



Ciencia en su PC

ISSN: 1027-2887

manuela@megacen.ciges.inf.cu

Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago
de Cuba

Cuba

Conde-García, Rebeca Esther; Berenguer-Ungaro, Mónica
Rosario; Rodríguez-Clavijo, Yilian; Ruiz-Carrión, Ursinio
Evaluación del tratamiento magnético en los sistemas ingenieros
del hotel Villa San Juan a partir de la huella de carbono
Ciencia en su PC, vol. 1, núm. 4, 2021, Octubre-Diciembre, pp. 87-101
Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba
Santiago de Cuba, Cuba

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181371071017>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en 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

**Evaluación del tratamiento magnético en los sistemas ingenieros del hotel
Villa San Juan a partir de la huella de carbono**

**Evaluation of magnetic treatment into engineers' systems at hotel Villa San
Juan considering carbon footprint**

Autores:

Rebeca Esther Conde-García, rebeca@uo.edu.cu¹

Mónica Rosario Berengue-Ungaro, monicab@uo.edu.cu¹

Yilian Rodríguez-Clavijo, yilian_rc@uo.edu.cu¹

Ursinio Ruiz-Carrión, jefe.sstt@casagrande.tur.cu¹

¹Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA). Teléfonos: (+53)
22646376. Santiago de Cuba, Cuba.

RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo calcular la huella de carbono como indicador ambiental para evaluar el efecto de la introducción del tratamiento magnético en los sistemas ingenieros. Para ello se adaptó la metodología propuesta en el Manual de cálculo y reducción de huella de carbono en el sector hotelero en España. En el estudio se calcularon y compararon los kg CO₂equivalente, producto de la fabricación de los acondicionadores magnéticos marca NOVAMG[®], con los emitidos, producto del consumo de electricidad en el Hotel Villa San Juan, antes y después de instalada la tecnología. Se evidenció que la producción de los acondicionadores magnéticos instalados representó solo el 0.0027 % de la huella de carbono obtenida por el uso de estos y que los hábitos de consumo del cliente influyen en el consumo de energía eléctrica en una instalación hotelera.

Palabras clave: tratamiento magnético, huella de carbono, acondicionador magnético.

ABSTRACT

This work aimed to calculate the carbon footprint as an environmental indicator to evaluate the effect of the introduction of magnetic treatment in engineering systems. For this, the methodology proposed in the Manual for the Calculation and Reduction of the Carbon Footprint in the hotel sector in Spain was adapted. In the study, the kg CO₂equivalent produced by the manufacture of NOVAMG[®] brand magnetic conditioners were calculated and compared with those emitted as a result of electricity consumption at the Hotel Villa San Juan, before and after the technology was installed. It is evidenced that and that the production of the installed magnetic conditioners represents only 0.0027% of that obtained from their use and that the customer's consumption habits influence the consumption of electrical energy in a hotel facility.

Keywords: magnetic treatment, carbon footprint, magnetic conditioner.

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial del Turismo (OMT) está encargada de la promoción de un turismo responsable, sostenible y accesible para todos, que tenga en su punto de mira el cumplimiento de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Naciones Unidas, 2015), cuyo alcance es universal. Esta organización ofrece liderazgo y apoyo al sector turístico para ampliar conocimientos e impulsar políticas turísticas en todo el mundo, defender un turismo responsable y promover el turismo como fuerza motriz del crecimiento económico, el desarrollo inclusivo y la sostenibilidad ambiental.

El uso eficiente del agua en el sector turístico, unido a medidas de seguridad apropiadas, gestión de aguas residuales, control de la contaminación y eficiencia tecnológica pueden ser clave para salvaguardar este preciado recurso (ODS 6) (Naciones Unidas, 2015). Este sector, que requiere una aportación energética sustancial, al promover inversiones que conlleven a la eficiencia energética, puede ayudar a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, mitigar el cambio climático e implantar soluciones energéticas nuevas e innovadoras en áreas urbanas, regionales y remotas (ODS 7) (Naciones Unidas, 2015).

La vocación medioambiental de la industria turística en Cuba, su creciente y sostenido desarrollo, en correspondencia con el incremento anual de visitantes, exige eficiencia, higiene, confort, seguridad y alta calidad del producto ofertado al turista.

Dentro de esta industria el sector hotelero es el de mayor relevancia, pues constituye una rama de gran importancia para la economía nacional. Su principal objetivo radica en la prestación de servicios al cliente para satisfacer sus necesidades. Esto se hace posible a partir del empleo de un grupo de recursos y portadores energéticos, entre otros aspectos.

El agua es un elemento vital para las instalaciones hoteleras y su consumo constituye un factor clave en el correcto funcionamiento y óptima explotación del hotel. Si esta no es de excelente calidad, se convertirá en un agente causante de

constantes y serios problemas, como lo son las obstrucciones en sistemas hidráulicos.

La formación de incrustaciones, debido a la dureza del agua, trae como consecuencia la reducción de la capacidad de flujo (Lipus *et al.*, 2016) y, asociado a ello, del diámetro de las tuberías; lo cual incrementa el consumo de portadores energéticos, como la electricidad, con el consiguiente aumento de la emanación de gases con efecto invernadero a la atmósfera y la disminución de los indicadores de eficiencia de la organización. Las incrustaciones también crean una costra sobre las superficies intercambiadoras de calor de los equipos, lo que disminuyendo su eficiencia y aumentando el consumo de combustible (Gálvez, 2010).

Para solucionar este problema uno de los métodos que se utiliza es el tratamiento magnético. Este es un método no invasivo que evita y/o elimina de forma efectiva la formación de incrustaciones (Dobersek & Goricanec, 2014). Su aplicación no afecta las concentraciones de sales existentes en el agua, lo que contribuye a mejorar la eficiencia energética de las instalaciones intercambiadoras de calor debido a su fácil aplicación y la rapidez con que se alcanzan resultados, (Coey, 2012; Jiang *et al.*, 2013; Lipus *et al.*, 2016).

Uno de los dispositivos utilizados para este fin es el acondicionador magnético. En la actualidad estos dispositivos se diseñan con arreglos de imanes permanentes y tienen como ventaja que su instalación es sencilla, ocupa poco espacio y su mantenimiento no es costoso al no poseer piezas móviles (Gilart *et al.*, 2013).

Estudios realizados por Fels (1986) y Borroto (2003), citados por Pérez (2005) y Cabrera y Pérez (2005), entre otros, demuestran que el portador energético de mayor consumo en una instalación hotelera es la electricidad, independientemente del comportamiento cíclico de la actividad turística según la temporada.

El consumo de energía eléctrica en el hotel debería ser proporcional a su ocupación y al uso que el huésped da a la instalación; sin embargo, variables como el clima, tipo de turismo y categoría del hotel influyen en el comportamiento de este indicador (Pérez, 2005).

En el sector hotelero existe un parámetro que define su ocupación: Habitaciones Días Ocupadas (HDO). Este se obtiene a partir de la suma día a día de las habitaciones que han sido ocupadas en el período. Se considera ocupada una habitación cuando se reciben ingresos por ella, aunque el huésped no este físicamente en ella.

Es tendencia mundial expresar el indicador de eficiencia energética en kilowatt-hora por Habitación Día Ocupada (kWh/HDO). Estudios realizados para distintas cadenas hoteleras confirman que este indicador es el más utilizado en Cuba y que, en la estructura de costos de energéticos, la electricidad ocupa el 65-75 % del total, lo cual evidencia la importancia de aplicar mejoras para reducir costos energéticos asociados a este portador energético. En la tabla 1 se muestran los rangos aceptados en este indicador para los diferentes grupos hoteleros (Cabrera y Pérez, 2005).

Tabla 1. Indicador de eficiencia energética en hoteles cubanos

Grupo hotelero	Electricidad (kWh/HDO)
Gran Caribe	14-30
Horizontes	35-40
Gaviota	35-40
Cubanacán	30-60
Islazul	27-60

Fuente: autores

La industria turística tiene la meta de desarrollar un turismo sustentable, que para Chávez *et al.* (2006) significa encontrar un balance apropiado entre actividad turística, desarrollo económico, protección ambiental y satisfacción de necesidades de turistas y habitantes locales. Sin embargo, se reconoce que esta industria tiene el reto de disminuir y mitigar los impactos. Entre estos destacan la descarga de aguas residuales sin un previo tratamiento, la sobreutilización de la energía y el recurso hídrico potable, la ausencia de un manejo integral de los desechos generados, la falta de educación ambiental, tanto a nivel de empresa

como de los actores relacionados directamente e indirectamente con esta, y la falta de responsabilidad social empresarial (Chávez, 2014).

Por otro lado, todos los productos (bienes o servicios) que se consumen tienen algún impacto sobre el medioambiente, entre otros aspectos, por la emisión de gases contaminantes durante su producción, almacenamiento, transporte, uso y disposición final. La importancia de estimar y reducir las emisiones de algunos de estos gases se encuentra en su aporte al llamado efecto invernadero.

Para minimizar el efecto del calentamiento global es importante realizar una adecuada gestión ambiental, como paso al desarrollo de la conciencia ambiental, que se refleje en políticas gubernamentales de protección ambiental y en respuestas producidas por los agentes económicos (Delgado, 2013).

Para lograr lo anterior se han desarrollado diferentes herramientas, una de ellas es la huella ecológica. Esta constituye un método para calcular los efectos del desarrollo económico sobre el medioambiente, es un indicador biofísico basado en el área de superficie que cuantifica la intensidad del uso de los recursos y desechos generados por este uso en un área específica, en relación con la capacidad del área de recuperación (Tobasura, 2008).

En los últimos años el concepto de huella de carbono ha aumentado su importancia dentro de la difusión medioambiental, aunque la literatura reconoce la ausencia de una clara definición que sea comúnmente aceptada (Martínez, 2007).

También ha aumentado la proporción de consumidores que deciden comprar en base a la reputación ética, social o medioambiental (Wulf, 2012) sobre la base de la responsabilidad social que han asumido algunas empresas que identifican, mediante el etiquetado energético, la categoría de consumo de energía del producto que se comercializa (Parlamento Europeo, 2010).

Sin embargo, la huella de carbono (HdC), definida en forma muy general, representa la cantidad de gases efecto invernadero (GEI) emitidos a la atmósfera derivados de las actividades de producción o consumo de bienes y servicios (Espíndola y Valderrama, 2012).

La medición de la huella de carbono (HdC) consiste en evaluar las actividades del proceso productivo que emiten GEI a la atmósfera, directa o indirectamente, y sumar todas las emisiones para obtener un resultado en toneladas de CO₂ equivalente. Actualmente, los métodos principales presentados en la literatura para el cálculo de la HdC en empresas, organizaciones, servicios, procesos y bienes son:

- ISO 14064: Esta norma puede ser usada por cualquier organización, detalla los principios y requerimiento para el diseño, desarrollo, gestión y elaboración de un informe de huella de carbono. Establece la metodología para el cálculo de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) emitidos durante todo el ciclo de vida de un producto. Está basada en la PAS 2050.
- Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GEI Protocol): provee una guía minuciosa para empresas interesadas en cuantificar e informar de sus emisiones de GEI.
- Método Compuesto de las Cuentas Contables (MC3): Presenta un enfoque a la organización, que incluye un enfoque *bottom-up* para los productos de entrada y *top-down* para los productos de salida, lo cual posibilita el cálculo simultáneo de la huella de organizaciones y de productos. La totalidad de los datos se obtiene a partir de las cuentas contables de la organización, lo que permite una relación total entre el aspecto económico y el aspecto ambiental de la organización.

MATERIALES Y MÉTODOS

Partiendo del estudio realizado a las aguas de Santiago de Cuba, se decidió por el Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA) realizar una investigación de mercado dirigida a los sistemas ingenieros de las instalaciones hoteleras de Santiago de Cuba. Esta arrojó problemas de incrustaciones en las redes hidrosanitarias debido a la dureza del agua que circula por estas, con el consecuente deterioro de hieleras, cafeteras, fregadoras automáticas, calderas,

calentadores de agua y calentadores solares; así como aguas turbias persistentes, floración de algas y manchas oscuras en las paredes de las piscinas.

Tomando en consideración que las aguas con mayor dureza total son las de los pozos de San Juan y que de estas se alimenta el Hotel Villa San Juan, se acordó con la dirección del hotel realizar el levantamiento diagnóstico de los sistemas ingenieros.

Para la realización de este trabajo se siguieron, en los cuatro primeros pasos, la metodología propuesta en el *Manual de cálculo y reducción de huella de carbono en el sector hotelero* (Jiménez *et al.*, 2020), por ser genérica y basarse en la norma ISO-14064 y en el GEI *Protocol*. A esta se le incorporó un quinto paso, donde se compararon las huellas de carbono producto de la fabricación de los acondicionadores magnéticos en el Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA) y las del Hotel Villa San Juan, antes y después de instalados los acondicionadores magnéticos.

En el primer paso se determinó el alcance. Esto significa establecer cuáles eran las fuentes generadoras de GEI que se iban a considerar para la huella de carbono y cuáles las que no se iban a considerar.

En el segundo paso se cuantificaron los portadores energéticos utilizados para obtener bienes y/o servicios, para lo cual se adaptó la tabla del Observatorio de la Sostenibilidad de España para las Emisiones Indirectas (Tabla 2) (Jiménez *et al.*, 2020).

Tabla 2. Registro de los portadores energéticos

Alcance 2. Emisiones indirectas			
Criterio de evaluación	Período	kWh	kg CO ₂ equivalente
Antes			
Después			

Fuente: autores

El tercer paso consistió en seleccionar los factores de conversión de cada portador energético. El factor de conversión de cada portador energético se seleccionó a partir de la Tabla 3.

Tabla 3. Factores de conversión para el cálculo de kg CO_{2equivalente}

Fuente Energética	Unidad	Factor de conversión
Electricidad	kWh	0,495 kg CO _{2equivalente} /kWh
Gas natural	m ³	1,7 kg CO _{2equivalente} /m ³
Gasolina vehículo	litros	2,35 kg CO _{2equivalente} /litro
Gasóleo vehículo	litros	2,6 kg CO _{2equivalente} /litro

Fuente: autores

En el paso cuatro se calcularon los kg de CO_{2equivalente}. Para ello se completó la Tabla 2 al multiplicar el consumo por el factor de conversión correspondiente. Este ciclo se repite para los siguientes contextos: huella de carbono de la fabricación de los acondicionadores magnéticos y huella de carbono del Hotel Villa San Juan, antes y después de instalar los acondicionadores magnéticos.

La ejecución del quinto paso radicó en la comparación de los resultados con el objetivo de:

- Conocer si se reduce la huella de carbono de la organización debido a la introducción de los acondicionadores magnéticos. Para esto debe cumplirse que los Kg CO_{2equivalente} de la instalación después de instalar los acondicionadores magnéticos sean menores que los Kg CO_{2equivalente} de la instalación antes de instalar los acondicionadores magnéticos.
- Conocer si la tecnología introducida es amigable con el medioambiente, de cumplirse como condición que los Kg CO_{2equivalente} producto de la fabricación de los acondicionadores magnéticos sean menores que los Kg CO_{2equivalente} luego de la introducción de los acondicionadores magnéticos en los sistemas ingenieros.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Para la evaluación de la huella de carbono se escogió el período comprendido entre 2014 y el primer semestre de 2021. Se tomó como referencia el consumo de electricidad antes de introducir la tecnología (2014) y se comparó con los valores obtenidos después de instalar los acondicionadores magnéticos (2015 a 2021).

El diagnóstico a los sistemas ingenieros escogidos se realizó en 2014. Dio como resultado que la alimentación de estos es mediante tuberías de PVC expuestas con diámetro de $\frac{1}{2}$ a 2 pulgadas. El resultado de los análisis de agua realizados reafirmó que el agua con la que se trabaja en el hotel es dura (492.29 ppm), sobresaturada con respecto al CaCO_3 , con tendencia incrustante, según el cálculo de los Índices de Langelier (1.18) y de Ryznar (5.48) (Russell, 1995). Mediante observación se evidenció la presencia de incrustaciones en calentadores eléctricos, lavavajillas, hieleras, cafeteras eléctricas y filtros de piscina, así como la necesidad de cambio de herrajes de tanque y baño en las habitaciones.

Para mitigar los problemas asociados a la presencia de las incrustaciones en estos sistemas ingenieros, en 2015 la dirección del hotel decidió instalar en diferentes áreas del hotel 18 acondicionadores magnéticos marca NOVAMAG® y evaluar durante un año los resultados de la aplicación de esta tecnología. Por los resultados obtenidos, el período de evaluación se extendió hasta el primer semestre de 2021.

Siguiendo los tres primeros pasos de la metodología descrita en los materiales y métodos, el alcance es de nivel 2: emisiones indirectas, solo se incurre en gasto de electricidad. Los datos de consumo de electricidad se tomaron de la factura eléctrica del hotel, se seleccionó como factor de conversión 0,495 Kg $\text{CO}_{2\text{equivalente}}/\text{kWh}$, acorde con lo mostrado en la tabla 3.

Los acondicionadores magnéticos NOVAMAG® son diseñados, desarrollados, producidos y comercializados por el CNEA. Su marca y diseño se encuentran registrados en la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI), con el número 2013-0295.

Para la fabricación de un acondicionador magnético se sigue la carta tecnológica del CNEA y de esta se conoce que se consumen 1.16 kWh. La aplicación del cuarto paso dio como resultado que para la producción de los 18 dispositivos se consumieron 20.88 kWh, lo que significa que se emitieron a la atmósfera 10.34 Kg CO₂equivalente.

Por la importancia que para el sector hotelero tiene la relación kWh/HDO, en la tabla 4 también se resumen estos datos, siendo el Registro Contable Anual la fuente de información primaria.

Tabla 4. Resumen de consumo de electricidad, Kg CO₂equivalente, HDO y kWh/HDO antes y después de aplicada la tecnología

Alcance 2. Emisiones indirectas				Otros indicadores	
Criterio de evaluación	Período	kWh	Kg CO ₂ equivalente	HDO	kWh/HDO
Antes	2014	826632	409182,84	25943	31,86
Después	2015	747277	369902,12	26200	28,52
	2016	785343	388744,79	26257	29,91
	2017	897279	444153,11	26282	34,14
	2018	911640	451261,80	26549	34,34
	2019	884429	437792,36	24393	36,26
	2020	871834	431557,83	26133	33,36
	2021 (Semestre I)	371321	183803,90	12815	28,98

Fuente: autores

Los valores que aparecen en la tabla 4 evidencian una reducción de la huella de carbono del hotel en los dos primeros años, después de la introducción de los acondicionadores magnéticos, y el incremento de esta, a partir del tercer año.

En el primer año de evaluación (2015) se dejaron de consumir, con respecto al año de referencia, 79 355 kWh, lo que equivale al consumo de electricidad durante un mes de temporada alta en el hotel. De igual manera, en 2016 se consumieron 41 289 kWh menos que en 2014. Se dejaron de emitir a la atmósfera 59 718.18 Kg

CO₂equivalente. Esto significa que la huella de carbono se redujo en ese período en un 14.6 %.

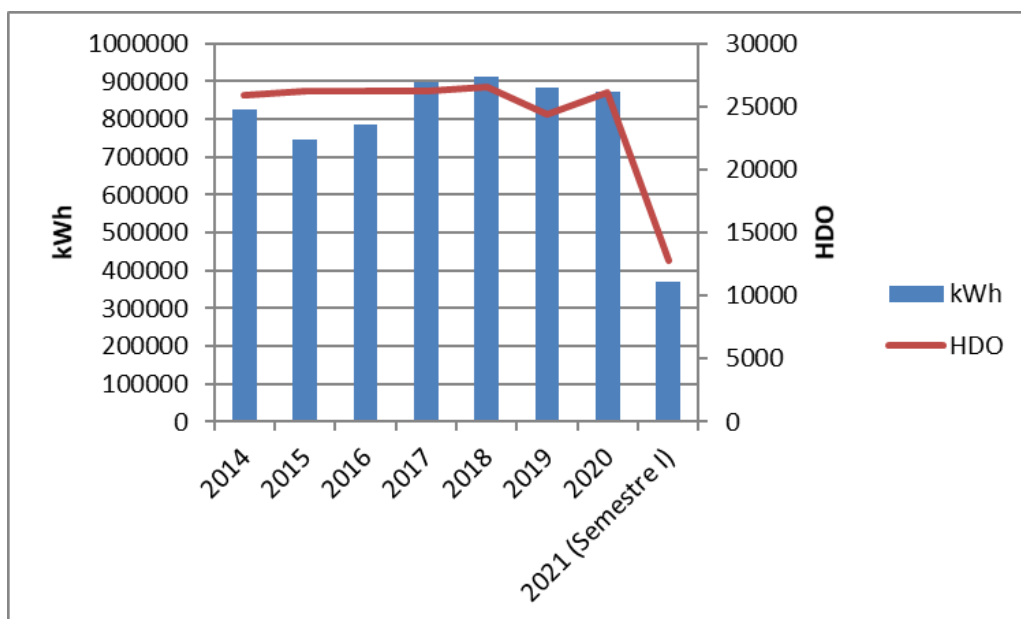
En los próximos cuatro años (2017 a 2020) se evaluó el incremento promedio del consumo de electricidad en 7.8 % (64 663.50 kWh) respecto a 2014 y el aumento proporcional de la huella de carbono (32 008.43 Kg CO₂equivalente).

Al comparar los valores obtenidos en el primer semestre de 2021 con los de igual período en 2014, se aprecia una ligera disminución de ambos indicadores (41 995 kWh y 20 787.53 Kg CO₂equivalente dejados de consumir y emitir respectivamente).

El cliente valoró las condiciones de confort en habitaciones con respecto al servicio de agua caliente las 24 horas y la transparencia del agua, entre otros parámetros.

Considerando que se analizó un período de siete años y seis meses, así como la importancia que confiere el sector al indicador kWh/HDO hotel, se graficaron los valores correspondientes de la tabla 4, como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Consumo de electricidad y nivel de ocupación en el período 2014-Semestre I de 2021



Fuente: autores

En la gráfica se observa que en los dos primeros años de aplicación del tratamiento magnético disminuyó el consumo de energía eléctrica y el HDO se mantuvo estable, con un incremento de solo un 1 % con respecto al año base.

En el período 2017 a 2019 no se realizaron cambios tecnológicos en el hotel. La instalación incrementó su HDO promedio anual en 1.46 % en relación con el año 2014. El incremento en el consumo de energía eléctrica estuvo en correspondencia con la diversificación de los servicios extrahoteleros. Este aspecto se confirmó en 2019 al decrecer en 5.9 % el HDO, lo que estuvo asociado con la reparación del 50 % de las habitaciones del hotel.

Sin embargo, en 2020 y 2021 se apreció un discreto incremento (0.74 %). Esto se debe a que la instalación continuó prestando servicios dentro de las limitaciones y regulaciones impuestas por la pandemia de Covid19, pues acogió a trabajadores de otras provincias que debían permanecer en Santiago de Cuba. Es preciso señalar que este tipo de cliente tiene hábitos de descanso diferentes a los de un turista común, ya se mantiene la mayor parte del tiempo en la habitación, lo cual incrementa el consumo de energía eléctrica.

Al comparar el indicador de eficiencia energética kWh/HDO mostrado en la tabla 4 con el de la cadena hotelera Islazul (tabla 3), se constata que el mismo se mantiene de forma favorable dentro del rango de comportamiento aceptado (27-60).

La huella de carbono debido a la fabricación de los acondicionadores magnéticos es de 10.34 Kg CO_{2equivalente} y el promedio obtenido en seis años y seis meses después de la introducción de estos en los sistemas ingenieros del hotel Villa San Juan es de 386 745.13 Kg CO_{2equivalente}. La huella de carbono producto de la fabricación de los acondicionadores magnéticos representa 0.0027 % de la obtenida por el uso de estos en el hotel. Por tanto, la contaminación que se produce por la fabricación de los acondicionadores magnéticos es menor que la producida por la utilización de los equipos, lo que representa que la tecnología introducida es sostenible y amigable con el medioambiente.

CONCLUSIONES

Se incorporó en la evaluación ambiental la huella de carbono, no solo para la fabricación de los acondicionadores magnéticos, sino una vez puestos en explotación. Se evidenció que los hábitos de consumo del cliente influyen en el consumo de energía eléctrica en una instalación hotelera. La huella de carbono, producto de la fabricación de los acondicionadores magnéticos marca NOVAMG® instalados, representa solo el 0.0027% de lo obtenido por el uso de estos, lo que indica que la tecnología propuesta es amigable con el medioambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cabrera, O. y Pérez, Y. (2005). *Reflexiones sobre el consumo energético en el sector hotelero cubano*. <https://www.monografias.com/trabajos14/cons-energetico-cuba/cons-energetico-cuba.shtml>

Chávez Dagostino, R. M., Cifuentes Lemus, J. L., Andrade Romo, E. y Espinoza Sánchez, R. (2006). Huella ecológica y turismo sustentable. *Revista Teoría y Praxis*, 2, 147-156. <http://www.teoriaypraxis.uqroo.mx/doctos/Numero2/Chavez-Cifuentes-Andrade-Espinoza.pdf>

Chávez Agüero, C. E. (2014). Elaboración de un protocolo de gestión ambiental para micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES) de turismo rural comunitario en Costa Rica, que facilite el proceso de reducción de huella de carbono en sus actividades. *Revista Investigación en Turismo y Desarrollo Local*, 7(16). <http://www.eumed.net/rev/turydes/16/huellas-carbono.html>

Coey, J. (2012). Magnetic water treatment – how might it work? *Philosophical Magazine*, 92(31), 3857-3865. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14786435.2012.685968>

Delgado Cobas, L. (mayo-agosto 2013). La huella ecológica como herramienta en la gestión ambiental. *Revista Santiago*, 131, 456-468. <http://ojs.uo.edu.cu/index.php/stgo/article/view/145130212>

Dobersek, D. & Goricanec, D. (2014). An experimentally evaluated magnetic device's efficiency for water-scale reduction on electric heaters. *Energy*, 77, 271-278. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.09.024>

Espíndola, C. y Valderrama, J. O. (2012). Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas. *Revista Información Tecnológica*, 23(1), 163-176. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642012000100017

Gálvez Vidaurre, C. (2010). Uso del desincrustante magnético (DM) para mejorar la calidad del agua en la industria. *Revista Ingeniería Industrial*, 28, 139-152. http://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/244/220

Gilart González, F., Deás Yero, D., Ferrer Albear, D., López Juanes, P., Ribeaux Kindelán, G. & Castillo Bonne, J. (2013). High flow capacity devices for anti-scale magnetic treatment of water. *Revista Chemical Engineering & Processing: Process Intensification*, 70, 211-216. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0255270113000883>

Jiang, L., Zang, J. & Li, D. (2013). Effects of permanent magnetic field on calcium carbonate scaling of circulating water. *Desalination and water treatment*, 53(5), 1-11. <https://www.researchgate.net/publication/271759133>

Lipus, L. C., Hamler, A., Ban, I. & Ačko, B. (2016). Permanent magnets for water-scale prevention. *Advances in production engineering*, 10(4), 209-216. <http://dx.doi.org/10.14743/apem2015.4.203>

Jiménez Herrera, L. M., de La Cruz Leyva, J. L. y Chao Janeiro, M. (2020). *Manual de cálculo y reducción de huella de carbono en el sector hotelero*. Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE) <https://josechuferreras.files.wordpress.com/2011/12/manual-hoteles-huella-carbono.pdf>

Martínez Castillo, R. (2007). Algunos aspectos de la huella ecológica, *Revista InterSedes*, VIII(14), 11-25. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66615071002>

Pérez Dorta, Y. (2005). *Modelo matemático de consumo energético en Hoteles*. <https://www.gestiopolis.com/modelo-matematico-consumo-energetico-hoteles/>

Naciones Unidas (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible* (Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015). Nueva York: autor. https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_es.pdf

Russell W., L. (1995). *Control de incrustaciones en instalaciones hidráulicas de edificios*. México: Editorial McGraw – Hill.

Tobasura Acuña, I. (2008). Huella ecológica y biocapacidad: indicadores biofísicos para la gestión ambiental. El caso de Manizales, Colombia. *Revista Luna Azul*, 26, 119-136.
<http://lunazul.ucaldas.edu.co/index.php?option=content&task=view&id=374>

Wulf Betancourt, E. (2012). Impacto de la huella de carbono en la competitividad exportadora regional. *Revista Universitaria Rutan*, 13.
<http://revistas.userena.cl/index.php/ruta/article/view/215>

Recibido: 13 de marzo de 2021

Aprobado: 18 de julio de 2021