

# Repositorios sostenibles y contaminación web

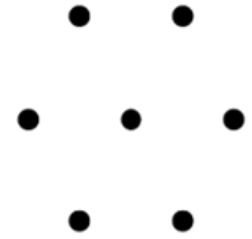
---

Álvaro Hontanar y Eva Méndez | OpenScienceLab

# Hoja de ruta

1. Qué se ha estudiado
2. Como se miden las emisiones de un sitio web
3. El impacto de la visibilidad
4. Los repositorios institucionales como objeto de estudio





¿Qué se ha estudiado  
hasta la fecha?



# Estudios previos

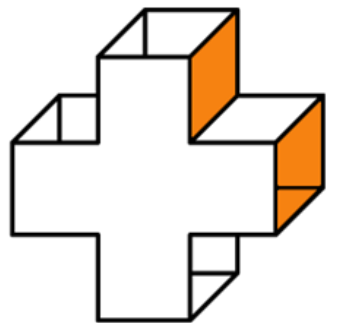
| Publicación                                                                                                | Autor y año                 | Tipología de web analizada                                                                                       | Herramientas utilizadas                                                                                                                                                        | Alcance (Scope)                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| "Exploring the Relationship between Environmental Sustainability and Usability in Popular Sports Websites" | (Pandiarajan et al., 2024)  | <b>10 sitios de deportes populares</b> (p. ej. ESPN, NFL). Mide el conflicto entre usabilidad y sostenibilidad.  | Website Carbon™ Calculator, Website Emissions Calculator, WebPageTest, GreenFrame, Ecograder, Beacon, PageSpeed Insights, Website Grader, y Heurísticas de Nielsen (Expertos). | <b>Basado en tareas:</b> 11 actividades (login, búsqueda, etc.) a través de varias páginas. |
| "Sustainable Technology: Refining Web Resources using Green Computing Analysis to enhance Climate Action"  | (Ibrahim et al., 2025)      | <b>Organismos de investigación y educación</b> (Egipto y Sudáfrica). Analiza el impacto de imágenes y scripts.   | Website Carbon™ Calculator, Environmental Impact Calculator, 2030 Calculator, Page Speed Insight, y Ecograder.                                                                 | <b>Páginas de inicio (Home)</b> de instituciones seleccionadas (NARSS, NRF, AOSP)           |
| "Carbon footprint generated by individual port websites. The missing idea in the concept of green ports"   | (Bielenia & Podolska, 2023) | <b>Puertos marítimos</b> (Europa y líderes mundiales). Analiza la relación entre contaminación física y digital. | Website Carbon™ Calculator (WCC) y SimilarWeb (para selección y estimación de tráfico).                                                                                        | <b>Páginas de inicio (Home)</b>                                                             |

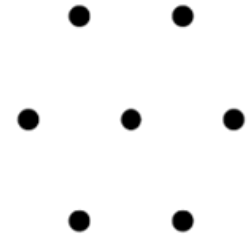
# Estudios previos

|                                                                                                                       |                                   |                                                                                                        |                                                                                                                                                                    |                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| "Sustainability Audit of University Websites in Poland: Analysing Carbon Footprint and Sustainable Design Conformity" | (Król, 2025b)                     | <b>63 universidades públicas en Polonia.</b> Auditoría de Green SEO y diseño sostenible.               | Ecograder, Website Carbon™ Calculator, Digital Beacon, Kastor Green, <b>AI Custom GPT (Green Web Audit Assistant)</b> , Lighthouse, y RankMath SEO Analyzer.       | <b>Páginas de inicio (Home)</b>                                                          |
| "The growing environmental impact of COP websites: An analysis of UNFCCC COP host country websites (1995–2025)"       | (Mahoney et al., 2025)            | <b>Países anfitriones de las COP.</b> Análisis histórico longitudinal de la evolución del peso web.    | <b>Wasteback Machine (Python + Playwright)</b> , Internet Archive (Wayback Machine), Website Carbon™ Calculator API, y Green Web Check (The Green Web Foundation). | <b>Páginas de inicio (Home) + 9 páginas internas</b> (10 páginas en total por cada COP). |
| "The Carbon Footprint of Spanish University Websites"                                                                 | (Sánchez-Cuadrado & Morato, 2024) | <b>93 universidades españolas.</b> Evalúa la contaminación digital institucional frente a los ODS.     | Wholegrain Digital, Website Carbon™ Calculator y Ahrefs (para recolección de tráfico orgánico).                                                                    | <b>Páginas de inicio (Home)</b>                                                          |
| "Sustainability in the Digital Age: Assessing the Carbon Footprint of E-commerce Platforms"                           | (Wasilewski & Kołaczek, 2024)     | <b>100 e-shops más populares de Polonia.</b> Verifica el compromiso del sector comercial con el clima. | Google PageSpeed Insights API, Green Web Foundation API y Ahrefs (para selección de la muestra).                                                                   | <b>Páginas de inicio (Home)</b>                                                          |

# Un poco de contexto sobre estos estudios

- Estamos ante un área de investigación poco estudiada, con una metodología aún por definir
- **Algunos tienen aspecto de *paper por paper*.**
- Las principales convergencias metodológicas:
  - Todos se basan en el [Sustainable Web Design Model](#) (SWDM).
  - 6 hacen directamente uso de la herramienta Website Carbon™ Calculator v4.
  - Los datos se complementan con datos de tráfico procedentes de herramientas SEO, datos de rendimiento, etc.





# Cómo medir las emisiones de una página web



# Sustainable Web Design Model (SWDM)

- El SWDM es un modelo para estimar las emisiones digitales
- Se basa principalmente en la cantidad de datos transferidos

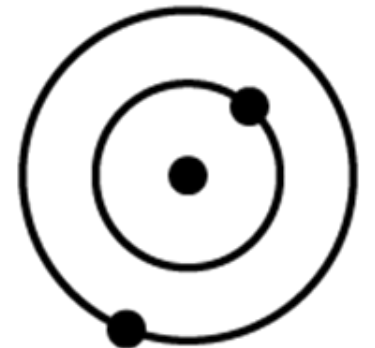
Datos transferidos → Energía consumida → Emisiones generadas

- Cuantos más datos se transfieren, mayor es el consumo de energía y, por tanto, mayores son las emisiones estimadas.



# Website Carbon™ Calculator v4

- Se basa en el SWDM para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> de una página web
- Mide cuánto CO<sub>2</sub>e genera una carga individual de la página
- Es una **estimación**, no una medición exacta. Sirve para orientar decisiones y comparar mejoras



Website carbon results for: [e-archivo.uc3m.es](https://e-archivo.uc3m.es)



# Hurrah! This web page achieves a carbon rating of D

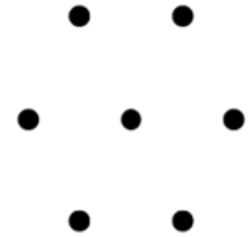
This is cleaner than **57%** of all web pages globally



Learn about our [rating system](#)

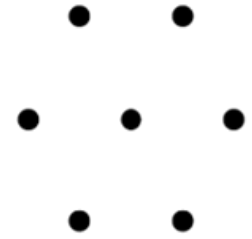
This page was last tested on 16 Jun, 2026. [Test again](#)

Copy URL 



**¿Y qué tiene todo esto que ver con la visibilidad?**





**A más visitas, más emisiones**



# Cómo estimar las emisiones totales

- La literatura proyecta las emisiones totales de un sitio web de la siguiente manera:



Emisiones totales de un sitio web = **gCO<sub>2</sub>e** \* número de visitas

- Lo más común es utilizar la página principal como referencia. En base a esta, se extrapolan los resultados a todo el sitio web

# Luces y sombras de este método

- Cada tipo de página puede tener una huella diferente, lo que puede sobrestimar o subestimar las emisiones
- No considera recorridos completos
- No tiene en cuenta páginas con mucho tráfico específico



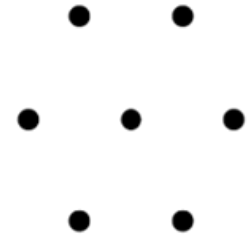
# Luces y sombras de este método

- Pero sí nos puede ayudar a encontrar problemas extrapolables a todas las áreas de la web

¡¡No se trata de dar una cifra exacta de emisiones, sino de encontrar aquellos aspectos mejorables de una web para que contamine menos!!

Por esta misma razón, los estudios suelen complementarse con herramientas centradas en el rendimiento:



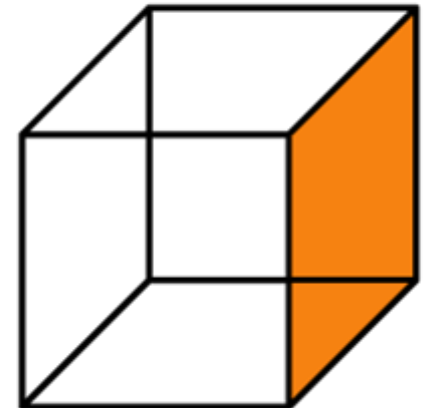


# Repositorios como casos de estudio



# Variables

- Institución - repositorio
- Visitas al sitio web
- Emisiones de CO<sub>2</sub> por visita de la página principal
- Calificación de sostenibilidad.
- Rendimiento (escritorio / móvil)
- Peso total de la página



# Técnicas e instrumentos de recogida de datos

- Datos de visibilidad → Spanish Institutional repositories: An A-SEO data collection
- Emisiones de CO<sub>2</sub> → Website Carbon™ Calculator v4 + 
- Datos de rendimiento → PageSpeed Insights + 

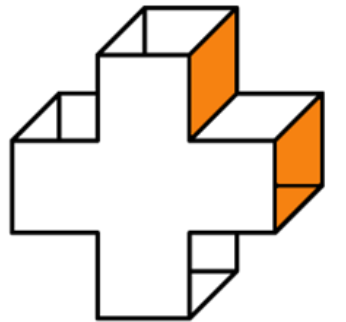
Scripts de Python disponibles en:

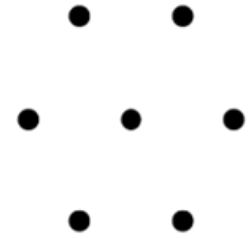
<https://doi.org/10.5281/zenodo.20793730>

# Muestra

- 46 repositorios de los 73 → 63%
- Muestra no probabilística basada en criterios de exclusión:
  - Por errores tras la ejecución de scripts
  - Valores irreales en el peso total de la página. Por ejemplo, 0 MB.

Dataset disponible en: <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/ETWBU>



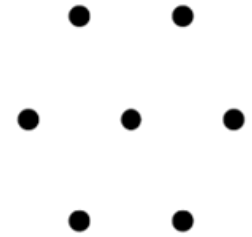


# Resultados



# Valores agregados: el impacto de la visibilidad en las emisiones

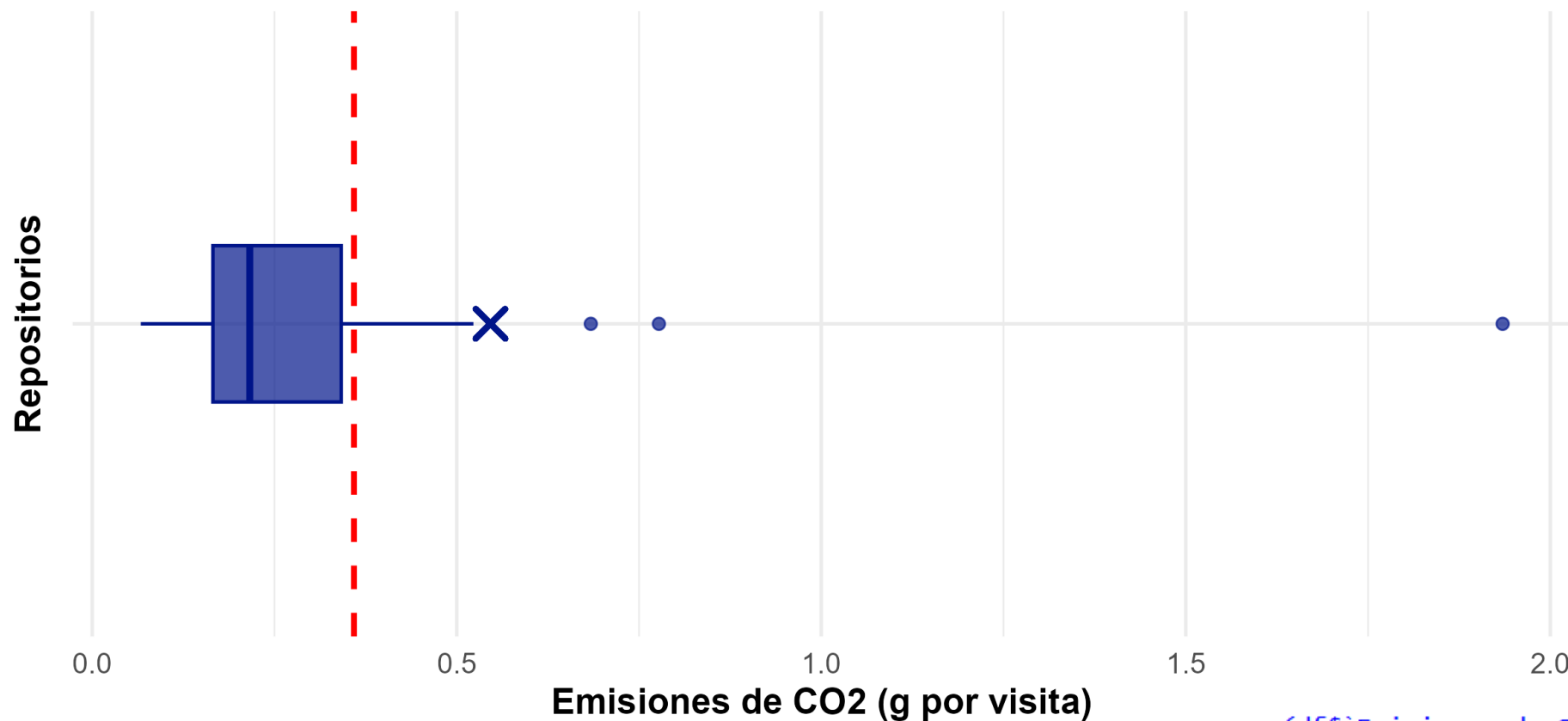




**Recordemos: es una estimación, no una medición exacta.**



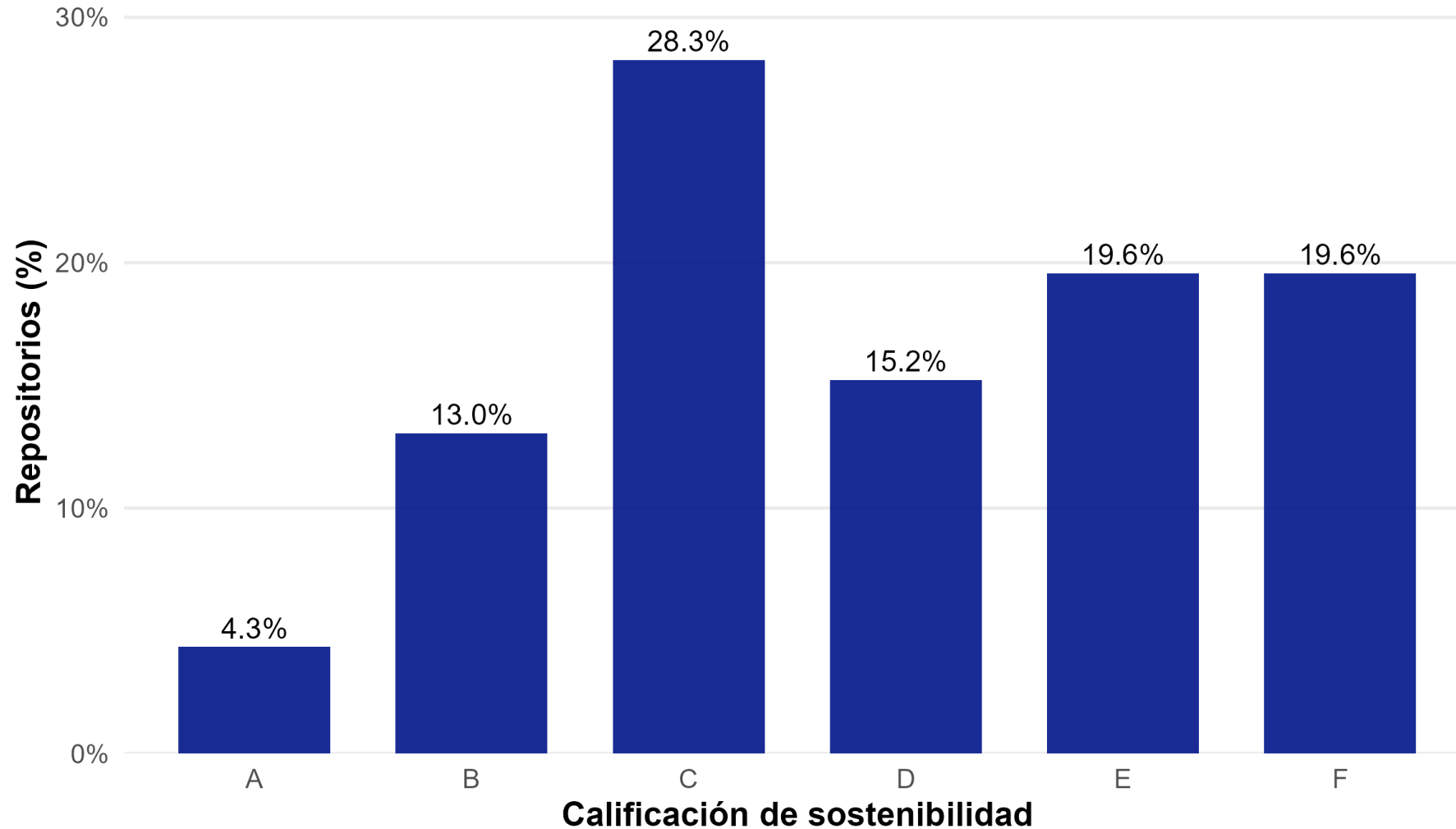
# Distribución de las emisiones de CO<sub>2</sub> por visita

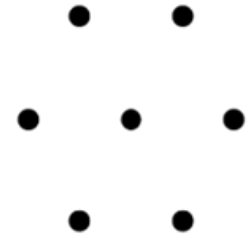


— Mediana global (Website Carbon)

```
> summary(df$`Emisiones de CO2`)  
   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.   
0.06661 0.16554 0.21608 0.30037 0.34155 1.93460  
> sd(df$`Emisiones de CO2`)  
[1] 0.2891483  
> summary(df$`Emisiones totales kg`)  
   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.   
3.210e-03 7.259e+00 4.111e+01 2.086e+02 2.334e+02 2.794e+03  
> sd(df$`Emisiones totales kg`)  
[1] 454.0095
```

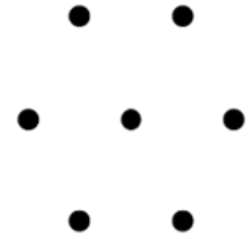
# Distribución de la calificación de sostenibilidad





**Más del 75% de los repositorios tiene  
un desempeño ambiental superior a la  
referencia global**

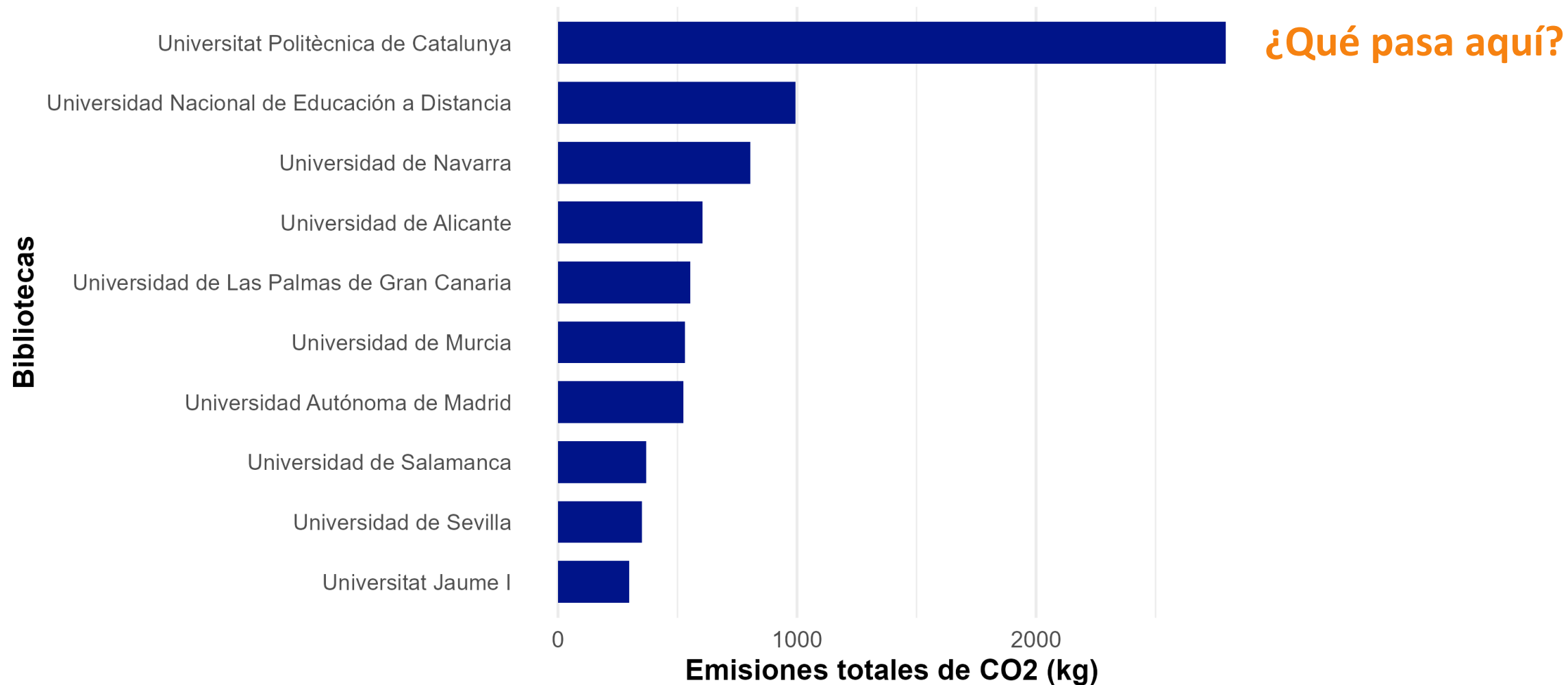




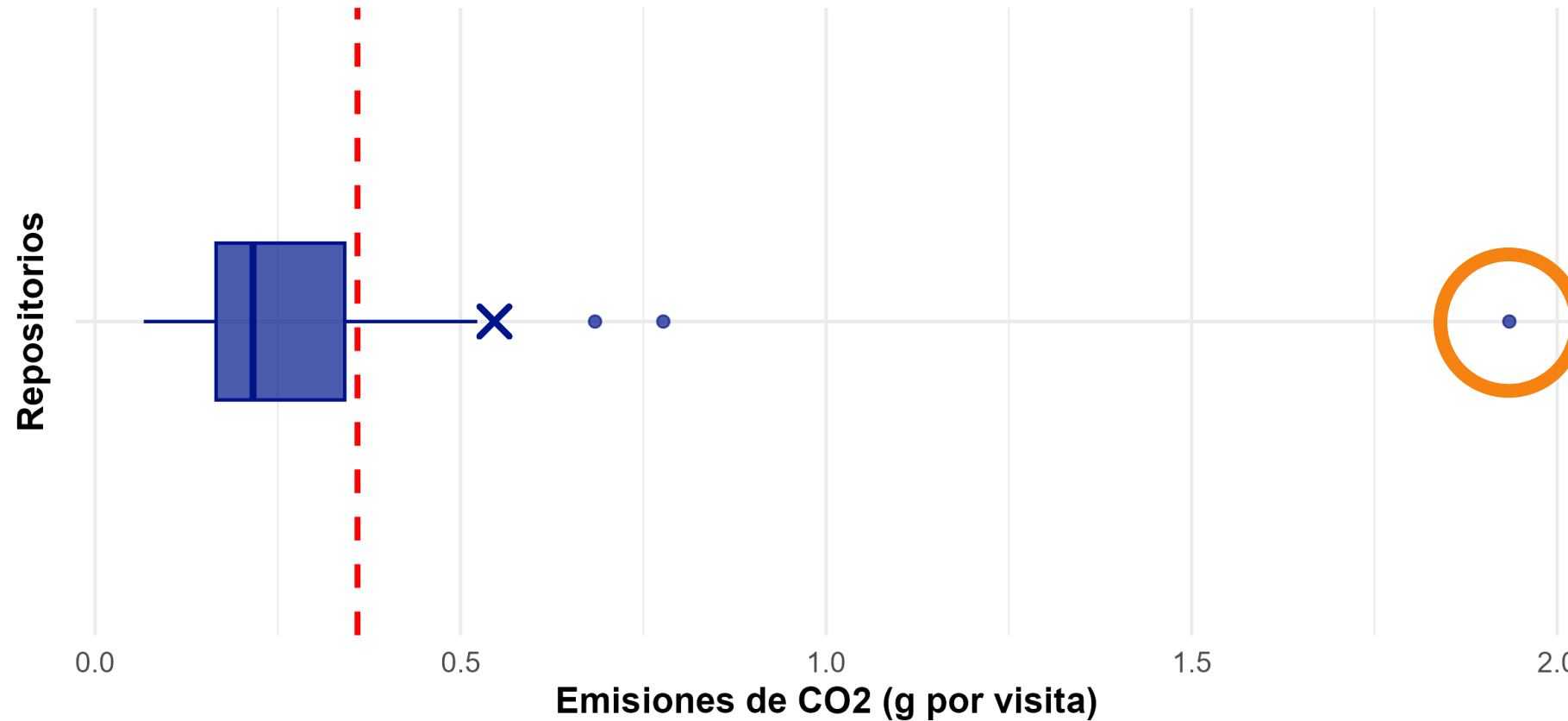
**Pero no todo son buenas noticias**



# TOP 10 repositorios por emisiones totales de CO<sub>2</sub>



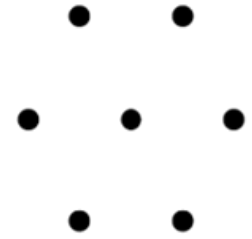
# El caso Universitat Politècnica de Catalunya



— Mediana global (Website Carbon)

# TOP 10 repositorios con más visitas (2022)

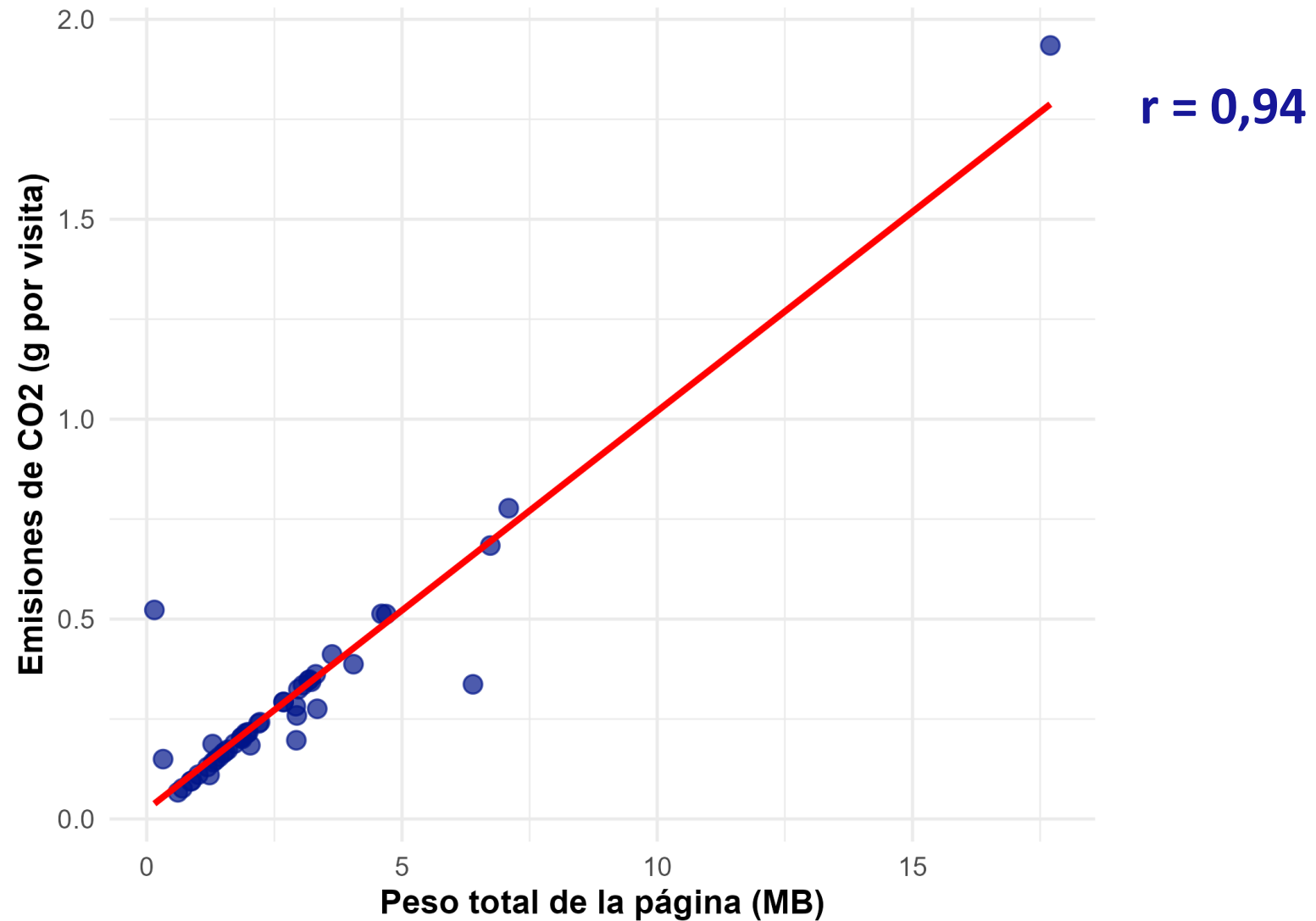




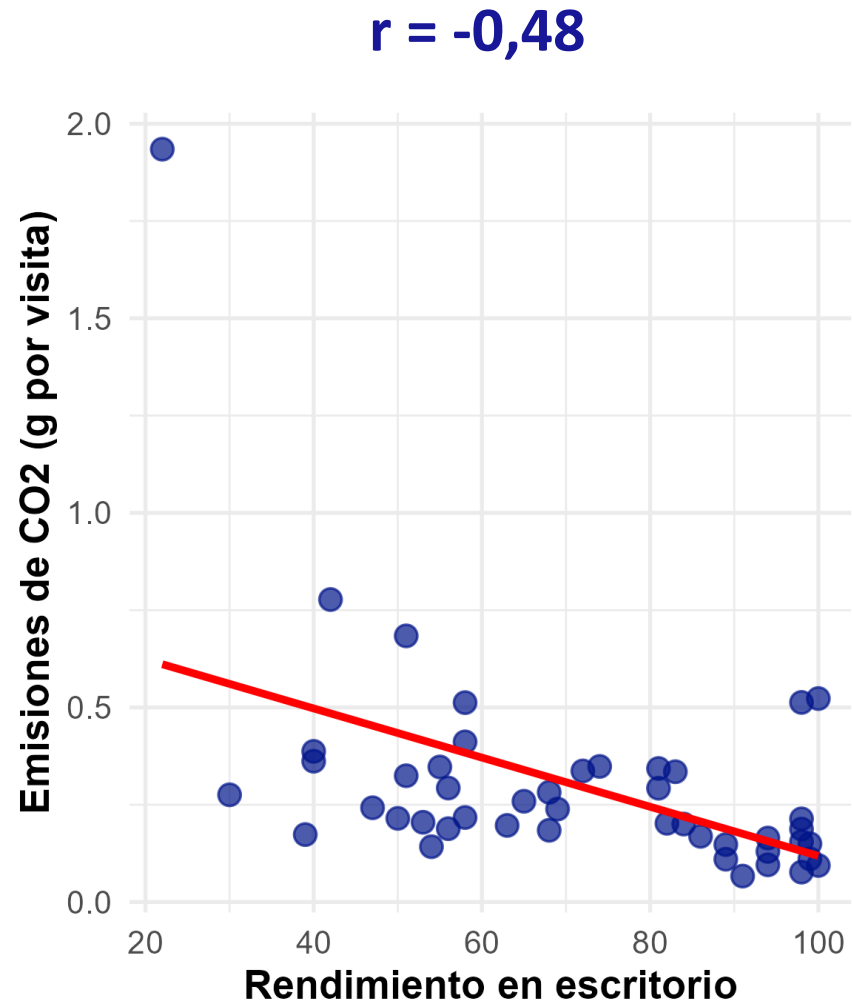
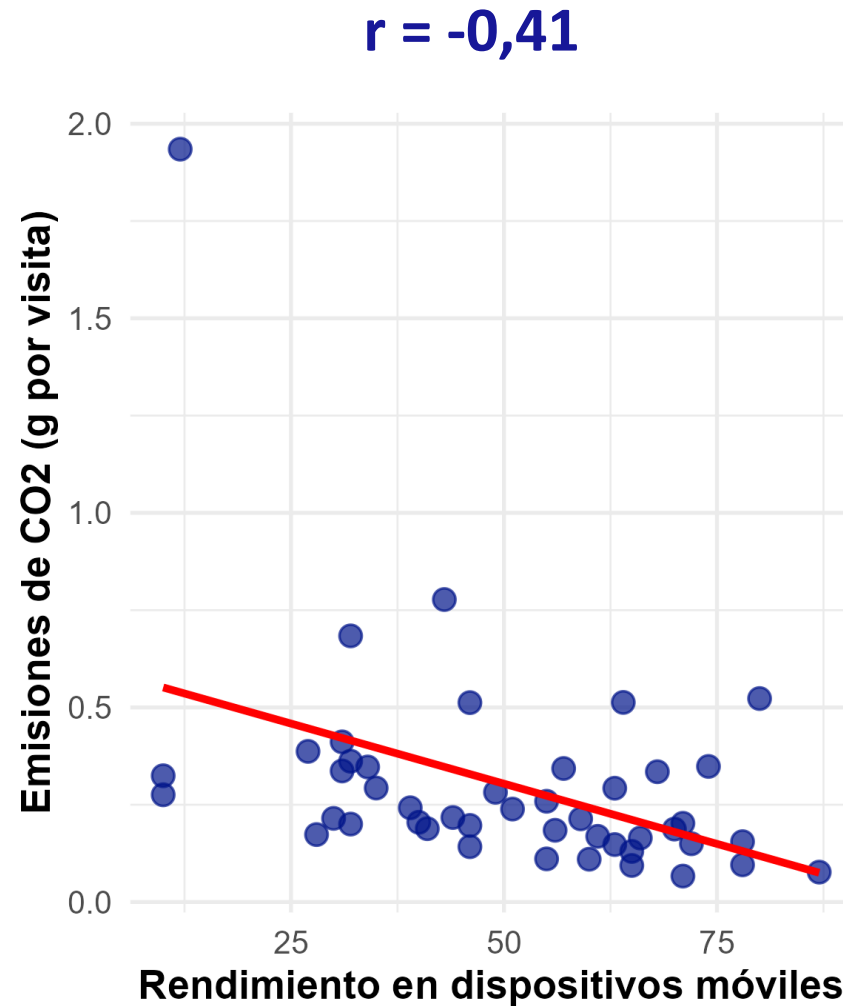
¿Qué está pasando aquí?



# Relación entre las emisiones y el peso de página



# Relación entre las emisiones y el rendimiento



# ¿Qué está inflando el peso?

<https://upcommons.upc.edu/>

## Page Details ?

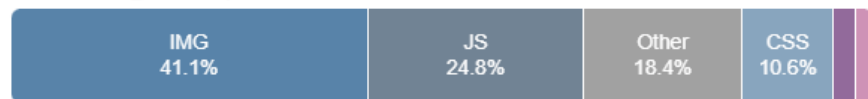
Pages with smaller total sizes and fewer requests tend to load faster.



Total Page Size - 10.2MB



Total Page Requests - 141



Look into reducing JavaScript, reducing web-fonts, and image optimization to ensure a lightweight and streamlined website.

<https://upcommons.upc.edu/entities/publication/321ddf3f-61e8-44c6-b343-fe7bf5574ad6>

## Page Details ?

Pages with smaller total sizes and fewer requests tend to load faster.



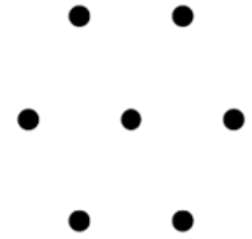
Total Page Size - 3.36MB



Total Page Requests - 101



Look into reducing JavaScript, reducing web-fonts, and image optimization to ensure a lightweight and streamlined website.



# Recapitulamos



# ¿Para qué sirve (y no sirve) este método?

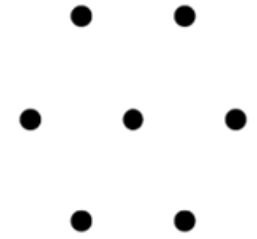
- Muy útil para analizar varios sitios web en conjunto
  - Y para detectar sitios web con una escasa optimización
- Pero...
- No sirve para dar una cifra de emisiones de exacta CO<sub>2</sub>



# Relación ASEO – Emisiones de CO<sub>2</sub>

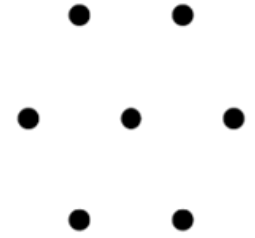
- Optimizar un sitio web para reducir sus emisiones puede tener un impacto positivo en el rendimiento
- Un mejor rendimiento puede implicar mejores rankings en motores de búsqueda
- Y por tanto, más visibilidad
- Espiral de optimización





¿Y qué pasa con la IA?



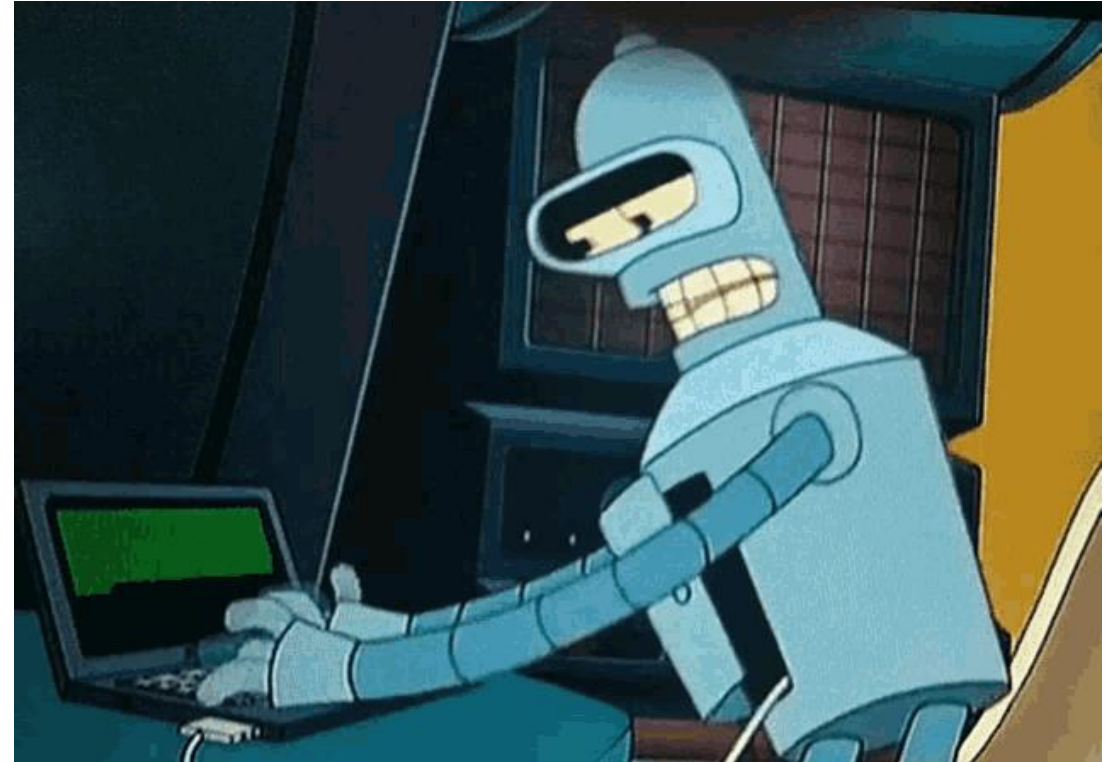


**Este muerto está muy vivo**



# Futuras líneas de investigación

- Adaptación de la metodología a estudios de caso
- Cómo podrían integrarse los datos de emisiones en diferentes rankings de sostenibilidad
- Cómo renderizan los bots de IA las páginas web



# GRACIAS



<https://www.linkedin.com/in/alvaro-hontanar/>



<https://www.linkedin.com/in/evamen/>

