

27

DETERMINACION ESTIMADA
DE LA HUELLA DEL CARBONO EN UN MUNICIPIO RURAL

DETERMINACION ESTIMADA DE LA HUELLA DEL CARBONO EN UN MUNICIPIO RURAL

ESTIMATED DETERMINATION OF THE CARBON FOOTPRINT IN A RURAL MUNICIPALITY

Romel Nodarse García¹

E-mail: romel@cf.mfp.gob.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6267-9069>

Yuneisy Alonso García²

E-mail: yalonso@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5786-6591>

¹ Centro Universitario Municipal Lajas. Cienfuegos. Cuba.

² Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Nodarse García, R., & Alonso García, Y. (2021). Determinación estimada de la huella del carbono en un municipio rural. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(2), 242-251.

RESUMEN

Una expresión del desarrollo local es la sostenibilidad ambiental y uno de los objetivos de la economía ecológica es la búsqueda de indicadores de sustentabilidad, por lo que resulta necesario encontrar los más adecuados para trazar correctas estrategias desde el ámbito local. La huella de carbono puede constituir uno de esos índices integradores para correcta toma de decisiones a nivel municipal. En el presente trabajo se resumen los resultados de un primer acercamiento al tema en el municipio de Lajas, provincia de Cienfuegos, Cuba. Para ello se aplicó la metodología de la Oficina Española de Cambio Climático del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente adaptada a las condiciones de Cuba. A partir de la selección de las actividades socioeconómicas más importantes del municipio, se calculó la huella de carbono del año 2020 y su comportamiento con relación al año anterior. Un balance con la capacidad de absorción de la actividad agrícola-forestal permitió verificar si la flora de Lajas responde a las emisiones de CO₂ a la atmósfera para proponer acciones de mejora en la localidad.

Palabras clave:

Huella de carbono, cambio climático, gases efecto invernadero.

ABSTRACT

An expression of local development is environmental sustainability and one of the objectives of the ecological economy is the search for sustainability indicators, so it is necessary to find the most appropriate ones to draw up correct strategies from the local level. The carbon footprint can be one of those integrating indices for correct decision-making at the municipal level. The present work summarizes the results of a first approach to the subject in the municipality of Lajas, province of Cienfuegos, Cuba. For this, the methodology of the Spanish Office of Climate Change of the Ministry of Agriculture, Food and Environment was applied, adapted to the conditions of Cuba. Based on the selection of the most important socioeconomic activities in the municipality, the carbon footprint for 2020 and its behavior in relation to the previous year were calculated. A balance with the absorption capacity of the agricultural-forestry activity allowed to verify if the flora of Lajas responds to the CO₂ emissions to the atmosphere to propose improvement actions in the locality.

Keywords:

Carbon footprint, climate change, greenhouse gases.

INTRODUCCIÓN

La Huella de Carbono (HC) representa la cantidad de gases efecto invernadero (GEI) emitidos a la atmósfera derivados de las actividades de producción o consumo de bienes y servicios (Pandey, et al., 2010). Es considerada una de las más importantes herramientas para cuantificar las emisiones de dichos gases. Los GEI, definidos en el protocolo de Kioto en el año 1997, forman una capa permanente en la parte media de la atmósfera que impide que toda la radiación solar que es devuelta por la tierra pueda salir, provocando con ello que la temperatura bajo la capa aumente (Espíndola & Valderrama, 2011).

La Huella de Carbono, se ha convertido en un tema en el debate público sobre el cambio climático, atrayendo la atención de los consumidores, negocios, gobiernos, organizaciones no gubernamentales (ONG) y organizaciones internacionales por igual (Hertwich & Peters, 2009). Este debate sobre el cambio climático y la utilidad de HC, ha trascendido al comercio internacional y, es liderado por los países con compromisos de reducción de emisiones en base al Protocolo de Kioto (Plasmann, et al., 2010).

En los últimos años se han desarrollado varias herramientas de cuantificación y metodologías para determinar el nivel de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de individuos, organizaciones y unidades administrativas o territoriales, y la HC es una de ellas (Padgett, 2008).

Las diversas interpretaciones del concepto de HC han llevado al desarrollo de metodologías de cálculo muy diferentes, situación que genera una excesiva controversia frente a un índice que ya goza de bastante popularidad (Carballo, 2009). Algunos autores sostienen que una "huella", por el significado del concepto, debe abarcar todos los efectos que deja tras de sí una actividad. En el caso de una HC, debe incluir todas las emisiones de gases de efecto invernadero que se pueden asociar directa e indirectamente con una actividad, y por lo tanto el análisis debe abarcar todo el ciclo de vida de un producto o servicio.

La huella de carbono se convierte en un instrumento que permite descubrir dónde se producen los principales impactos de la actividad estudiada (transporte de mercancías y personas, consumos energéticos, consumos de papel, alimentos, otros) y en qué nivel relativo al resto de fuentes de emisión.

Para los países en desarrollo, el reto de alcanzar la sostenibilidad, requiere de grandes transformaciones políticas, económicas y sociales. Para Cuba, estas transformaciones son, en principio, un hecho materializado desde hace muchos años. La estrategia ambiental cubana para el desarrollo sostenible es en esencia, una estrategia de continuidad.

Es preciso continuar desarrollando y madurando como rasgos fundamentales de la gestión ambiental cubana,

su orientación nacional a la gestión integrada de los recursos naturales, la gestión ambiental empresarial y la gestión ambiental urbana, todo lo cual debe contribuir eficazmente a la construcción definitiva de nuestro modelo de desarrollo sostenible. Las bases para lograr los objetivos estratégicos de desarrollo sostenible en Cuba se concentran en:

- El individuo en el centro de la atención.
- La concepción de la gestión ambiental como una política pública
- La participación de todos los actores de la sociedad.
- El concepto de sostenibilidad como elemento primordial.
- El cuidado y recuperación de la diversidad biológica.
- El empleo de la ciencia y la tecnología.

Cuba con las aspiraciones a un desarrollo sostenible y ser menos vulnerable a las exigencias climáticas que considera la reducción de las emisiones contaminantes, requiere que los sectores productivos realicen adelantos inmediatos en los procesos de cuantificación de sus emisiones y de disminución de los efectos climáticos.

Para la realización de la investigación se trazó como objetivo general: Determinar el balance emisión – absorción de carbono de un municipio rural según su actividad socioeconómica.

Complementando el objetivo general se trazaron los siguientes objetivos específicos de la investigación:

1. Seleccionar las principales actividades emisores y receptoras de carbono en el municipio Lajas.
2. Calcular la huella de carbono de la actividad emisora fundamental y la capacidad de absorción de la actividad agroforestal de Lajas.
3. Proponer acciones de mejora en función de los resultados obtenidos.

En el trabajo que se presenta se realiza un análisis de los conceptos fundamentales relacionados con la medición de la HC y sus principales metodologías de cálculo, posteriormente se explican la metodología empleada y se finaliza con propuestas de acciones para mejorar la disminución de los gases de efecto invernadero a la atmosfera.

DESARROLLO

La HC es un indicador de la cantidad de GEI generados y emitidos por una empresa o durante el ciclo de vida de un producto a lo largo de la cadena de producción, a veces incluyendo también su consumo, recuperación al final del ciclo y su eliminación.

El concepto de huella de carbono de una organización se utiliza en varios contextos. El concepto de organización engloba organizaciones privadas, entidades de la administración pública y organizaciones sin ánimo de lucro,

entre otras. En general, huella de carbono de una organización es un término que quiere describir el impacto total que una organización tiene sobre el clima a raíz de la emisión de GEI a la atmósfera. Con el objetivo de cuantificar dicha huella, debe aplicarse un determinado protocolo de estimación y contabilidad de emisiones de GEI.

La Huella de carbono de una organización mide la totalidad de gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo o indirecto provenientes del desarrollo de la actividad de dicha organización (Oficina Española de Cambio Climático, 2016).

Existen varias metodologías para el cálculo de la huella de carbono, para ello se escoge la “Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización” coordinada y elaborada por la Oficina Española de Cambio Climático del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. A esta metodología se le incorpora un análisis de la superficie boscosa del municipio Lajas para determinar si los bosques responden a las emisiones de CO₂ de dicha entidad. A continuación, se resumen los pasos a seguir de la metodología.

Primeramente, las emisiones asociadas a las operaciones de una organización se pueden clasificar como emisiones directas o indirectas. Las emisiones directas de gases de efecto invernadero son las de fuentes conocidas que son propiedad de o están controladas por la organización. Las indirectas, por su parte, son emisiones a consecuencia de las actividades de la organización, pero que ocurren en fuentes ajenas a ella como puede ser la emisión procedente de la electricidad consumida por una organización, que han sido producidas en el lugar en el que se generó dicha electricidad.

Después de definir cuáles son los tipos de emisiones se indagan cuáles son los alcances (fuentes emisoras de gases de efecto invernadero que puede tener una organización):

- Alcance 1: Emisiones directas de GEI. Por ejemplo, emisiones provenientes de la combustión en calderas, hornos, vehículos, etc., que son pertenecientes de o están controladas por la entidad en cuestión.
- Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI asociadas a la generación de electricidad recibida y consumida por la organización
- Alcance 3: Otras emisiones indirectas. Ejemplo: La extracción y producción de materiales que adquiere la organización, los viajes de trabajo con medios externos, el transporte de materias primas, de combustibles y de productos.

En un primer acercamiento puede decirse que el cálculo de la huella de carbono consiste en aplicar la siguiente ecuación:

El dato de actividad, es el parámetro que define el grado o nivel de la actividad generadora de las emisiones de GEI. Por ejemplo, cantidad de litros de gasolina empleados por un vehículo en el recorrido.

El factor de emisión presume la cantidad de GEI emitidos por cada unidad del parámetro “dato de actividad”. Estos factores varían en función de la actividad que se trate. Por ejemplo, en relación a la actividad descrita anteriormente (consumo de gasolina del vehículo en el recorrido), el factor de emisión sería 2,157 kg CO₂/L. (España. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020)

Como resultado de esta fórmula se obtiene una cantidad determinada de dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq), pero antes de realizar el cálculo se deben tomar una serie de decisiones:

1. Establecer los límites de la organización y los límites operativos. Consistente en decidir qué áreas de la organización se incluirán en la recolección de información y en los cálculos,
2. Identificar las emisiones asociadas a las operaciones dentro de esas áreas, distinguiendo entre emisiones directas e indirectas.
3. Elegir el periodo para el que se va a calcular la huella de carbono, ya sea el año natural inmediatamente anterior al año en el que se realiza el cálculo.
4. Recopilar los datos de actividad de estas operaciones.
5. Buscar los factores de emisión adecuados.

Luego de obtener el resultado de la huella de carbono, se evalúa si la actividad agrícola y la superficie boscosa del municipio es capaz de asumir el CO₂ emitido a la atmósfera utilizando la expresión siguiente:

El municipio de Lajas se encuentra ubicado geográficamente al noreste de la provincia de Cienfuegos, limita al norte con el municipio de Santo Domingo (Villa Clara), al este con el municipio de Rodas, al suroeste con el municipio Palmira y al sureste con el municipio Cruces. La cabecera municipal se encuentra situada al sureste del municipio. La vinculación que presenta con el resto de las provincias, se garantiza por el vial Cruces – Lajas – Santo Domingo, el cual se intercepta con la Autopista Nacional que se encuentra a 4 km de la localidad. Está conformado por 26 asentamientos poblacionales, de ellos 5 urbanos y 21 rurales, con una población ascendente a 21.669 habitantes desglosados como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Estructura demográfica del del Municipio Lajas.

	Hombres	Mujeres	Total
Urbana	7.622	7.499	15.121
Rural	3.561	2.987	6.548
Total	11.183	10.486	21.669

Fuente: Cuba. Oficina Nacional de Estadística e Información (2019).

El clima del municipio es tropical semihúmedo de llanuras calientes y lluviosas, favorable para el desarrollo agrícola y cañero. Predominan los suelos pardos al centro del municipio, aptos para cultivos intensivos, al norte predominan los ferralíticos, cuarcitos y amarillo zafiro, recomendables para forestales y en ocasiones pastos. La vegetación fundamentalmente es de sabanas, la mayor parte es llanura con pendientes menores del 5 %, aptas para el trabajo agrícola.

La actividad económica fundamental radica en la agricultura cañera y no cañera. De la primera el Ingenio Azucarero Ciudad Caracas ocupa el 76 % teniendo ocupada áreas con caña de azúcar por 8.348,8 ha. Se confirmó que la caña de azúcar tiene un alto potencial de asimilación de CO₂, pero la retención de CO₂ es muy transitoria porque es un cultivo de ciclo de cosecha anual (Zermeño González & Villatoro Moreno, 2012). Utiliza el bagazo de caña como combustible en sus calderas por lo que disminuye el consumo de combustibles fósiles; la UB de Transporte representa el 1,5 % en la economía, pero por la cantidad de vehículos que posee consumidores de combustibles fósiles es representativo en las emisiones de CO₂. La Figura 1 ilustra la participación de la actividad económica en el municipio Lajas.

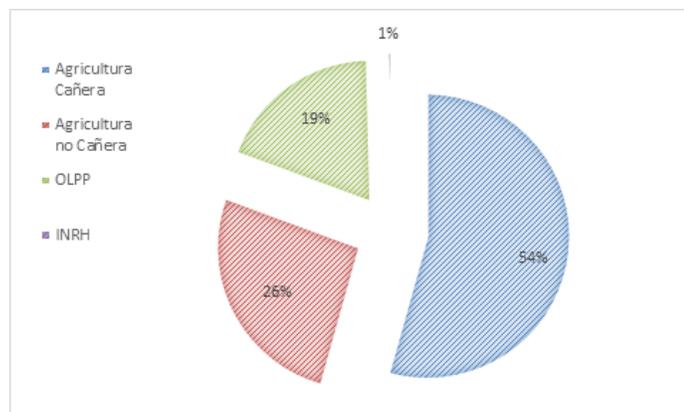


Figura 1. Relación de la actividad económica fundamental del municipio Lajas.

A partir de esta caracterización se decide elegir la actividad del transporte como la representativa para la medición de las emisiones de carbono. La Empresa Provincial de Transporte Cienfuegos tiene como objeto social, dirigir ejecutar y controlar la transportación de pasajeros por ómnibus y otros medios alternativos, así como realizar las reparaciones y mantenimientos de los equipos automotores, logrando crear en la población el sentido de la satisfacción de la demanda, respetuoso del medio ambiente y como máximo nivel de eficiencia económica para la sociedad.

La entidad en el año 2020 transportó 461.426 pasajeros un 82,30 % superior al plan, desglosado de la manera que muestra la tabla 2.

Tabla 2. Resultados del transporte de pasajeros en el municipio de Lajas al cierre de 2020.

Ómnibus	Previsto a transportar (pasajeros)	Transportados (pasajeros)
Urbano		14.962
Suburbano		6.704
Interurbano	140.900	301.768
Rural	82.160	93.985
Fletes	30.240	44.300
Total transportado	253.300	461.719

A continuación, se describe cómo determinar los límites de la organización para la adecuada identificación de las fuentes emisoras, se facilita información tanto del dato de actividad del que debe disponer la propia organización, como de los factores de emisión que deberá aplicar para poder realizar el cálculo. Como límite temporal se establece el año 2020 del cual existen datos disponibles y como límite de la organización la empresa es dueña absoluta de todas las operaciones que realiza.

La empresa dispone de oficinas de contabilidad, una terminal de ómnibus, un taller de reparaciones, un comedor obrero, un almacén y 23 vehículos con una disponibilidad relativamente baja por roturas, traslados a otras entidades o por déficit de combustible, distribuidos como se muestra a continuación (Tabla 3).

Tabla 3. Vehículos disponibles para el transporte público en Lajas.

Descripción	Cantidad disponible	Combustible que utiliza
Girón VI	4	Diesel
Girón VII	2	gasolina
Girón XVII	3	Diesel
Kamaz 256	1	Diesel
Gazz 53	1	Diesel
Gazz 66	3	Diesel
Zil 130	1	Diesel
Zil 131	1	Diesel
Urall	1	Diesel
Mercedes Benz	1	Diesel
Diana	5	Diesel
Total	23	

Para este estudio se fijan como límites operativos los alcances 1 y 2 ya mencionados al explicar la metodología usada a saber, las emisiones directas por desplazamiento de los ómnibus y las emisiones indirectas por consumos de energía eléctrica generada en otros lugares.

Bajo las premisas anteriores, se procede al cálculo de emisiones identificando, para cada actividad de

organización, el dato de la actividad en el periodo de cálculo (año 2020) y el factor de emisión correspondiente. Una vez identificadas las fuentes de emisión, se obtienen los datos de la actividad para el año 2020.

1. Consumo de combustible

El consumo de combustible para el desplazamiento de los ómnibus considerados en el estudio se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Consumo de combustible en el transporte de pasajeros en Lajas 2020.

Tipo de Servicio	Combustible Utilizado (L)			Distancia Recorrida (km)		
	Gasolina	Diésel	Total	Gasolina	Diésel	Total
Urbano	693	1.251	1.944	1.762	4.648	6.410
Suburbano	44	734	778	76	2.436	2.512
Interurbano	11.510	47.704	59.214	29.360	143.533	172.893
Rural	3.571	20.674	24.245	9.073	86.890	95.963
Total	18.550	87.105	105.655	46.969	290.959	337.928

Consumo de energía

El dato de actividad será el consumo de electricidad procedente de un proveedor externo del año para el que se esté realizando el cálculo. Por lo tanto, los datos a emplear son los kWh reflejados en las facturas de electricidad del año en cuestión. Tal como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Consumo de energía eléctrica del transporte de pasajeros en Lajas, 2020 (kWh).

Facilidad	Consumo 2020 (kWh)
Terminal de ómnibus	1.277,50
Taller de reparaciones	5.892,50
Total del consumo	7.170,00

Factores de emisión

Los factores de emisión son valores estadísticamente determinados de cuánto carbono (equivalente en masa de CO₂) se emite por el consumo de un tipo de combustible medio en un motor medio de combustión interna. El término "medio" usado para esta definición es un eufemismo, pues es sabido que los combustibles tienen composiciones y calidades variables y los índices de eficiencia de los motores de combustión interna también varían en función del fabricante, el modelo, los años de explotación y muchos otros factores.

A los efectos de la presente investigación se usan los factores de emisión establecidos por la Unión Europea (2012) y se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Factor de emisión en CO₂ equivalente (kg CO₂/L).

Gasolina	Diesel	Electricidad por generación convencional
2,157	2,493	0,385

Fuente: España. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2020).

A partir de estos datos resulta inmediato el cálculo de las emisiones asociadas a la actividad de la organización, así como el cálculo de la intensidad de emisiones. El cálculo de la huella de carbono quedará como expresada por la siguiente formulación.

Dónde:

HC - Huella de Carbono (kg CO₂)

DA- Dato de actividad (L, kWh)

FE- Factor de emisión (kgCO₂/L), (kgCO₂/kWh)

Los resultados se reflejan en la tabla 7.

Por lo tanto, la huella de carbono de la actividad de transporte de Lajas en el año 2020 es de 259.925,30 kg CO₂, correspondiendo al transporte directo (Alcance I) 257.164,90 kg CO₂ que alcanza el 98,90 % del total aportando a la atmosfera. Los ómnibus diesel emiten 217.152,60 kg CO₂, el 84 % del transporte y la electricidad consumida por la entidad logra el 1 % de total de emisiones. Los ingresos de la empresa alcanzaron los \$606.756,00 CUP pues su ratio de emisiones es de 42,838 kg CO₂/CUP. Los datos disponibles para el conjunto de las emisiones se muestran en la Figura 2.

Tabla 7. Huella de carbono del transporte de pasajeros en Lajas, 2020 (kg CO₂).

Alcance	Servicio de transporte	Portador energético	Consumo (L) (kWh)	Factor de emisión (kgCO ₂ /L)	Emisión de CO ₂ (kg)
Emisión directa	Urbano	Gasolina	1.251	2,493	3.118,70
		Diesel	693	2,157	1.494,80
	Suburbano	Gasolina	734	2,493	1.829,90
		Diesel	44	2,157	94,90
	Interurbano	Gasolina	47.704	2,493	118.925,10
		Diesel	11.510	2,157	24.827,00
	Rural	Gasolina	20.674	2,493	51.541,10
		Diesel	3.571	2,157	7.702,60
	Fletes	Gasolina	16.742	2,493	41.737,80
		Diesel	2.732	2,157	5.892,90
	Total, emisión directa				257.164,90
Emisión indirecta	Terminal de ómnibus	kWh	1,278	0,385	491,80
	Taller de reparaciones	kWh	5,893	0,385	2.268,60
	Total, emisión indirecta				2.760,50
Resultado total					259.925,30

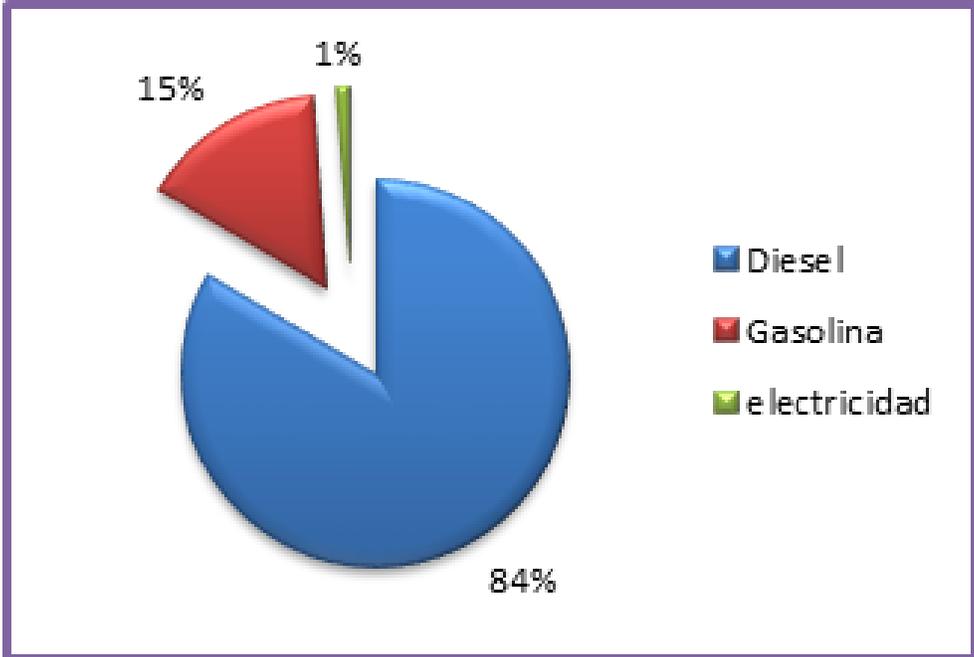


Figura 2. Resultado de la Huella de carbono de la UB de Transporte Lajas.

Lo mismo que el combustible que más carbono emite es el diésel (Figura 2), dentro de los servicios prestados por la entidad el interurbano es el más representativo al lograr el 56% del total de emisiones por la utilización de combustibles fósiles, seguido del transporte rural que alcanza el 18%. La Figura 3 ilustra las derivaciones de la HC por los tipos de servicios prestados

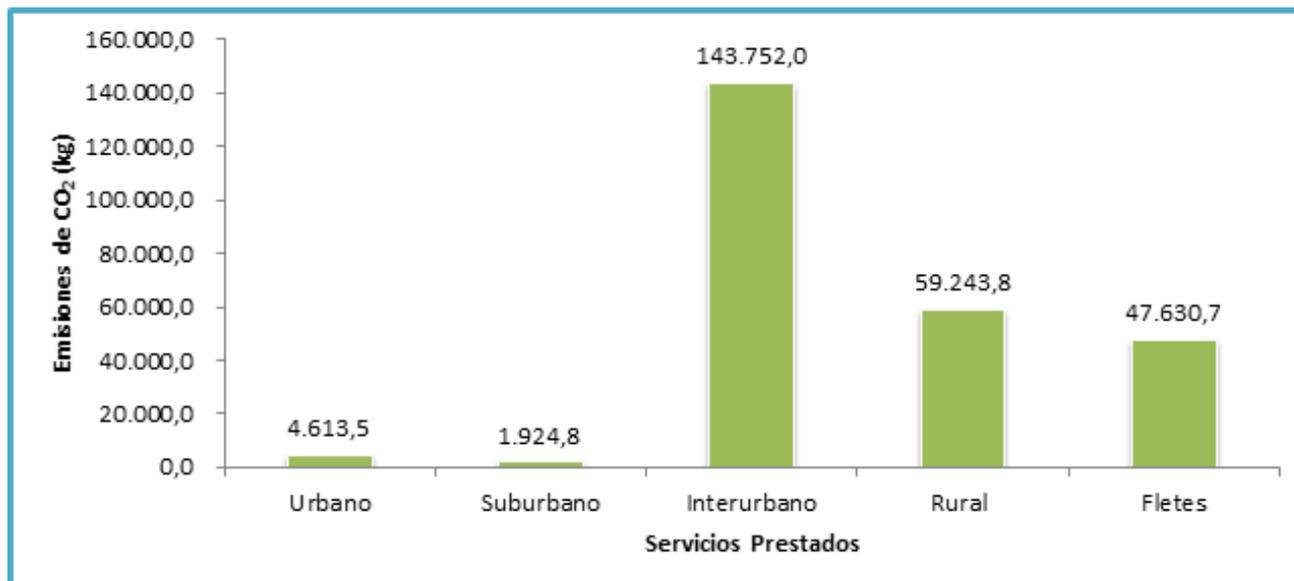


Figura 3. Resultado de la Huella de Carbono por tipo de servicios prestados.

La población del municipio Lajas asciende a 21.669 habitantes según los datos del anuario estadístico de Cuba 2019, por lo que corresponden 12 kg CO₂ por habitante al año. La superficie del municipio de Lajas asciende a 42.610,20 ha, de ellas pertenece a área boscosa 2.533,9 ha el 5,5 % del total desglosada según la figura 4.

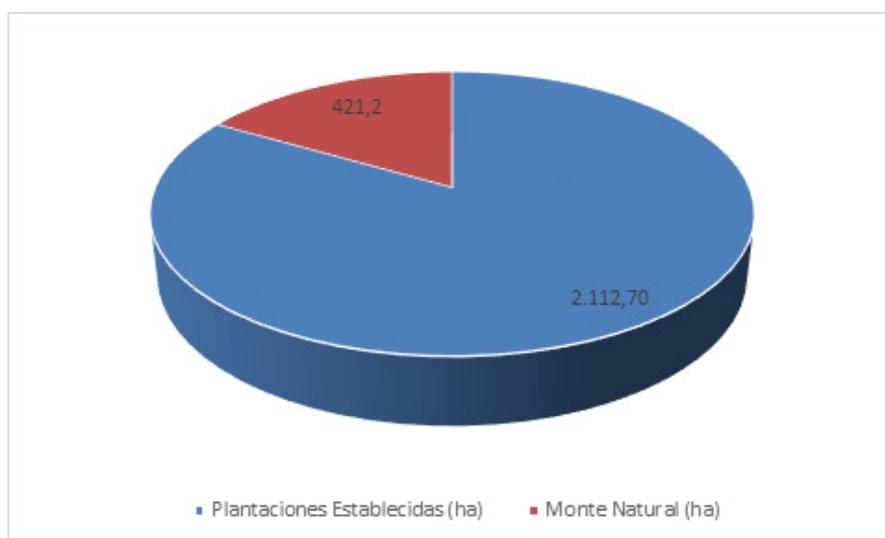


Figura 4. Distribución de la superficie de bosques en el municipio Lajas, cierre 2020.

Se tiene en cuenta que una hectárea puede contener 1.111 árboles según los cálculos realizados teniendo en cuenta que el marco de plantación de 3 x 3. Un árbol absorbe aproximadamente de 10 - 30 kg de CO₂ al año (AQUAE FUNDACIÓN, 2016). Para el caso de estudio se decide tomar como rango 20 kg de CO₂ al año. El cálculo de la capacidad de absorción de carbono del municipio puede estimarse como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. Capacidad de absorción de carbono de los bosques del municipio Lajas, 2020.

Área Boscosa	Superficie sembrada (ha)	Densidad boscosa (árboles/ha)	Total, de árboles	Capacidad de absorción (kg CO ₂ /año)
Plantaciones Establecidas	2.112,70	1.111	2.347.210	46.944.200
Monte Natural	421,20	1.111	467.953	9.359.060
Total	2.533,9		2.815.163	56.303.260

De acuerdo a lo antes expuesto se aplica la ecuación siguiente para lograr obtener si las hectáreas de bosque de Lajas equilibran las emisiones de CO₂ del transporte de pasajeros.

Donde,

B CO₂- Balance de CO₂ (kg CO₂)

A- Absorción de CO₂ (kg CO₂)

HC- Huella de Carbono (kg CO₂)

De acuerdo a los datos anteriores podemos decir que los bosques de Lajas logran recolectar el CO₂ emitido por la actividad de transporte de pasajeros, por lo que existe un superávit de absorción de 56.043.335 kg de CO₂ al año. En similar orden de análisis, al comparar el año 2019 con el 2020 se observa que existe una disminución de las emisiones de la huella de carbono de 36.144,5 kg CO₂, motivado fundamentalmente reducción de actividades a causa de la pandemia y la mejora de eficiencia en el parque de vehículos.

No obstante, se plantea un plan de mejora teniendo en cuenta que las condiciones mejoren y se incrementen los viajes al regresar el país a condiciones normales.

Plan de mejora

Hay que mencionar que la organización tiene la posibilidad de compensar sus emisiones en proyectos que promuevan la reducción de emisiones de GEI. Por lo que la empresa puede contribuir al logro del objetivo global de lucha contra el cambio climático, para ello se plantean una serie de acciones.

- Organizar charlas sobre el tema y los resultados en escuelas y círculos de abuelos.
- Convocar a proyectos comunitarios de reforestación.
- Realizar proyectos para la utilización de ómnibus menos contaminantes (híbridos) en distancias cortas y que estén urbanizadas.
- Utilizar las tecnologías informáticas para reducir el traslado de personas a otros lugares
- Utilización de herramientas informáticas para la monitorización de consumos.
- Medidas de ahorro energético.
- Realización y cumplimiento de revisiones periódicas del vehículo.
- Cambio de neumáticos y comprobación regular del estado técnico.
- Promover los resultados de proyectos en la en las redes sociales y la plataforma del gobierno local

CONCLUSIONES

La guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización

coordinada y elaborada por Oficina Española de Cambio Climático es adaptable a las condiciones de Cuba.

La huella de carbono de la actividad de transporte de pasajeros en el municipio de Lajas para el año 2020 alcanza los 259.925,3 kg CO₂; inferior al 2019 en 36.1144,5 kg CO₂ al disminuir los viajes y la sustitución de 5 ómnibus por otros más eficientes.

Los servicios interurbanos envían la mayor cantidad de emisiones de CO₂ a la atmosfera alcanzando el 56 %. Los bosques de Lajas responden a las emisiones de CO₂ emitidas por el transporte de pasajeros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUAE FUNDACIÓN. (2016). Los árboles son los pulmones del planeta. <https://www.fundacionaquae.org/los-arboles-los-pulmones-del-planeta/>
- Carballo, A. (2009). El ecoetiquetado en base a la huella ecológica y del carbono: Una herramienta de marketing verde. Revista UAI Sustentabilidad, 7.
- Cuba. Oficina Nacional de Estadística e Información. (2019). Anuario Estadístico de Cuba 2019. <http://www.onei.gob.cu/sites/default/files/aec.pdf>
- España. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2020). Factores de emisión. Registro de Huella de Carbono, compensación y Proyecto de absorción de dióxido de carbono. <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/registro-huella.aspx>
- Espíndola, C., & Valderrama, J. O. (2011). Huella del carbono. parte 1: conceptos, métodos de estimación y complejidades metodológicas. *Información tecnológica*, 23(1), 163-176.
- Hertwich E., & Peters, G. P. (2009). Carbon Footprint of Nations: A Global, Trade-Linked Analysis. *Environmental Science & Technology*, 43(16), 6414-6420.
- Oficina Española de Cambio Climático. (2016). Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Padgett, P. (2008). A Comparison of Carbon Calculators. *Environmental Impact Assessment Review*, 28, 106-115.
- Pandey, D., Agrawal, M., & Pandey, J. S. (2010). Carbon footprint: Current methods of estimation. *Environmental Monitoring and Assessment*, 178(1-4), 135-160.
- Plasmann, K., Norton, A., Attarzadeh, N., Jensen, M.P., Brenton, P., & Jones, G. E. (2010). Methodological complexities of product carbon footprinting: A sensitivity analysis of key variables in a developing country context. *Environmental Science & Policy*, 13(5), 393-404

Unión Europea. (2012). Cálculo automático de emisiones totales en relación a los consumos energéticos de sus instalaciones. Fondo Europeo de Desarrollo Regional-Gobierno de Aragón.

Zermeño González, A., & Villatoro Moreno, S. (2012). Estimación del intercambio neto de CO₂ en un cultivo de caña de azúcar durante el ciclo de plantilla. *Agrociencia*, 46(6), 579-591.