

ORIGINAL

Recibido: 12/4/2023
 Aceptado: 7/5/2023
 Publicado: 2/6/2023
 e202306044es

el-e11

*Carbon footprinting
 the Emergency Departments
 in the United Kingdom:
 an assessment tool*

Los autores declaran
 que no existe ningún
 conflicto de intereses

CORRESPONDENCIA

Macarena Romero Martín
 Facultad de Enfermería,
 Campus El Carmen,
 Universidad de Huelva,
 Avda. Tres de Marzo, s/n,
 CP 21071, Huelva, España.
macarena.romero@denf.uhu.es

CITA SUGERIDA

Rodríguez-Jiménez L, Romero-Martín M, Gómez-Salgado J. Impacto medioambiental de los servicios de Urgencias en la Salud Pública: una herramienta de valoración. *Rev Esp Salud Pública.* 2023; 97: 2 de junio e202306044es.

Impacto medioambiental de los servicios de Urgencias en la Salud Pública: una herramienta de valoración

AUTORES

Lucas Rodríguez-Jiménez (1)
 Macarena Romero-Martín (2)
 Juan Gómez-Salgado (3,4)

FILIACIONES

- (1) *Emergency Department, Royal Free London NHS Foundation Trust.* Londres, Reino Unido.
- (2) *Departamento de Enfermería, Universidad de Huelva.* Huelva, España.
- (3) *Departamento de Sociología, Trabajo Social y Salud Pública, Universidad de Huelva.* Huelva, España.
- (4) *Programa de Posgrado de Seguridad y Salud, Universidad Espíritu Santo.* Guayaquil, Ecuador.

RESUMEN

FUNDAMENTOS // El cambio climático está directamente relacionado con el aumento de ciertas patologías como enfermedades cardiovasculares, respiratorias y/o infecciosas, así como con la desnutrición, provocada por la reducción de los alimentos disponibles, y el deterioro de la salud mental. La evidencia ha señalado que los servicios sanitarios son responsables del 4%-5% de las emisiones de gases efecto invernadero en todo el mundo. El objetivo de este estudio fue diseñar una herramienta de evaluación de la huella de carbono de los servicios de Urgencias.

MÉTODOS // Se diseñó la herramienta a través de cinco etapas. En primer lugar, se seleccionaron las categorías a incluir en la herramienta desde una revisión de la literatura. Posteriormente, se determinaron el alcance y límites, se seleccionaron los factores de conversión, se recopilaron datos del servicio de Urgencias del *Royal Free Hospital* de Londres como sitio piloto y se seleccionó el método de cálculo de la huella de carbono.

RESULTADOS // La herramienta resultante se dividió en tres ámbitos, y cada ámbito en una o más categorías que contienen varios elementos. Los datos se recopilaron de diferentes fuentes, como facturación, medidores, auditorías y encuestas. La herramienta se presentó en un documento de *Microsoft Excel*.

CONCLUSIONES // Esta herramienta de evaluación de carbono ofrece una oportunidad para monitorear las emisiones de carbono en los servicios de Urgencias. Pretende proporcionar una valoración de la huella de carbono de referencia, identificando puntos críticos de emisión dentro del servicio, que puede dar lugar a iniciativas ambientales locales.

PALABRAS CLAVE // Huella de carbono; Emisiones de gases efecto invernadero; Servicios de Urgencias; Evaluación del ciclo de vida; Impacto medioambiental.

ABSTRACT

BACKGROUND // Climate change is directly related to increasing medical conditions such as cardiovascular, respiratory and/or infectious diseases, as well as malnutrition and mental illness caused by the reduction of available food and the growth of situations with significant emotional impact, respectively. Evidence showed that healthcare services are responsible for 4-5% of the greenhouse gas emissions worldwide. The aim of this study is the development of an assessment tool to evaluate the carbon footprint of emergency departments.

METHODS // The development of the proposed assessment tool followed five stages. Firstly, the categories of GHGs to be included in the assessment tool were determined through a literature review. This was followed by establishment of scopes and boundaries, selection of conversion factors, collection of data from the Emergency Department at the Royal Free Hospital in London as a pilot site, and finally, the development of methodology to assess the carbon footprint.

RESULTS // The assessment tool was divided in three scopes and each scope included one or more categories containing several items. Data was collected from different sources such as meters invoicing and billing, auditing, and surveys. The tool is presented in a *Microsoft Excel* document.

CONCLUSIONS // This carbon assessment tool offers an opportunity to monitor carbon emissions in emergency departments, aiming to proliferate environmental strategies. The assessment tool seeks to provide a baseline carbon footprint assessment, identifying carbon hotspots within the department. The identification of these areas of intensive carbon emissions can help guide and focus local environmental initiatives that later can be monitored with a follow-up assessment to evaluate their effectiveness.

KEYWORDS // Carbon footprint; Greenhouse gases emissions; Emergency departments; Life cycle assessment; Environmental impact.

INTRODUCCIÓN

EL CAMBIO CLIMÁTICO SE PUEDE DEFINIR como el cambio en las temperaturas y los patrones climáticos consecuencia del aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero liberadas por la actividad humana a la atmósfera (1). Los Gases de Efecto Invernadero (GEI) son aquellos que contribuyen a retener el calor dentro de la atmósfera terrestre provocando el calentamiento global y cambiando el clima de la Tierra, lo que se denomina efecto invernadero (2). El aumento de la temperatura global conduce a condiciones climáticas extremas, como olas de calor, inundaciones, sequías y/o desastres naturales (3). Además, el cambio climático está directamente relacionado con el aumento de ciertas patologías como enfermedades cardiovasculares, respiratorias y/o infecciosas, así como con la desnutrición, provocada por la reducción de los alimentos disponibles, y el deterioro de la salud mental, como consecuencia del aumento de situaciones de impacto emocional significativo (4). Solo en 2022, 7,6 millones de personas fueron desplazadas en Pakistán a causa de las inundaciones (5). También se observó un aumento del 68% de las muertes relacionadas directamente con el calor, causadas por olas de calor entre 2000 y 2021. El cambio climático favorece también la proliferación y propagación de enfermedades infecciosas como, por ejemplo, el dengue, cuyas condiciones favorables para su propagación han aumentado un 30% en Europa en comparación con datos de la década de 1950. El aumento de las temperaturas también está causando el adelanto de la época floral, comparado con datos de hace cuarenta años, y, por tanto, aumentando los alérgenos y las alergias, lo cual afecta actualmente a un 40% de la población mundial (6). El impacto del cambio climático en la salud de las personas ya es perceptible y se espera que aumente en los próximos años.

Según el *Acuerdo de París* de 2015, los GEI son: dióxido de carbono (CO₂); metano (CH₄); óxido nitroso (N₂O); hidrofluorocar-

bonos (HFC); perfluorocarbonos (PFC); hexafluoruro de azufre (SF₆); y trifluoruro de nitrógeno (NF₃). El CO₂ representa el 86% de los GEI; por eso, en la literatura, incluido este documento, el término *huella de carbono* hace referencia a las emisiones de gases de efecto invernadero, aunque incluye al resto de todos los GEI (7). La huella de carbono se puede definir como la mejor estimación posible de las emisiones de GEI producidas por la actividad humana (8). Los GEI se clasifican en emisiones directas (aquellas sobre las que una persona u organización tiene el control directo) y emisiones indirectas (aquellas relacionadas con la actividad de la persona u organización, pero en las que no se tiene control de la fuente). Según el *Greenhouse Protocol* (9), las emisiones de GEI se pueden dividir en tres alcances:

- **Alcance 1:** incluye las emisiones directas producidas por la organización, por ejemplo, las emisiones consecuencia del uso de combustible para calefacción, del uso de gases anestésicos y/o del transporte de mercancías.
- **Alcance 2:** incluye las emisiones indirectas producidas por la electricidad que se ha producido en otro lugar y que están fuera del control de la organización.
- **Alcance 3:** incluye el resto de las emisiones indirectas, que son principalmente las relacionadas con la cadena de suministro, y sobre las que la organización no tiene control directo.

El análisis de la huella de carbono puede seguir principalmente tres metodologías: evaluación del ciclo de abajo hacia arriba; evaluación del ciclo de arriba hacia abajo (o análisis económico de entradas y salidas); y la combinación de los dos métodos anteriores, también conocido como modelo híbrido (10). La evaluación del ciclo de abajo hacia arriba consiste en el análisis de las emisiones de carbono atribuidas a cada elemento de un artículo, y se convierten en equivalente de car-

bono utilizando un factor de conversión. La evaluación del ciclo de arriba hacia abajo o el modelo económico utiliza el dinero gastado en cada artículo, y esto se multiplica por un factor de conversión. Y el modelo híbrido combina ambos modelos. Para el cálculo de la huella de carbono de una organización se realiza una estimación aproximada. Es preciso cuantificar la actividad generadora de las emisiones y multiplicar por un factor de conversión, que representa la cantidad de GEI emitidos por cada unidad de actividad. La unidad de medida de la huella de carbono es el CO₂eq (equivalente de CO₂), tomándose este gas como referencia por ser el que más influye en el calentamiento global (11).

La evidencia ha revelado que los sistemas sanitarios son responsables del 4%-5% de las emisiones de GEI en todo el mundo (12). En 2015, los Estados miembros de las Naciones Unidas, ante la crisis del planeta como espacio sostenible para albergar a todas las personas de forma justa e igualitaria, establecieron 17 *Objetivos de Desarrollo Sostenible* en 2015 para preservar el planeta y mejorar la vida de todas las personas, y anticiparon alcanzarlos para 2030 (13). Estos *Objetivos de Desarrollo Sostenible* incluyen, entre otros: hambre cero; buena salud y bienestar; agua limpia y saneamiento; energía limpia y asequible; ciudades y comunidades sostenibles; y acción climática. Los *Objetivos de Desarrollo Sostenible* están interrelacionados y configuran una estrategia global, ya que, por ejemplo, los objetivos de reducir las enfermedades tropicales o reducir las muertes y enfermedades debidas a productos químicos peligrosos y a la contaminación, así como la contaminación del aire, el agua y el suelo, están relacionados con la acción climática. Los objetivos de la acción climática tienen como meta fortalecer la resiliencia climática, integrar las medidas contra el cambio climático en las políticas, estrategias y planificaciones nacionales, mejorar la educación y crear conciencia, crear un Fondo Verde para el Clima y promover el cambio relacionado con el clima.

El Servicio Nacional de Salud (NHS) del Reino Unido fue el primer sistema de salud en introducir políticas de emisiones de CO₂ en la legislación, con el objetivo de reducir sus emisiones netas de carbono a cero para 2040 (14). Además, los informes del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) destacan la importancia de las iniciativas regionales y locales para reducir las emisiones de carbono (15). Las iniciativas sostenibles locales en materia de salud pueden tener un impacto significativo en la reducción de las emisiones de carbono y producir un efecto de bola de nieve en otros servicios de salud; sin embargo, se necesita evidencia para respaldar esas iniciativas (8). El proyecto *Green Emergency Department* (Green ED) es una iniciativa liderada por el *Royal College of Emergency Medicine* (RCEM) con el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de la actividad asistencial en los servicios de Urgencias.

El desarrollo de herramientas para evaluar la huella de carbono de los servicios sanitarios ayuda a proporcionar evidencia del impacto ambiental de su actividad y facilita la identificación de áreas de emisiones crítica para reducir la huella de carbono. El objetivo de este estudio fue diseñar una herramienta de evaluación de la huella de carbono de los servicios de Urgencias.

MATERIAL Y MÉTODOS



LA METODOLOGÍA PARA DESARROLLAR LA herramienta de evaluación de la huella de carbono de los servicios de Urgencias siguió los siguientes pasos:

- Selección de las categorías incluidas en la herramienta de valoración, a través de una revisión de la literatura.
- Determinación de alcances y límites.
- Selección de factores de conversión.

Impacto medioambiental de los servicios de Urgencias en la Salud Pública: una herramienta de valoración.

LUCAS RODRÍGUEZ-JIMÉNEZ et al.

Rev Esp Salud Pública
Volumen 97
2/6/2023
e202306044es

- ◀
- Recogida de datos.
- Método de evaluación de la huella de carbono.

Selección de categorías. En primer lugar, el equipo de investigación realizó una revisión de la literatura para identificar las categorías más comunes analizadas previamente en los documentos de evaluación de la huella de carbono en el campo de la salud. La revisión bibliográfica se condujo utilizando las bases de datos de *Medline*, *Web of Science*, *CINAHL* y *Cochrane*, con las palabras claves: *huella de carbono*, *gases de efecto invernadero*, *evaluaciones de ciclo de vida y salud*. Dicha revisión reveló que las categorías analizadas en los estudios seleccionados fueron: energía y calefacción; gases anestésicos; transporte de mercancía; consumo eléctrico; *catering* y alimentos; desechables y consumibles; equipos médicos y no médicos; productos farmacéuticos; transporte; desechos; y agua. El equipo de investigación consideró que todas estas categorías podrían proporcionar una evaluación integral de la huella de carbono y todas ellas se incluyeron en este estudio, aunque los gases anestésicos y el transporte de mercancías se adaptaron para la realidad de los servicios de Urgencias.

Alcance y límites. La herramienta fue diseñada para el periodo de tiempo que el usuario considere oportuno para su medición. Las premisas para el empleo de esta herramienta en un servicio de Urgencias incluyen todas las áreas en las que se brinde atención de emergencia (como sala de espera, zona de *boxes* y/o *box* de críticos) para adultos y/o pacientes pediátricos. También se incluyó el departamento de radiología compartido o utilizado exclusivamente por el servicio de Urgencias. Además, se incluyeron las oficinas de administración que se encuentran dentro de las instalaciones de Urgencias y que forman parte de su gestión y funcionalidad. Este estudio no incluyó la infraestructura de edificios, los servicios de apoyo (como servicios

financieros u otros servicios administrativos) y otros servicios de diagnóstico (como laboratorios o departamentos de imágenes, los departamentos de medicina nuclear o ultrasonido). Otros servicios, como los servicios de ambulancia, se incluyeron como método de transporte; sin embargo, no se incluyó la huella de carbono originada por la actividad mientras el paciente está en la ambulancia (por ejemplo, el uso de desechables). Los servicios de lavandería tampoco fueron incluidos por ser un servicio externo de Urgencias y no disponerse de factores específicos de conversión, lo que hace que los datos sean inaccesibles (16,17).

Selección de factores de conversión. Los factores de emisión utilizados para esta herramienta se basaron en los datos proporcionados por el Departamento de Medio Ambiente, Alimentos y Asuntos Rurales (*DEFRA* en inglés). *DEFRA* proporciona factores de conversión anuales para las organizaciones que informan sobre sus emisiones de GEI. Los datos proporcionados por *DEFRA* son de fácil acceso, los factores de conversión están actualizados y tienen un reconocimiento internacional. La única excepción fue la categoría de residuos, ya que *DEFRA* no proporciona datos específicos para los residuos de los servicios de salud; en este caso, se utilizaron los factores de conversión proporcionados por Rizan *et al.* (18).

Recogida de datos. Las fuentes de datos se identificaron en la revisión bibliográfica previa y el equipo de investigación llevó a cabo una recopilación de datos clave, creando un inventario detallado de todos los artículos incluidos en cada categoría. Se seleccionó el servicio de urgencias del *Royal Free Hospital* de Londres como sitio piloto para la búsqueda y recopilación de datos, la cual fue llevada a cabo entre noviembre de 2022 y febrero de 2023. Los datos se recopilaron a través de la observación y los registros hospitalarios. Se utilizó *Microsoft Excel* para *Mac*, Versión 16.25 para la organización de los datos recopilados y los cálculos.

- **Energía, calefacción, consumo eléctrico y agua.** Los datos sobre energía, calefacción, electricidad y agua generalmente se obtienen de los contadores; sin embargo, los contadores específicos para los servicios de Urgencias rara vez están disponibles. Para esta herramienta de evaluación se siguió el enfoque utilizado por Prasad *et al.* (19), según el cual se multiplica el consumo total del Centro por la superficie del servicio de Urgencias y se divide por la superficie total del Centro. Esta fórmula puede proporcionar una estimación del consumo concreto del servicio y, posteriormente, su huella de carbono. Estos datos se pueden obtener de la empresa proveedora o del equipo de administración gracias a la facturación. El uso específico de energías verdes no se incluyó en la calculadora; sin embargo, el uso de energías verdes se incluye en los factores de conversión proporcionados por DEFRA, por lo que el aumento del uso de energías verdes disminuirá el factor de conversión.
- **Gases anestésicos.** Se observó que los gases anestésicos rara vez se usan en el servicio de Urgencias y, cuando se usan, normalmente los gestiona el equipo de anestesiistas en lugar de los médicos de Urgencias. Por lo tanto, esta categoría solo incluía el óxido nítrico y el metoxiflurano, que a menudo se utilizan como anestesia de acción breve.
- **Transporte de mercancías.** El transporte de mercancías se excluyó de nuestra herramienta de evaluación. Este transporte a menudo está controlado por el Centro en lugar de los departamentos, por lo que el análisis del transporte de mercancías específico para el servicio de Urgencias no fue accesible ni factible para este estudio. Sin embargo, el transporte de pacientes a diferentes servicios dentro de la misma institución si se incluyeron en esta categoría, ya que representan emisiones directas controladas por el propio servicio. El transporte interhospitalario se puede definir en

este estudio como el transporte de pacientes entre diferentes centros sanitarios institucionales, por ejemplo, a quienes requieren consultas de especialistas o pruebas diagnósticas que no están disponibles en el Centro propio. Sin embargo, los servicios de ambulancia como medio de transporte para que los pacientes vayan desde su casa o lugar del incidente al hospital se categorizaron como emisiones indirectas y se analizaron en otra categoría.

- **Desechables/consumibles y productos farmacéuticos.** Los datos de material desechable o fungible y de productos farmacéuticos se pueden obtener de los registros de pedidos del servicio. Los registros del servicio deben incluir los precios de cada artículo y la cantidad de artículos pedidos, ya sea mensual o anualmente. Debido a la gran cantidad de elementos para estas dos categorías, los autores aplicaron un enfoque de arriba hacia abajo para estas dos categorías. Además, se excluyeron los medicamentos de escaso uso y cuyo precio fuera inferior a una libra esterlina. Dado que su contribución a la huella de carbono sería poco relevante, para agilizar el cálculo se decidió rechazar su contribución y excluirlos.
- **Equipamiento médico y no médico.** El equipamiento médico incluyó una lista completa de equipamientos utilizados en la sala de Urgencias, como monitores, termómetros o ultrasonidos. La lista de equipamientos médicos se puede obtener del inventario del servicio o por observación directa. En el diseño de la herramienta se incluyeron todos los artículos médicos inventariados por el departamento de dispositivos médicos. Además, se incluyó información del fabricante sobre la vida media de cada artículo.

Los equipamientos no médicos incluidos en esta herramienta de evaluación fueron papel, bolígrafos, computadoras e impresoras. Una auditoría realizada mostró que

estos artículos eran los más utilizados en Urgencias y, por lo tanto, fueron seleccionados para esta categoría.

- **Transporte de pacientes y personal.** Los datos sobre el transporte de pacientes se pueden recopilar a través de una encuesta. La encuesta debe ofrecer una lista completa de métodos de transporte y la distancia recorrida por el paciente por viaje desde el punto de origen del individuo hasta el servicio de Urgencias, el cual el paciente debe rellenar. La lista de métodos de transporte incluyó transporte activo, coches de diferente tamaño (pequeño, mediano y grande) y combustible (petróleo, diésel, gas natural, híbridos y eléctricos), motocicletas y transporte público (autobús, metro y tren). La encuesta es anónima y de participación voluntaria e incluye las millas entre la casa del paciente o el lugar del incidente por viaje y el medio de transporte. Se recogerán datos durante un período de dos semanas y se hacen estimaciones para un período de un año. En cuanto al personal, se lleva a cabo una auditoría que incluye el número de personal a tiempo completo y parcial, el kilometraje por viaje y el método de transporte. *DEFRA* proporciona una lista completa de factores de conversión para cada milla recorrida en diferentes métodos de transporte, tales como viaje en tren, autobús, motocicleta, coche diésel regular o de gasolina entre otros.
- **Comida y catering.** El número de comidas servidas en el servicio de Urgencias se puede calcular a través de la observación directa. *DEFRA* proporciona factores de conversión para alimentos y bebidas según el peso y el costo. Nuestra herramienta de evaluación proporciona cálculos basados en el peso por comida servida. Además, se incluyeron varios elementos de *catering*. Esta herramienta de evaluación no diferencia entre comidas vegetarianas y no vegetarianas, y esta se considera una de las limitaciones.

- **Residuos.** Los cálculos de desechos incluyeron residuos reciclables, domésticos, biosanitarios sin riesgo de infección, biosanitarios con riesgo de infección, de medicamentos, de instrumental sanitario y baterías. Se pueden recolectar datos a través de la auditoría en un período de tiempo, obteniendo el peso de cada tipo de residuo. Como se mencionó anteriormente, *DEFRA* no proporciona estos factores de conversión específicos; por lo tanto, se utilizaron los factores de conversión proporcionados por Rizan *et al.* (18). Estos autores llevaron a cabo una evaluación de la huella de carbono causada por los residuos de tres hospitales del Reino Unido, elaborando a través de los datos obtenidos una lista de factores de conversión para residuos producidos por la actividad sanitaria. Incluyeron en su estudio el transporte de residuos del hospital a la planta de manejo de residuos, la energía y agua empleada para el procesamiento de residuos, así como las emisiones directas. El procesamiento de residuos fue dividido en tres grupos: autoclaves esterilizadores a vapor; tratamiento térmico; de incineración y reciclaje.

Método de evaluación de la huella de carbono. Nuestra herramienta de evaluación utilizó el método híbrido para cuantificar la huella de carbono de los servicios de Urgencias, combinando evaluaciones de ciclo de vida de abajo hacia arriba y de arriba hacia abajo, según la disponibilidad y accesibilidad a los datos recopilados. La evaluación de las emisiones de carbono relacionadas con la energía y la calefacción, los gases anestésicos, la electricidad, la restauración y la alimentación, el transporte, los residuos y el agua se calcularon mediante un enfoque ascendente, mientras que para el resto se aplicó un modelo financiero o descendente.

RESULTADOS



NUESTRA PROPUESTA DE HERRAMIENTA de evaluación de la huella de carbono para

los servicios de urgencias se dividió en tres alcances, y cada alcance en una o más categorías que contienen varios elementos [TABLA 1]. Las categorías seleccionadas fueron: energía y calefacción; gases anestésicos; trans-

porte interhospitalario de pacientes; consumo eléctrico; restauración y alimentación; residuos; consumibles; equipamiento médico y no médico; fármacos; transporte; residuos; y consumo de agua.

Tabla 1
Contenidos de la Herramienta de valoración de la huella de carbono para los servicios de Urgencias.

Alcance	Categorías	Fuente de datos	Datos clave	Ejemplos de datos recogidos	Factores de conversión	Unidad
1	Energía y calefacción	Facturación, Contadores	Consumo anual ^(*)	Gas natural, queroseno, gas propano y carbón	Base de datos DEFRA ^(**)	Litros, kWh
	Gases anestésicos	Facturación	Consumo anual	Óxido nitroso y metoxiflurano	Base de datos DEFRA	£
	Transporte de mercancías	Auditoría		Transporte de pacientes entre diferentes centros sanitarios institucionales	Base de datos DEFRA	
2	Electricidad	Facturación, Contadores	Consumo anual ^(*)	Uso o gasto de electricidad	Base de datos DEFRA	kWh
	Comida y catering	Auditoría	Número de menús servido por paciente	Menús, sándwiches, leche, fruta, galletas, etc.	Base de datos DEFRA	Kg
3	Fungibles y consumibles	Auditoría	Inventario de desechables y consumibles	Consumibles de oficina como cartuchos, papel, baterías, etc. Consumibles médicos como rollos de papel, delantales, guantes, tubos de analítica, vías, sondas vesicales, escupidoras, etc.	Base de datos DEFRA	£
	Equipamiento médico	Auditoría	Inventario de equipo médico	Fonendoscopio, termómetro, linternas, equipo eléctrico, etc.	Base de datos DEFRA	£
	Equipamiento no médico	Auditoría	Inventario de equipo no médico	Ordenadores, camas, camillas, bandejas, almohadas, etc.	Base de datos DEFRA	£
	Productos farmacéuticos	Auditoría	Consumo anual	Inyectables, fluidos, pastillas cremas, nebulizadores, inhaladores, gotas, etc.	Base de datos DEFRA	£
	Transporte de pacientes y personal	Encuesta	Encuesta a pacientes, familiares y personal, incluyendo medio de transporte y distancia recorrida	Transporte de pacientes, familiares y personal. Métodos de transporte incluye transporte activo, coches de diferente tamaño (pequeño, mediano y grande) y combustible (petróleo, diésel, gas natural, híbridos y eléctricos), motocicletas, y transporte público (autobús, metro y tren)	Base de datos DEFRA	Km
	Residuos	Facturación, Auditoría	Inventario de residuos	Residuos reciclables, domésticos, biosanitarios sin riesgo de infección, biosanitarios con riesgo de infección, de medicamentos, de instrumental sanitario y baterías	Rizan <i>et al.</i> ⁽¹⁶⁾	Kg
Agua	Auditoría Contadores	Consumo anual ^(*)	Consumo de agua	Base de datos DEFRA	m ³	

(*) Si no hay contadores específicos para el departamento de Urgencias, se calcula el uso del departamento dividiéndolo por el uso total del hospital; (**) Department for Environment, Food & Rural Affairs (DEFRA).

Los datos se recopilan a través de cuatro fuentes diferentes: medidores (por ejemplo, contador eléctrico o de agua); facturación; auditoría; y encuesta. La recopilación de datos clave se obtiene de cada categoría durante un período de un año. Se hacen estimaciones en las categorías de energía, calefacción, electricidad y agua cuando los medidores específicos no están disponibles; sin embargo, el usuario de la herramienta puede introducir valores exactos, en caso de estar disponibles. Además, se propone auditar las categorías de restauración y alimentación, y los residuos se auditan durante una semana y se estiman los valores anuales de ese cálculo.

La herramienta se presenta en un documento de *Microsoft Excel*. El usuario puede navegar por el documento e introducir la cantidad requerida para cada artículo cuando esté disponible. La cantidad introducida se multiplica por un factor de conversión que origina la cantidad de emisiones de carbono. La mayoría de los datos se pueden obtener directamente del servicio; sin embargo, hay algunos datos sobre el uso de energía, electricidad y agua que probablemente deban obtenerse del departamento de gestión.

DISCUSIÓN

ESTA HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN DE carbono ofrece la oportunidad de monitorear las emisiones de carbono en los servicios de Urgencias, con el objetivo de desarrollar estrategias ambientales de reducción de emisiones. La herramienta pretende proporcionar una evaluación de la huella de carbono de referencia, identificando puntos críticos de emisiones dentro del servicio. La identificación de áreas de altas emisiones de carbono puede dar lugar a iniciativas ambientales locales que luego se pueden monitorear con una evaluación de seguimiento para evaluar su efectividad. El desarrollo de dicha herramienta no solo es beneficioso para los servicios de Urgencias, sino que puede incentivar la creación de herramientas similares en otros ámbi-

tos de los servicios sanitarios. De este modo, se fomenta la perspectiva verde, entendida como un enfoque transversal que considera todos los factores ambientales de las organizaciones en favor del desarrollo sostenible (20).

Nuestro estudio es similar al realizado previamente por Sawyer, quien desarrolló una calculadora para valorar las emisiones de GEI asociadas a la práctica asistencial de los médicos de familia en el Reino Unido (21). Esta herramienta dividió la huella de carbono en tres áreas: operativa (incluido el uso de energía, viajes, servicios profesionales y otras actividades como compras, consumibles médicos y de oficina, agua y residuos); investigaciones; y huella farmacéutica. Sawyer destacó la importancia de desarrollar estas herramientas de evaluación para cumplir con los objetivos nacionales de reducción de emisiones de carbono. Además, las calculadoras de huella de carbono podrían conducir a acciones positivas, como establecer prioridades clave, cambiar comportamientos, reconocer el beneficio de la acción e influir en otros para llevar a cabo iniciativas ecológicas. *Sanidad por el clima* es una plataforma que nació a raíz de la *Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático de 2019 (COP25)* y que recientemente ha desarrollado una herramienta gratuita de evaluación de la huella de carbono para las organizaciones sanitarias en España (22). Esta herramienta de evaluación incorpora categorías similares a las del presente estudio; sin embargo, omite otras categorías, como equipamientos médicos y consumibles. Además, está diseñada para ayudar a las organizaciones en su conjunto y, por lo tanto, no se adapta a los datos más detallados de un servicio especializado como el de Urgencias. Otras calculadoras, como las propuestas por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, han sido diseñadas para otros ámbitos diferentes del sanitario, por lo que no son sensibles a las particularidades de esta área. Además, facilitan el cálculo de emisiones de alcance uno y dos, pero no calcula el alcance tres, el cual es

considerado de gran relevancia a la hora de proponer iniciativas locales por parte de los profesionales sanitarios (23).

Las iniciativas locales han demostrado el potencial de impacto significativo en la reducción de las emisiones de carbono en los servicios de Urgencias. Un equipo multidisciplinario llevó a cabo un proyecto para reducir el número de canulaciones venosas periféricas innecesarias en el servicio de Urgencias del *Charing Cross Hospital* de Londres (24). Una auditoría interna de referencia reveló que el 86% de los pacientes que acudían al servicio de Urgencias fueron canulados y el 40% de estos no fueron usados. El equipo dirigió un proyecto para educar, concienciar y alentar al personal a cambiar el comportamiento hacia la canulación innecesaria, destacando el costo y el impacto ambiental de esas acciones. Una auditoría de seguimiento mostró una reducción del 25% en la canulación en el servicio de Urgencias, lo que sugiere una reducción potencial de 19.000 kg de CO₂ al año y un ahorro de alrededor de 95.000 libras esterlinas. Por otro lado, el complejo hospitalario *Manchester University NHS Foundation Trust*, que recibe alrededor de dos millones de visitantes por año y emplea a más de 20.000 empleados, llevó a cabo un programa de viajes sostenibles para alentar a las personas a utilizar opciones de viaje con menor impacto medioambiental (25). El programa se centró en aumentar el uso de autobuses, reducir los viajes en automóviles de un solo ocupante y aumentar los desplazamientos a pie y en bicicleta como método de transporte activo. Para lograr estos objetivos se mejoró la infraestructura con más estacionamientos para bicicletas y puntos de carga adicionales para vehículos eléctricos, y se ofrecieron descuentos para el transporte, entre otras iniciativas. Estas medidas dieron como resultado un aumento del 40% en el uso de un transporte más sostenible entre el personal sanitario.

En España también se han desarrollado iniciativas similares. El Hospital Infanta Elena

de Huelva consiguió reducir un 36% las emisiones de GEI, pasando de 3.070 toneladas de CO₂eq en 2019 a 1.130 toneladas de CO₂eq en 2020, gracias a una campaña de mejora de la gestión de combustibles. Se renovaron las calderas para sustituir el gasóleo C como fuente energética por gas natural, con un coeficiente de emisión 40% menor. Además, se redujo el consumo de gas natural empleado en la calefacción y agua caliente en un 13% como consecuencia de un uso responsable, adaptándola al momento del día y a las necesidades reales del Centro, así como al aislamiento de las ventanas y cierres para conservar mejor la temperatura (26). En 2021 el hospital Gregorio Marañón de Madrid puso en marcha un plan de gestión sostenible de plásticos de un solo uso, eliminando la compra de menaje de plástico y sustituyéndolo por menaje de material compostable. Esto supuso una reducción de 217.000 pajitas, 21.700 bandejas, 668.200 cucharas, 102.300 cuchillos, 139.900 tenedores, 229.300 platos y 256.550 vasos. Además, las bolsas de residuos son de material 100% recicladas (27).

Las limitaciones del presente estudio incluyen, en primer lugar, que la estimación en el cálculo de las emisiones en algunas categorías puede influir en los resultados obtenidos. El consumo de energía y de calefacción, electricidad o agua no se pudieron recoger mediante lecturas directas de contadores, lo que podría afectar a la huella de carbono calculada. Además, el equipo de investigación reconoce que el enfoque de abajo hacia arriba proporcionaría datos más precisos, especialmente para categorías como consumibles y productos farmacéuticos; sin embargo, esta metodología no fue factible para algunas de las categorías de este estudio. Igualmente, se deben reconocer las posibles imprecisiones asociadas a la fiabilidad de los factores de conversión. En relación con los datos relacionados con el transporte de pacientes, al ser recogidos mediante consulta directa con una encuesta autocompletada, se deben reconocer también los sesgos asociados a la representatividad de la muestra y el sesgo de información.

◀ A modo de conclusión, nuestro equipo de investigación propone una herramienta integral de evaluación de la huella de carbono para los servicios de Urgencias. Esta iniciativa destaca la importancia de evaluar las emisiones de carbono de las unidades asistenciales sanitarias para llevar a cabo iniciativas ambientales en línea con los objetivos sostenibles de la ONU y las políticas nacionales de cero emisiones. Esta herramienta es la primera herramienta de evaluación de la huella de carbono específicamente adaptada a la realidad de los servicios de Urgencias disponible de acceso gratuito. Su empleo permitirá a dichos servicios calcular su huella de carbono de forma estándar y más eficiente. Además, el uso de esta herramienta puede generar conciencia, aumentar la resiliencia climática y promover la acción climática entre los pacientes y el personal. Este estudio facilita la producción de la evidencia sólida requerida para respaldar las iniciativas ambientales y representa una oportunidad para futuras investigaciones. ©

BIBLIOGRAFÍA



1. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Special Report on Global Warming of 1.5 °C (SR15)*. [Internet]. 2018. [Consultado 10 mar 2023]. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/sr15/>
2. Costello A, Abbas M, Allen A, Ball S, Bell S, Bellamy R et al. *Managing the health effects of climate change: Lancet and University College London Institute for Global Health Commission*. *Lancet*. 2009; 373(9676): 1693-1733.
3. Stott PA, Christidis N, Otto F, Sun Y, Vanderlinden JP, Van Oldenborgh GJ et al. *Attribution of extreme weather and climate-related events*. *WIREs Climate Change*. 2016; 7: 23-41.
4. Chua PL, Dorotan MM, Sigua JA, Estanislao RD, Hashizume M, Salazar MA. *Scoping Review of Climate Change and Health Research in the Philippines: A Complementary Tool in Research Agenda-Setting*. *Int J Environ Res Public Health*. 2019; 16(14): 2624.
5. Agencia de la ONU para Refugiados (ACNUR). *Humanitarian needs remain acute for displaced in flood-hit areas of Pakistan*. [Internet]. 2022. [Consultado 16 mar 2023]. Disponible en: <https://www.unhcr.org/uk/news/briefing/2022/9/63297ee24/unhcr-humanitarian-needs-remain-acute-displaced-flood-hit-areas-pakistan.html>
6. Van Daalen KR, Romanello M, Rocklöv J, Semenza JC, Tonne C, Markandya A et al. *The 2022 Europe Report of the Lancet countdown on health and climate change: towards a climate resilient future*. *Lancet* [Internet]. 2022 [Consultado 10 mar 2023]. Disponible en: [https://www.thelancet.com/journals/lanpub/article/PIIS2468-2667\(22\)00197-9/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanpub/article/PIIS2468-2667(22)00197-9/fulltext)
7. Organización de las Naciones Unidas (ONU). *The Paris Agreement*. [Internet]. 2015. [Consultado 10 mar 2023]. Disponible en: <https://www.un.org/en/climate-change/paris-agreement>
8. Spruell T, Webb H, Steley Z, Chan J, Robertson A. *Environmentally sustainable emergency medicine*. *EMJ*. 2021; 38(4): 315-318.

9. World Resources Institute. *Greenhouse Gas Protocol*. [Internet]. 2022. [Consultado 16 mar 2023]. Disponible en: <https://www.wri.org/initiatives/greenhouse-gas-protocol>

10. Kennelly C, Berners-Lee M, Hewitt CN. *Hybrid life-cycle assessment for robust, best-practice carbon accounting*. J Clean Prod. 2019; 208: 35-43.

11. Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado. *Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico*. [Internet]. 2021. [Consultado 16 mar 2023]. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm30-479093.pdf

12. Pichler PP, Jaccard IS, Weisz U, Weisz H. *International comparison of health care carbon footprints*. Environ Res Lett. 2019; 14: 064004.

13. Organización de las Naciones Unidas (ONU). *The 17 goals / sustainable development*. [Internet]. 2015. [Consultado 16 abr 2023]. Disponible en: <https://sdgs.un.org/goals>

14. National Health Service (NHS) England. *Delivering a net zero NHS*. [Internet]. 2022. [Consultado 16 mar 2023]. Disponible en: <https://www.england.nhs.uk/greenernhs/a-net-zero-nhs/>

15. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Special Report on Global Warming of 1.5 °C (SR15)*. [Internet]. 2022. [citado 2023 Mar 16]. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/sr15/>

16. Keller RL, Muir K, Roth F, Jattke M, Stucki M. *From bandages to buildings: Identifying the environmental hotspots of hospitals*. J Clean Prod. 2021; 319: 128479.

17. Mtioui N, Zamd M, Ait Taleb A, Bouaalam A, Ramdani B. *Carbon footprint of a hemodialysis unit in Morocco*. J Jpn Soc Dial Ther. 2021. 25(5):613-620.

18. Rizan C, Bhutta MF, Reed M, Lillywhite R. *The carbon footprint of waste streams in a UK hospital*. J Clean Prod. 2020; 11:125446.

19. Prasad PA., Joshi D, Lighter J, Agnis J, Allen R, Collins M et al. *Environmental footprint of regular and*

intensive inpatient care in a large US hospital. Int J Life Cycle Assess. 2022; 27: 38-49.

20. Tola I, Moreno JM, Garrido P. *Perspectiva verde: marco conceptual y guía para su inclusión en planificaciones estratégicas*. Sevilla: Junta de Andalucía. [Internet]. 2022. [Consultado 31 mar 2023]. Disponible en: https://www.juntadeandalucia.es/institutodeadministracionpublica/publico/anexos/evaluacion/guia_verde_para_la_planificacion_estrategica.pdf

21. Sawyer M. *Carbon footprinting general practice*. [Internet]. 2021. [Consultado 16 mar 2023]. Disponible en: <https://www.seesustainability.co.uk/carbon-footprint>

22. Sanidad por el clima. *Sanidad #PorElClima - Actúa para frenar el cambio climático*. [Internet]. 2022. [Consultado 23 mar 2023]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/calculadoras.aspx>

23. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. *Huella de carbono de una organización*. [Internet]. 2022. [Consultado 16 abr 2023]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/calculadoras.aspx>

24. Greener NHS. *NHS choices*. [Internet]. 2022. [Consultado 16 abr 2023]. Disponible en: <https://www.england.nhs.uk/greenernhs/whats-already-happening/reducing-unnecessary-cancellation-at-charing-cross-hospital>

25. Greener NHS. *NHS choices*. [Internet]. 2022. [Consultado 16 abr 2023]. Disponible en: <https://www.england.nhs.uk/greenernhs/whats-already-happening/boosting-healthy-and-sustainable-travel-in-manchester>

26. Servicio Andaluz de Salud. *Consejería de Salud y Consumo*. [Internet]. 2021. [Consultado 26 abr 2023]. Disponible en: <https://www.sspa.juntadeandalucia.es/servicioandaluzdesalud/todas-noticia/el-hospital-infanta-elena-redujo-en-2000-toneladas-de-co2-sus-emisiones-la-atmosfera-durante-el>

27. Hospital Gregorio Marañón. [Internet]. 2022. [Consultado 26 abr 2023]. Disponible en: <https://www.comunidad.madrid/noticias/2022/12/30/premio-plan-azul-hospital-gregorio-maranon-su-compromiso-cambio-climatico>