que se integrarán en su fabricación, y llegando hasta su eliminación como residuo.

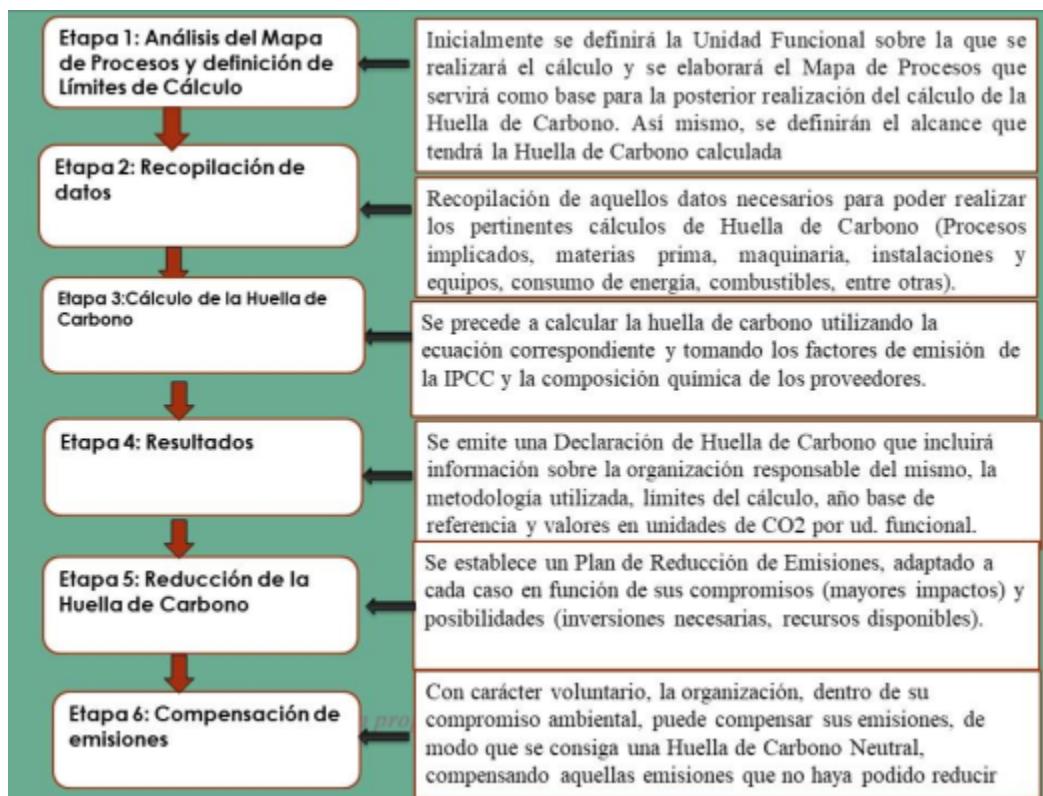
MATERIALES Y MÉTODOS

Una de las decisiones importantes a la hora de medir las emisiones de GEI incorporadas en un producto o servicio es determinar la metodología con la que se realizará el cálculo. No existe un único instrumento a nivel internacional, sino una gran variedad, los que han ido confluendo, pero que presentan diferencias. Las primeras iniciativas en la medición de GEI se conocieron a inicios de 2000. En esta etapa, el objetivo fue registrar las emisiones de una organización a través de los denominados “inventarios”.

En el 2008 se conoció la primera metodología orientada a un producto en base al análisis de su ciclo de vida. A partir de ahí, se generaron varios otros métodos de cálculo especialmente orientados a productos. En algunos casos se han ido incorporando versiones o guías especiales para el sector agrícola y algunos rubros más específicos. Las metodologías más utilizadas a nivel internacional son: el GHG Protocol, la UNE-PAS 2050:2011(British Standards Institution, 2011) y la UNE-ISO 14064:2006 (Normalización Española (UNE), 2006). La primera, originalmente centrada en aspectos corporativos, es decir, relacionados con la empresa y toda su labor productiva, ha sido adoptada por importantes sectores y empresas internacionales. La segunda, enfocada en productos, fue la primera metodología de cálculo que puso a disposición un software libre al público, lo cual contribuyó a su uso masivo.

Las normas ISO que alimentan y a su vez recogen elementos de las anteriormente nombradas, reflejan consensos internacionales públicos y privados, y podrían imponerse eventualmente como el estándar de uso generalizado. Teniendo en cuenta la actualidad de la UNE-PAS 2060:2010 (British Standards Institution, 2010), (Gráfico 1), que no requiere financiamiento y contempla a diferencia de otras normas la reducción y compensación de GEI, se seleccionó esta para el desarrollo de la investigación.

Gráfico 1. Metodología para el cálculo de Huella de Carbono (UNE-PAS 2060:2010)

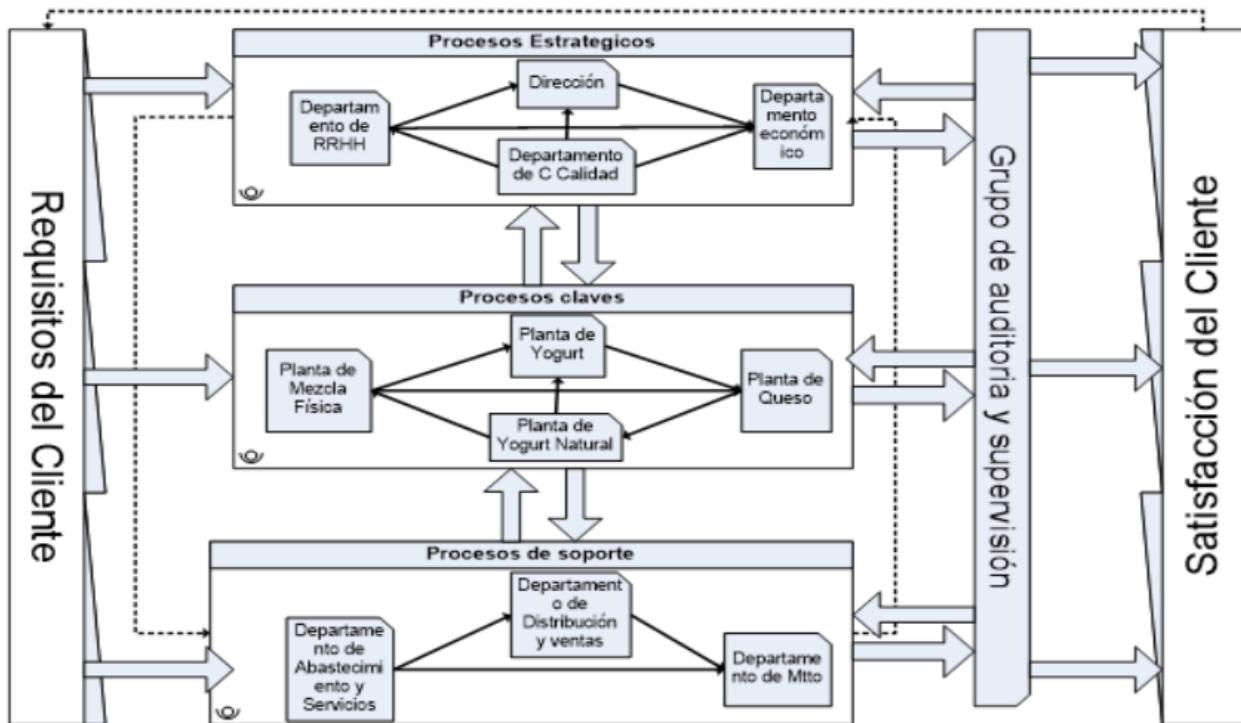


Fuente: autores

RESULTADOS

La unidad funcional escogida, resultado del cálculo de la huella de carbono, es la tonelada, toneladas de CO₂ equivalentes al año (tCO₂e/a) emitidas por los procesos antes mencionados y generadas por la UEB Combinado Lácteos Santiago de Cuba, dependiendo en cada caso de cuál sea el GEI que se cuantifica. Aunque la UEB realizó su proceso de perfeccionamiento empresarial hace algunos años, no cuenta con una representación gráfica de sus procesos, por tal razón se propone un diseño del mapa de procesos de la UEB (Gráfico 2).

Gráfico 2. Mapa de Procesos propuesto de la UEB Combinado Lácteos Santiago de Cuba



Fuente: autores

Para esta UEB las emisiones de alcance 1 son calculadas con base en las cantidades adquiridas de combustibles comerciales (gas natural, diésel, gasolina, entre otros), utilizando los factores de emisión publicados (Ver Tabla 1). Las emisiones de alcance 2 se calculan primordialmente a partir del consumo medido de electricidad. Las de alcance 3 se calculan primordialmente a partir de los datos de las actividades de la empresa, como el uso de combustible o los kilómetros recorridos por pasajeros, y factores de emisión publicados o de terceras partes. En la mayoría de los casos, si los factores específicos de emisión de la fuente o instalación están disponibles, es preferible utilizar estos a factores de emisión más genéricos o generales.

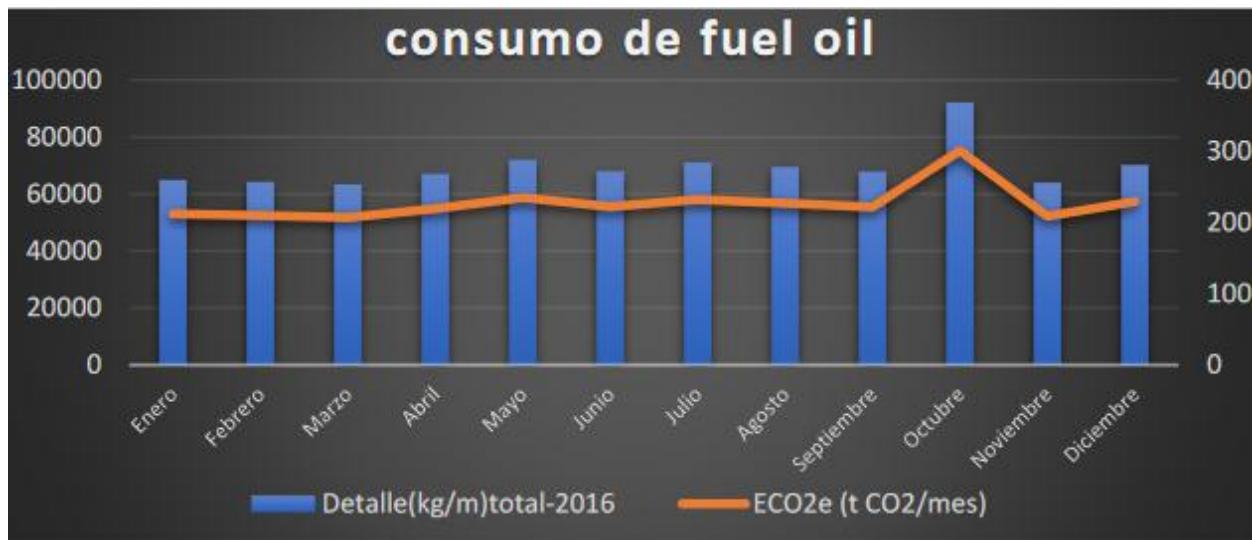
Tabla 1. Clasificación de las fuentes de emisión

Tipo de emisión (Alcance)	Fuente de emisión	Clasificación
Directa (alcance 1)	Combustión de la caldera (producción y comedor)	Emisiones directas
Directa (alcance 1)	Consumo de Diesel (transporte obrero, distribución, montacarga, otros)	Emisiones directas
Directa (alcance 1)	Consumo de agua	Otras emisiones directas
Directa (alcance 1)	Emisiones furtivas	Otras emisiones directas (HFC)
Indirecta (alcance 2)	Consumo eléctrico	Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad

Fuente: autores

Detrás de la producción de los surtidos de esta UEB, existe un consumo de materiales y energía para lo que se calcula la huella de carbono. Para ello se toma en cuenta el abastecimiento de combustible en cada mes. Se detalla a continuación el consumo mensual de fuel oil de la caldera destinada a la producción. (Ver Gráfico 3)

Gráfico 3. Consumo de fuel oil por la caldera para producción



Fuente: autores

La UEB Combinado Lácteos Santiago de Cuba cuenta con una base de transporte, por lo que no necesita contratar servicios auxiliares para la transportación de materias

primas, productos terminados u otros. Para la transportación del personal se utiliza un camión particular que utiliza para su desempeño el combustible asignado por la empresa. Por último, la UEB cuenta con un montacargas para el transporte interno de la UEB de algunos productos que por sus características requieren la utilización de este.

Los usos más frecuentes del agua en esta industria son como refrigerantes, en los sistemas de despojamiento de gases y la limpieza. Las técnicas de reciclaje y reutilización son medidas integradas al proceso. El impacto ambiental causado por el consumo de agua se da con la descarga de agua contaminada proveniente de la elaboración del yogur y queso, el enfriamiento y procesos húmedos de despojamiento. Esta UEB tiene la característica de poseer un metro-contador para diferentes áreas, divididos en: Área Industrial, Administración, Laboratorio, sumando dichos consumos se tiene el consumo total de electricidad de los procesos de la UEB. Para el cálculo de las emisiones de este caso, se procede a calcular el consumo de combustible derivado del consumo de electricidad con un resultado de 408333.85 kg/a.

Hasta este momento se han analizado en forma particular cada una de las fuentes emisoras de GEI identificadas. Luego se recogen las emisiones por cada una de las fuentes y se realiza la sumatoria correspondiente para hallar el total de emisiones, y los porcentajes que representan cada una de ella de este total. Los valores se expresan en toneladas de CO₂.

Con base a los resultados obtenidos se detalla la relación que existe entre cada una de las emisiones de cada fuente y cómo influye cada una de dichas fuentes en el total de las emisiones producidas por la UEB Lácteo Santiago de Cuba. El total de las emisiones estimadas, utilizando la metodología propuesta por la UNE-PAS 2060:2010, dentro de los alcances establecidos, da como resultado la generación de aproximadamente **23354.56** toneladas totales de CO₂e, durante el periodo 2016, y dada la equivalencia de CO₂ de los otros GEI se obtiene **38955.4 tCO₂e/a**.

El mayor aporte a este total de emisiones es causado por la electricidad consumida **12101.9564 tCO₂/año** en la UEB, para un **41.71 %**, siguiendo como fuente de emisión el consumo de la caldera con un **29.94%** con una emisión de **11663.67 tCO₂/año** y muy pegado a este consumo el del transporte con un **11663.67 tCO₂/año** para un

28.09% en el año 2016. Se detalla a continuación en porcentajes las emisiones totales por fuente emitida de gases.

En cada caso las toneladas de CO₂ equivalentes, se calcula utilizando la Tabla de Potencial de Calentamiento Global (GWP) emitida por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2006) para convertir los gases CH₄ y N₂O a tCO₂e.

Las estrategias de mitigación de emisiones que se proponen, para lograr que los proceso de la UEB sea carbono neutral, están encaminadas a reducir en un porcentaje las emisiones de GEI que se generan la UEB.

Mediante el cálculo de la huella de carbono se identifican todas las fuentes de emisión de GEI y consecuentemente se logra un mejor conocimiento de cuáles son los puntos críticos. Hay que mencionar que la organización tiene la posibilidad de compensar sus emisiones en proyectos que promueven los sumideros de carbono y/o reducen emisiones. La compensación no reduce la huella de carbono, que es un compromiso individual, pero permite a las empresas contribuir a la consecución del objetivo global de lucha contra el cambio climático. Se propone a continuación una serie de medidas para contribuir a disminuir las emisiones de GEI. Es importante destacar que la implantación de estas medidas, además de lograr reducir sus emisiones de GEI, contribuirá a reducir costos asociados al consumo de combustible:

Iluminación:

- Aprovechamiento de la luz natural: en estos momentos no se está haciendo un aprovechamiento de la luz natural, ya que permanecen encendidas en horarios en los cuales no son necesarias.
- Iluminación con lámparas LED: Realizar cambios de las lámparas fluorescentes por lámparas LED, que son de menor consumo de energía.

Transporte:

- Gestión de rutas: valorar la incorporación de la gestión de un plan de rutas en la distribución.
- Realización de las revisiones periódicas del vehículo: Elaborar un plan de revisión de los vehículos.

- Controlar el despacho para evitar las cargas innecesarias en el vehículo.

Climatización:

- Controlar atendiendo al horario la temperatura de climatización.
- Valorar un plan de inversión en vía a la sustitución de la caldera por otra más eficiente.
- Controlar el rendimiento de la caldera y realizar la gestión de su mantenimiento asegurando un desempeño óptimo de la misma.
- Valorar la posibilidad de realizar una inversión para recuperar el vapor que se pierde al final del proceso.

Equipos:

- Actualizar desde el uso de las nuevas tecnologías de la información y la informática la monitorización de consumos.
- Sustitución de equipos de refrigeración por otros que funcionen con refrigerantes de menor PCG.

Generación eléctrica:

- Instalación de paneles solares fotovoltaicos.

Refrigeración:

- Gestionar de manera eficiente la distribución para evitar las sobrecargar las neveras.
- Control de las pérdidas (fugas) de refrigerante.

Siembra de árboles: Al invertir en biomasa vegetal lo que se está haciendo es aumentar la existencia de sumideros de carbono, las plantas captan CO₂ en su “respiración” para liberar al medio O₂, así se ayuda a combatir y mitigar el cambio climático. La cantidad de CO₂ que se reducirá dependerá de la tasa de absorción para cada tipo de superficie forestal, la especie plantada y, sobre todo, la superficie reforestada. Estas medidas también contribuyen a la generación de empleos verdes, al

reforestar bosques, aprovechar un bosque de robles para la producción de setas, apicultura, etc. se está contratando gente relacionada con el medio ambiente. De este modo, la empresa fomenta, de forma voluntaria, al logro de un modelo de desarrollo sostenible perdurable a largo plazo.

Para reducir las posibles soluciones se aplicó el método de Kendall, apoyado en la herramienta informática-estadística IBM SSPS 19 con el fin y el criterio de dar prioridad a soluciones a corto y mediano plazo que estuviesen acorde con las características de la empresa, así como la capacidad de estas de implementar estas acciones teniendo en cuenta, en primer lugar, las que minimizaran en mayor medida las emisiones de GEI a la atmósfera.

1. Iluminación con lámparas LED.
2. Gestión de rutas.
3. Recuperadores de calor.
4. Sustitución de caldera por otra más eficiente.
5. Instalación de paneles solares fotovoltaicos.
6. Siembra de árboles.
7. Optimización del rendimiento de las calderas y asegurar su buen mantenimiento.
8. Sustitución de fuel oíl o carbón por biomasa preferiblemente o gas natural.

Iluminación con lámparas LED

En la UEB se trabaja 24 horas al día, pero solo el área de producción por tanto las 42 lámparas fluorescentes existentes fuera de esta área, de las cuales 8 son de 40watt y 34 de 20 watt solo están en funcionamiento 8 horas al día por lo que al consumo total se le restan esas 16 horas que las lámparas no se encuentran en funcionamiento. Por tanto, el consumo total es de 22763.52 kW/año, que equivale a **204.805 tCO2/año**.

Para cumplir con la cantidad de luz existente en los locales se decidió poner en los lugares donde hubiese 1 lámpara de 40 watt, 2 lámpara led de 9 watt.

Por tanto, la cantidad de lámparas led que se ubicarían serían 198, por la misma razón las lámparas led que solo están encendidas 8 horas al día, son 50. El consumo total al año sería de 10243.584 kW/año, que equivale a **92.16 tCO2/año**; por tanto, el ahorro

de electricidad sería de **12519.936 kW/año** y disminuirían las emisiones en **112.645 tCO₂/año**.

Gestión de rutas

El modelo clásico del problema de ruteo vehicular conocido como VRP (*vehicle route problem*), describe el diseño de rutas donde a partir de un depósito del que sale cada vehículo y al que tiene que regresar, luego de visitar una sola vez a los clientes para satisfacer su demanda conocida; sin violar las restricciones de capacidad de carga de los vehículos, la distancia máxima recorrida por estos y respetando el horario de trabajo, todo ello con el fin de buscar el costo mínimo. Entonces, puede decirse que los recientes avances tecnológicos permiten que las empresas puedan administrar sus flotas en tiempo real, utilizando de manera amigable sofisticados modelos matemáticos y el desarrollo de técnicas de solución basadas en metaheurísticas o en herramientas como la microsimulación, permiten tratar con la creciente complejidad en los problemas de ruteo, sin necesidad de que el personal operativo los conozca.

La empresa GEOCUBA cuenta con un software de este tipo que obedece a las necesidades de buscar el óptimo de las rutas de los carros que abastecen y distribuyen en el Lácteo, pero no se pudo tener acceso a él, por lo que quedaría por parte del director de la UEB o de la empresa establecer relaciones de contratos con GEOCUBA, como desarrollador y propietario de este software, buscando la prestación de servicios, para implementar el ruteo vehicular en la UEB Combinado Lácteos Santiago de Cuba, logrando con ellos disminuir el consumo de combustible por transporte.

Recuperadores de calor

En los procesos de yogurt de soya y yogurt natural que son los que más utilizan el vapor producido por la caldera, no existe un sistema con el cual se pueda recuperar ese vapor, luego de habersele dado utilidad en el proceso productivo, por lo que se propone reutilizar este vapor, provocando un descenso en el consumo de combustible de la caldera para producción de yogurt natural y de soya. Si el agua condensada es retornada al Sistema de generación de vapor a una temperatura de 90°C, se tendría un nuevo valor de consumo de combustible, evitándose **64.64 tCO₂/año**.

Sustitución de la caldera por otra más eficiente

Se recomienda para la disminución de las emisiones de GEI evaluar la inclusión en planes de inversión a largo plazo, la posible sustitución de la caldera por una de tecnología más moderna y eficiente. El generador de vapor convencional tipo UMS es del tipo de tres pasos de humos y dos hogares de combustión, de emplazamiento fijo y horizontal y apto su funcionamiento con combustibles líquidos o gaseosos. La producción de vapor que ofrece esta gama oscila en función de la presión de diseño desde las 20 ton/h hasta las 50 ton/h. Con esta nueva caldera, se dejarían de emitir aproximadamente **86.27 tCO2/a**, tomando la misma capacidad de generación de la caldera, pero la capacidad de la caldera propuesta es 4 veces la de la actual, por la que la disminución de las emisiones de GEI sería de un **345.08 tCO2/a**.

Instalación de paneles fotovoltaicos

Con esta instalación se estima por diseño una producción de **1.3 MWh por día**, lo que significa al año una producción de **464 MWh** y partiendo de que la empresa en el 2016 consumió **1345097.22 kw/h**, el nuevo consumo sería de **881097 kw/h** en el año y se dejarían de utilizar aproximadamente unas 106 toneladas de petróleo por año, 71 600 USD al año, por concepto de compra de combustible. Por tanto, se dejarían de emitir **3141.57 tCO2/a**.

Siembra de árboles

Los árboles, al igual que el resto de las plantas, absorben dióxido de carbono (CO2), por lo que contribuyen a la lucha contra el cambio climático. Las más eficientes son el pino carrasco y el piñón, que absorben 27.180 y 48.870 kilos de CO2 al año, respectivamente, cada piñón absorbe: **48. 870 tCO2/a**.

CONCLUSIONES

Se aplicó una metodología de trabajo factible basada en normas internacionales, aportando una herramienta para la evaluación sistemática del impacto de los gases de efecto invernadero generados en la entidad.

Se estimó que los procesos que se desarrollan dentro del sistema establecido correspondiente a la UEB Combinado Lácteos Santiago de Cuba generan una cantidad de **38955.40497 tCO2e** en el período analizado.

Las fuentes que más contribuyen a este nivel de emisión indirecta, provocada por el consumo de electricidad con **41%**, seguidos de la combustión el transporte y la caldera, con un **28 y 29%** respectivamente.

Se propuso un plan de medidas para reducir estas emisiones y a su vez para las remociones de estas, la mayoría factibles a corto plazo desde el punto de vista económico y ambiental.

Se inició un proceso con el cual se sentarían las bases para la mejora del desempeño medioambiental de la organización, así como la elaboración e implementación de un SGA en la entidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- British Standards Institution (2010). *Especificación para la neutralidad de carbono. Norma PAS 2060:2010.* <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/norma-pas-2060>
- British Standards Institution (2011). *Verificación de la Huella de Carbono. Norma PAS 2050:11.* <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/norma-pas-2050>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2010). *Panorama Social de América Latina. Informes anuales.* <http://www.eclac.cl/notas/66/index.html>
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.* Ginebra, Suiza.
- Normalización Española (UNE) (2006). *Gases de efecto invernadero. UNE-ISO 14064:2006.* <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0036021>

Recibido: 26 de enero de 2022

Aprobado: 10 de marzo de 2022