

Huella de carbono en puertos: cómo medir y entender su impacto

Marina Arroyo Bovea

Transición Energética

Huella de carbono, cambio climático, descarbonización

El cálculo de la huella de carbono en los puertos se ha convertido en una herramienta esencial para comprender y gestionar el impacto climático de estas infraestructuras estratégicas. Medir las emisiones de gases de efecto invernadero permite identificar las principales fuentes de emisión, evaluar la eficiencia de las medidas adoptadas y orientar estrategias de mitigación basadas en datos cuantificables.

Dado que los puertos son ecosistemas complejos donde confluyen múltiples actores, actividades y flujos energéticos, el proceso requiere definir con claridad los límites del cálculo, recopilar información fiable de diversas organizaciones y seleccionar factores de emisión adecuados. La definición de los límites es fundamental para garantizar la robustez y comparabilidad del cálculo, mientras que la coordinación entre autoridades portuarias, navieras, operadores de terminales, transportistas y demás organizaciones resulta esencial para obtener datos precisos.

Más allá de un cumplimiento normativo, el cálculo de la huella de carbono ofrece a los puertos la oportunidad de optimizar procesos, mejorar la eficiencia energética, impulsar iniciativas conjuntas de reducción de emisiones y reforzar su sostenibilidad. En última instancia, el cálculo de la huella de carbono permite a los puertos asumir un papel activo en la transición energética global y consolidar su relevancia en un comercio internacional cada vez más sostenible y resiliente.

El **cambio climático** es uno de los principales retos del siglo XXI. Este fenómeno representa un riesgo significativo para los puertos, sus operaciones, infraestructuras y, en consecuencia, para las economías locales, nacionales y mundiales. Ante este escenario, resulta imprescindible que todos los sectores productivos asuman su responsabilidad, adopten medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, impulsen la transición hacia fuentes de energía más sostenibles y contribuyan a **mitigar** los impactos del cambio climático.

Para comprender el impacto de una organización sobre el clima, el primer paso es medir su **huella de carbono**. La huella de carbono se define como el cálculo de la totalidad de los gases de efecto invernadero emitidos de forma directa o indirecta como consecuencia del desarrollo de la actividad de una organización durante un periodo de tiempo determinado. Estos gases, conocidos como **gases de efecto invernadero (GEI)**, se acumulan en la atmósfera terrestre y tienen la capacidad de absorber la radiación infrarroja, reteniendo el calor y contribuyendo al calentamiento global.

Este enfoque de medición, ampliamente extendido en numerosos sectores, adquiere una particular relevancia cuando se aplica a infraestructuras complejas y estratégicas como los **puertos**, donde confluyen múltiples actividades, actores y flujos energéticos. Si bien los puertos juegan un papel esencial en el comercio global, y el transporte marítimo es uno de los modos de transporte más eficientes desde el punto de vista energético, también son una fuente significativa de emisiones de GEI. A su vez, son cada vez más numerosos los compromisos de reducción de emisiones adoptados por el sector portuario, reflejando una clara voluntad y sentando las bases para llevar a cabo la **transición energética**.

¿Qué significa "huella de carbono" en un entorno portuario?

El **cálculo** de la huella de carbono de un puerto es un proceso laborioso que requiere considerar a las diversas organizaciones involucradas: las autoridades portuarias, las navieras, los operadores de terminales, las empresas de camiones y de ferrocarriles que operan en el puerto, etc., en función de la configuración de cada puerto. Así mismo, implica la recopilación de datos detallados sobre las actividades portuarias, tales como el **consumo de energía** de los buques y de los servicios técnico-náuticos en aguas portuarias, de maquinaria de las terminales, camiones en sus movimientos dentro del recinto portuario, y en los edificios, etc., con el objetivo de obtener una evaluación precisa y completa del impacto del puerto en las emisiones de GEI.

Al calcular su huella de carbono, los puertos pueden identificar sus principales **fuentes de emisión**, implementar **medidas de mitigación** y evaluar su eficacia, así como desarrollar estrategias más efectivas para **reducir su impacto ambiental**. Más allá del **cumplimiento normativo**, el cálculo de la huella de carbono respalda objetivos de **sostenibilidad** más amplios. Al mejorar la eficiencia energética, optimizar los procesos operativos e implementar medidas de mitigación, los puertos pueden **reducir sus**

emisiones, lograr **ahorros económicos**, mejorar la **reputación corporativa**, atraer **inversiones responsables** y acceder a **mercados sostenibles** y oportunidades de **financiación**.

Definir los límites del cálculo: por dónde empezar y qué incluir

Para calcular la huella de carbono de un puerto, el primer paso es establecer el **año de cálculo**, siendo especialmente relevante el primer año de cálculo, ya que se definirá el **año base** y los ejercicios futuros se calcularán teniendo en cuenta lo establecido esa anualidad, con el fin de poder comparar **evolución** y, en su caso, **calcular reducciones**. A la hora de establecer el año base se recomienda emplear el año natural más reciente del que se dispongan datos robustos, si bien este estudio se puede ajustar a un año fiscal, o emplear un año anterior.

A continuación, se definen los **límites del cálculo**, tomando como referencia las directrices del GHG Protocol (WRI et al., 2004), donde se diferencian los siguientes aspectos:

- **Límites organizacionales:** delimitan la estructura de la organización que se va a incluir en el cálculo. Existen dos enfoques principales para establecerlos:
 - **Control:** considera todas las emisiones procedentes de operaciones sobre las que tiene un control operacional o financiero.
 - **Cuota de participación:** considera la proporción de emisiones sobre las que posee participación accionarial.
- **Límites operacionales:** definen qué fuentes de emisión de GEI se incluyen en el cálculo en función de las actividades operativas de la organización. La estructura típica de la huella de carbono de un puerto, de acuerdo con lo establecido en la “Guía metodológica para el cálculo de la huella de carbono en puertos” desarrollada por Puertos del Estado (Puertos del Estado, 2024), sería la siguiente:
 - **Alcance 1:** emisiones directas procedentes de fuentes que la autoridad portuaria controla directamente.
 - **Alcance 2:** emisiones indirectas asociadas a la generación de electricidad adquirida y consumida por la autoridad portuaria.
 - **Alcance 3:** otras emisiones indirectas procedentes del resto de organizaciones que forman parte del puerto tales como buques, servicios técnico-náuticos, terminales, camiones, ferrocarriles etc.
- **Límites geográficos:** en un entorno portuario, definen los límites físicos que se consideran en el desplazamiento de buques, camiones, trenes y otras fuentes de emisiones móviles. Por ejemplo, en el caso de buques se puede plantear si incluir el área de fondeo o parte del trayecto desde el anterior puerto.

Fuentes de emisión y datos: cómo calcular la huella de carbono

Una vez definidos los límites, el siguiente paso consiste en identificar las **fuentes de emisión**, es decir, aquellas actividades, procesos o equipos que, dentro de los límites portuarios, liberan GEI a la atmósfera. En el entorno portuario, las fuentes de emisión son numerosas y diversas, ya que abarcan tanto las operaciones marítimas como las actividades terrestres. Por ello, es necesario realizar un **inventario** ordenado de todos los elementos de las distintas organizaciones portuarias que puedan generar GEI, desde la maquinaria de las terminales, los motores de los buques y hasta la iluminación de los edificios.

Después de identificar las fuentes de emisión, comienza el proceso de recopilación de los **datos de la actividad portuaria** durante el año de estudio y dentro de los límites predefinidos del cálculo. En la práctica, este proceso consiste en la revisión de facturas, albaranes, registros operativos, contadores, partes de mantenimiento y cualquier otra fuente de información disponible que refleje los consumos y la actividad realizada por las organizaciones portuarias. **La calidad del cálculo depende en gran medida de la precisión de los datos recopilados**, por ello, es importante organizar cuidadosamente la información, diferenciando los distintos tipos de consumo y empleando las unidades adecuadas.

De forma paralela, es necesario buscar los **factores de emisión**, que son coeficientes de conversión que indican la cantidad de GEI emitidos por cada dato de actividad. Estos valores se pueden encontrar en bases de datos oficiales, informes de organismos internacionales e incluso en documentos proporcionados por los propios fabricantes o comercializadoras energéticas. En España, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), a través de la Oficina Española de Cambio Climático (OECC), publica cada año los factores de emisión oficiales del país (MITECO, 2024). Estos valores incluyen factores de emisión de combustibles fósiles, gases refrigerantes, electricidad, y otros suministros, teniendo en cuenta las particularidades de cada comercializadora eléctrica y fuente de energía. Para las emisiones de GEI procedentes de los buques, el "Cuarto Estudio de Gases de Efecto Invernadero" de la Organización Marítima Internacional proporciona factores de emisión específicos según el tipo de buque y de combustible empleado (IMO, 2020). Con el fin de obtener resultados de emisiones fiables, es importante **seleccionar factores de emisión adecuados, específicos para cada tipo de actividad, y que estén actualizados y adaptados a la región y el tipo de consumo correspondiente**.

Una vez recopilados los datos de actividad y los factores de emisión pertinentes, ya se puede realizar el cálculo de la huella de carbono aplicando la siguiente fórmula:

Emisiones GEI = Dato de actividad * Factor de emisión

En un puerto, el cálculo de la huella de carbono se realiza por separado para cada tipo de organización (autoridad portuaria, buques, servicios técnico-náuticos, terminales,

camiones, ferrocarriles etc.), teniendo en cuenta sus fuentes de emisión específicas, aplicando los factores de emisión correspondientes y prestando atención a las unidades utilizadas. Una vez calculadas las emisiones de GEI de cada fuente, se suman para obtener el valor de cada **área**, de cada **alcance** y, finalmente, el total de la **huella de carbono del puerto**. Por lo general, los resultados se expresan en **toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e)**.

De la teoría a la práctica: retos y recomendaciones para el cálculo

El concepto de huella de carbono es relativamente sencillo, se trata de **medir el impacto de la actividad de una organización sobre el clima**. En la práctica, sin embargo, los puertos son ecosistemas complejos donde confluyen múltiples actores, procesos y flujos de energía, por lo que la aplicación de este concepto se vuelve mucho más laborioso, ya que requiere no solo comprensión técnica, sino también experiencia, coordinación y decisiones estratégicas adaptadas a la realidad operativa de cada instalación.

Una de las principales dificultades a la hora de calcular la huella de carbono de un puerto es la propia naturaleza del **entorno portuario**. A diferencia de otras entidades, un puerto funciona como un ecosistema donde operan múltiples organizaciones con actividades, consumos y, por tanto, emisiones muy distintas. Esta diversidad organizativa complica la **delimitación del alcance** y el **establecimiento de límites**, y requiere una **coordinación** estrecha para asegurar que todas las partes comprendan qué se va a medir, con qué criterios y cómo. Para ello, se recomienda **definir** de manera clara y desde el inicio los **límites** de lo que incluirá en el cálculo, distribuir **plantillas** de recopilación de datos que permitan homogeneizar la información necesaria, mantener **reuniones** periódicas con las distintas partes involucradas para resolver dudas, y realizar un **seguimiento** constante del proceso de **recopilación y validación de los datos**.

En la misma línea, otro de los retos del cálculo de la huella de carbono de un puerto es la **definición de sus límites**. Más allá de una simple delimitación administrativa, es necesario concretar qué se entiende exactamente por “puerto” a efectos del cálculo. Esto plantea cuestiones como si se deben incluir empresas ubicadas fuera del recinto portuario cuya actividad está estrechamente vinculada al mismo, como por ejemplo la potencial inclusión de *depots* logísticos. También es necesario definir de los límites geográficos para el transporte terrestre (por ejemplo, hasta dónde considerar los desplazamientos de camiones) y el punto a partir del cual se contabilizan las emisiones de los buques. En la práctica, estas decisiones influyen de manera significativa en los resultados y en la posibilidad de **comparar** la huella de carbono, tanto con otros puertos como con mediciones realizadas en años anteriores o futuros. Por ello, se recomienda **definir y documentar** de manera clara y coherente los **criterios** empleados para delimitar el cálculo del **año base**, de modo que el **alcance** del estudio sea comprensible, consistente y adecuado a los objetivos planteados.

Otra dificultad recurrente está relacionada con la **obtención de datos** fiables y consistentes. Esto exige conocer bien las operaciones de cada tipo de organización con el fin de poder solicitar los datos concretos que realmente reflejen sus emisiones de GEI. Además, gran parte de esta información no depende directamente de la autoridad portuaria, sino de terceros que no siempre disponen de sistemas de recopilación de datos pensados para fines ambientales. Es habitual encontrarse con datos incompletos, estimaciones aproximadas o información presentada en formatos heterogéneos, lo que obliga a realizar suposiciones y simplificaciones. En la práctica, el mayor esfuerzo en el cálculo de una huella de carbono no suele estar en la aplicación de la metodología, sino en la recopilación, validación y tratamiento de los datos disponibles. En este sentido, se recomienda establecer desde el inicio **plantillas** estandarizadas de recopilación de datos que permitan homogeneizar la información, mantener **reuniones** periódicas con las distintas partes involucradas para aclarar dudas, y realizar un **seguimiento** constante de la calidad y consistencia de los datos a lo largo del proceso.

Finalmente, en muchos puertos la mayor parte de la huella de carbono proviene de **emisiones indirectas** asociadas a actividades sobre las que la autoridad portuaria no ejerce un control operativo directo, como el transporte marítimo, las operaciones de terminales o el tráfico terrestre. A priori, esto puede dar la impresión de que los resultados escapan a su influencia y que sus posibilidades de actuación son limitadas. Sin embargo, medir estas emisiones permite **identificar dónde se concentran los principales impactos en el clima y dónde existen mayores oportunidades de actuación**. En este sentido, el cálculo de la huella de carbono de un puerto permite que la **autoridad portuaria colabore** con las distintas organizaciones implicadas, **promoviendo y facilitando iniciativas conjuntas** para reducir las emisiones del puerto y mejorar su **sostenibilidad**.

Del cálculo a la acción: la huella de carbono como herramienta para puertos más sostenibles

El cálculo de la huella de carbono se ha convertido en una **herramienta imprescindible** en un contexto marcado por la creciente preocupación por el cambio climático y por un marco regulatorio cada vez más exigente en materia de emisiones de GEI. Para los puertos, este ejercicio va más allá del cumplimiento normativo: supone un primer paso necesario para comprender su impacto climático real y situar la sostenibilidad como un **eje estratégico** de su actividad.

Como se ha visto, la huella de carbono de un puerto no es un concepto simple, sino el resultado de la **interacción** de múltiples actores, actividades y flujos energéticos que conviven en un mismo entorno. La definición adecuada de los **límites**, la identificación de las principales **fuentes de emisión** y la recopilación de **datos fiables** son decisiones clave que condicionan tanto la robustez del cálculo como la utilidad de los resultados obtenidos. Lejos de ser un mero ejercicio técnico, el cálculo de la huella de carbono exige

conocimiento del funcionamiento portuario, **coordinación** entre organizaciones y una **toma de decisiones** informada y transparente.

Pese a las dificultades que puede conllevar, medir la huella de carbono aporta un valor significativo. Permite **identificar** dónde se concentran las **emisiones de GEI**, **priorizar actuaciones**, **evaluar** el efecto de las **medidas** implantadas y **orientar estrategias de mitigación** basadas en datos. Además, en un entorno donde gran parte de las emisiones de GEI son indirectas, este análisis ofrece a las autoridades portuarias una base sólida para ejercer un papel de **liderazgo, colaboración e impulso** de iniciativas conjuntas con las distintas organizaciones del puerto.

En este sentido, el cálculo de la huella de carbono de un puerto no debe entenderse como un fin en sí mismo, sino como una herramienta al servicio de la **mejora continua**. Utilizada de forma coherente y con una visión a medio y largo plazo, facilita la **optimización de procesos**, la **mejora de la eficiencia energética**, el **acceso a financiación** vinculada a criterios ambientales y el **fortalecimiento de la posición** del puerto en un contexto económico cada vez más orientado a la sostenibilidad.

En definitiva, avanzar en el cálculo y la gestión de la huella de carbono permite a los puertos afrontar con mayor solidez los retos del cambio climático, contribuir de manera activa a la **transición energética** y consolidar su papel como infraestructuras fundamentales para un comercio internacional más **sostenible y resiliente**.

Referencias bibliográficas

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). 2020. *Fourth IMO GHG Study 2020 – Full Report and Annexes*. Disponible en: <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/Fourth%20IMO%20GHG%20Study%202020%20-%20Full%20report%20and%20annexes.pdf> [Consultado 17-03-2026]

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO (MITECO). 2024. *Factores de emisión 2024*. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factoresemision_tcm30-542746.xlsx [Consultado 17-03-2026]

PUERTOS DEL ESTADO. 2024. *Guía de Huella de Carbono: Puertos del Estado*. Disponible en: <https://www.puertos.es/sites/default/files/2024-02/Guia%20Huella%20de%20Carbono%20-%20Puertos%20del%20Estado%20-%20Web.pdf> [Consultado 17-03-2026]

WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI); WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (WBCSD). 2004. *The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard – Revised Edition*. Disponible en: <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf> [Consultado 17-03-2026]

Pharos 39.0

Valenciaport Knowledge Hub

| www.pharos390.com

| info@pharos390.com