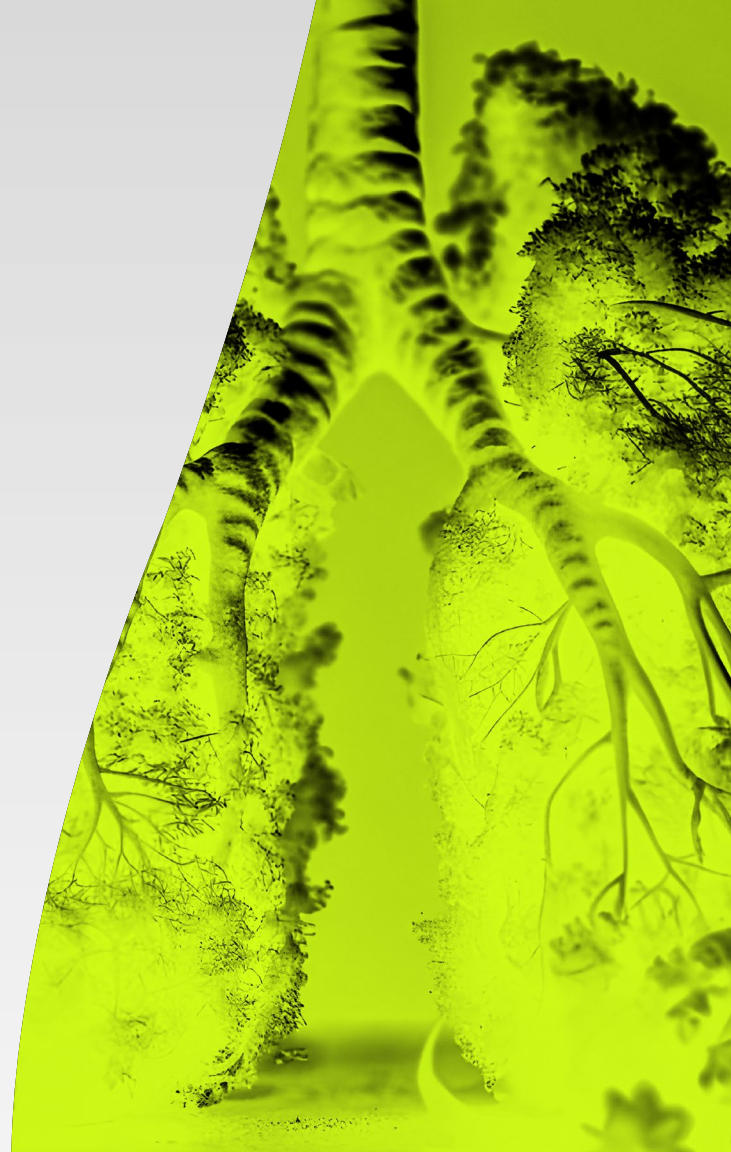


MODERN
RADIOLOGY
eBook

Imagen Sostenible

ESRF EUROPEAN SOCIETY
OF RADIOLOGY



/ Prólogo

Radiología Moderna es un recurso educativo gratuito para radiología publicado en línea por la Sociedad Europea de Radiología (ESR). El título de esta segunda versión renovada refleja el novedoso concepto didáctico del eBook de la ESR, con su combinación única de texto, imágenes y esquemas en forma de páginas sucintas, complementadas con casos clínicos de imagen, secciones de preguntas y respuestas e hipervínculos que permiten desplazarse rápidamente entre las distintas secciones de capítulos basados en órganos y técnicas de imagen, resúmenes y referencias.

Sus capítulos se basan en las contribuciones de más de 100 reconocidos expertos europeos, y se refieren tanto a aspectos técnicos generales como a casos de imagen clínica basados en órganos. El nuevo aspecto gráfico, que muestra a Asklepios con gafas de moda, simboliza la combinación de la enseñanza médica clásica con la educación de estilo contemporáneo.

Aunque la versión inicial del *libro electrónico ESR* se creó para proporcionar conocimientos básicos a los estudiantes de medicina y a los profesores de los cursos de pregrado, su alcance se ha ampliado gradualmente para incluir conocimientos más

avanzados para los lectores que deseen «profundizar». Como resultado, *Radiología Moderna* cubre también temas de los niveles de postgrado del *Diploma Europeo de Formación en Radiología*, abordando así las necesidades educativas de postgrado de los residentes. Por otra parte, refleja los comentarios de profesionales médicos de todo el mundo que desean actualizar sus conocimientos en áreas específicas del Diagnóstico por Imágenes y que ya han apreciado la profundidad y claridad del *libro electrónico ESR* en los niveles educativos básicos y más avanzados.

Me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a todos los autores que han contribuido con su tiempo y experiencia a este esfuerzo voluntario y sin ánimo de lucro, así como a Carlo Catalano, Andrea Laghi y András Palkó, que tuvieron la idea inicial de crear un eBook de la ESR, y -por último- a la Oficina de la ESR por su apoyo técnico y administrativo.

Radiología Moderna encarna un espíritu de colaboración y un compromiso inquebrantable con esta fascinante disciplina médica, indispensable para la atención moderna del paciente. Espero que esta herramienta *educativa* fomente la curiosidad y el pensamiento crítico, contribuyendo a apreciar del arte y la ciencia de la radiología en toda Europa y en otros continentes.

Minerva Becker, Editora

Profesora ordinaria de Radiología, Universidad de Ginebra, Suiza

/ Imagen Sostenible

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

/ Copyright y condiciones de uso

Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Es usted libre de:

Compartir: copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.

Under the following terms:

- / **ATRIBUCIÓN** – debe otorgar el [crédito correspondiente](#), proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o a su uso.
- / **NO COMERCIAL** – no puede utilizar el material con [fines comerciales](#).
- / **SIN DERIVADAS** – Si [remezcla, transforma o construye a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

Cómo citar esta obra:

Michael Jackson (2024)
ESR Modern Radiology eBook:

- / **Imagen Sostenible.**
DOI [10.26044/esr-modern-radiology-spa-28](https://doi.org/10.26044/esr-modern-radiology-spa-28)

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

/ Signage

/ Imagen Sostenible

 **CONOCIMIENTO BÁSICO**

 **ATENCIÓN**

 **HIPERVÍNCULOS**

 **MÁS CONOCIMIENTOS**

 **COMPARAR**

 **REFERENCIAS**

 **PREGUNTAS**

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para
una asistencia sanitaria
sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos
adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus
conocimientos

Referencias

Imagen Sostenible

AUTORES

Michael Jackson

Royal Hospital for Children and Young People, Edinburgh, United Kingdom

AFILIACIÓN

European Society Radiology (ESR) subcommittee on sustainable imaging

**ESQUEMA DEL
CAPÍTULO:**

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para
una asistencia sanitaria
sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos
adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus
conocimientos

Referencias

<↑> HIPERVÍNCULOS

michael.jackson@nhs.scot

/ Colaboradores en la traducción

El presente capítulo es una traducción del eBook **Radiología moderna**.

TÍTULO ORIGINAL:

Sustainable Imaging

TRADUCIDO POR:

José Antonio Cosentino
Juan Francisco Mula
Darío Herrán de la Gala

COORDINADO POR:

José María García Santos, Hospital General Universitario Morales Meseguer, Murcia, Spain

APROBADO POR:

Claudia Cejas, Fundación para la Lucha contra las Enfermedades Neurológicas de la Infancia (Fleni), Buenos Aires, Argentina

NOTA DE LOS COORDINADORES:

Es un honor presentar la versión en español de ESR Modern Radiology eBook. Esta obra, reconocida por su rigor académico y su aporte a la práctica radiológica, llega ahora a la comunidad hispanohablante. Queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a la Sociedad Europea de Radiología (ECR) por habernos otorgado la oportunidad de participar, lo que reafirma el compromiso de la ECR con la educación global y la excelencia en la práctica radiológica. Asimismo, extendemos nuestro reconocimiento a la Federación Argentina de Radiología y a la Sociedad Argentina de Radiología, instituciones que han brindado su apoyo incondicional.

Sebastian Costantino
Claudia Cejas

/ Imagen Sostenible

**ESQUEMA DEL
CAPÍTULO:**

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

/ Esquema del capítulo

/ Introducción

/ Antecedentes

/ Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

/ Modalidades de imagen

- / Ecografía y tomografía computarizada (TC)
- / Resonancia magnética (RM) y medicina nuclear

/ Costes energéticos adicionales

- / Transporte
- / Inteligencia artificial (IA)

/ Consumibles

- / Equipos de protección individual (EPI)
- / Medios de contraste yodados
- / Medios de contraste con gadolinio
- / Helio
- / Microburbujas de ultrasonidos
- / Varios

/ Consideraciones éticas

- / Enfermedades prevenibles
- / Análisis riesgo-beneficio
- / La imagen engendra imagen
- / Evitar una espiral de muerte apocalíptica

/ Puntos para llevar a casa

/ Ponga a prueba tus conocimientos

/ Referencias

/ Imagen Sostenible

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

**ESQUEMA DEL
CAPÍTULO:**

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para
una asistencia sanitaria
sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos
adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus
conocimientos

Referencias

/ Introducción

/ Introducción

/ Imagen Sostenible

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

La emergencia climática es una de las mayores amenazas para la salud y el bienestar humanos, una crisis sanitaria mundial de mayor gravedad que la pandemia de Covid-19.

La sanidad en general, y la imagen médica en particular, es una actividad que consume mucha energía y tiene un impacto ambiental considerable. En los últimos años ha quedado cada vez más claro que este impacto medioambiental puede provocar la pérdida de vidas humanas y medios de subsistencia.

En este capítulo se examinará la huella de carbono generada como resultado de la obtención de imágenes, junto con otros contaminantes ambientales asociados, analizando varias modalidades específicas de obtención de imágenes, consumibles y otros usos energéticos relacionados, como el transporte.

Se estudiarán las modificaciones de la práctica actual que pueden ayudar a reducir el impacto de la obtención

de imágenes, pero también se contemplarán cuestiones más amplias relacionadas con el modo en que se presta la asistencia sanitaria. ¿Es posible mantener el modelo actual de tratamiento con alto consumo energético cuando algunas enfermedades son potencialmente prevenibles?

Aunque se centra en el diagnóstico por imagen, el contenido y los temas de este capítulo son aplicables a la mayoría de los demás ámbitos de la medicina. Como profesionales sanitarios, tenemos la responsabilidad ética de garantizar que la atención que prestamos no sólo sea segura y adecuada para el paciente que tenemos delante, sino también sostenible y justificable.

**ESQUEMA DEL
CAPÍTULO:**

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para
una asistencia sanitaria
sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos
adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus
conocimientos

Referencias

/ Antecedentes

/ Antecedentes

La emergencia climática es una de las mayores amenazas para la salud y el bienestar humanos.

El cambio climático está contribuyendo directamente a las emergencias humanitarias por olas de calor, incendios forestales, inundaciones, tormentas tropicales y huracanes, y todos estos sucesos están aumentando en escala, frecuencia e intensidad.

El 37% de las muertes relacionadas con el calor se atribuyen al cambio climático inducido por la especie humana. Las muertes relacionadas con el calor entre los mayores de 65 años han aumentado un 70% en las dos últimas décadas. En 2020, 98 millones de personas más experimentaron inseguridad alimentaria (dificultad para el acceso al alimento o a los alimentos nutritivos) en comparación con la media de 1981-2010. La OMS prevé, de forma conservadora, 250 000 muertes anuales adicionales para la década de 2030 debido a los efectos del cambio climático en enfermedades como la malaria, la desnutrición, la diarrea y las inundaciones costeras. [ref 1]

En 2017, el Banco Mundial, en colaboración con *Health Care Without Harm*, publicó un cálculo estimado según el cual el

sector sanitario generó 2 600 millones de los 52 000 millones de toneladas de CO₂ emitidas en todo el mundo en 2011, es decir, el 5 % de las emisiones mundiales de CO₂[ref 2].

Los sectores sanitarios de Estados Unidos, Australia, Inglaterra y Canadá emiten en conjunto 748 millones de toneladas de dióxido de carbono al año. Si los sectores sanitarios de estos países fueran una única nación independiente, ocuparían el séptimo puesto mundial en emisiones de gases de efecto invernadero. [ref 3]

Aunque no cabe duda de que la sanidad puede aportar grandes beneficios, cada vez está más claro que el impacto ambiental de las emisiones relacionadas con la sanidad también contribuye a la pérdida de vidas humanas y medios de subsistencia. Tanto los profesionales sanitarios como los ciudadanos son cada vez más conscientes de la necesidad de tener en cuenta la sostenibilidad en todas las actividades y decisiones sanitarias.

<∞> REFERENCIAS

- Ref 1: https://www.who.int/health-topics/climate-change#tab=tab_1
Ref 2: Climate-Smart Healthcare: Low-carbon and Resilience Strategies for the Health Sector. World Bank 2017
Ref 3: Sustainability in Health Care. Howard Hu, Gary Cohen, Bhavna Sharma, Hao Yin, Rob McConnell. Annual Review of Environment and Resources 2022 47:1, 173-196. <https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev-environ-112320-095157>

/ Sustainable Imaging

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

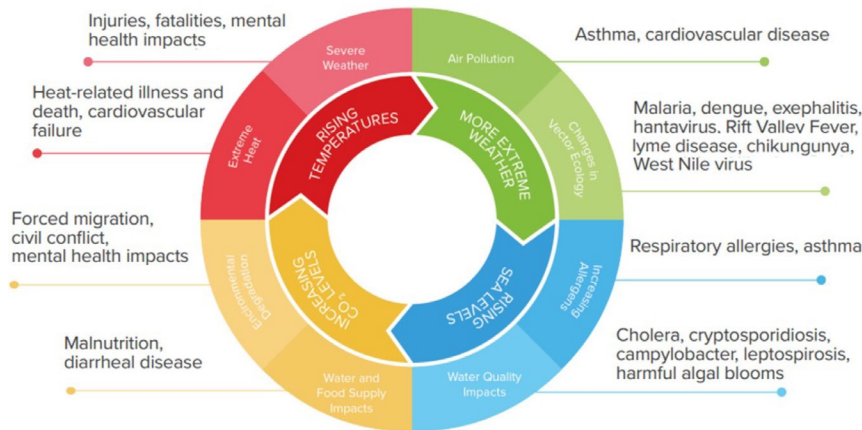
Referencias

La crisis climática es una crisis sanitaria.

El siguiente diagrama muestra cómo los efectos multifactoriales del calentamiento global pueden combinarse para afectar a la salud:

Impact of climate change on human health

(Source: U.S. Centers for Disease Control and Prevention)



Sustainable Imaging

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

Diagrama extraído de: Duindam, D. Transitioning to Sustainable Healthcare: Decarbonising Healthcare Clinics, a Literature Review. Challenges 2022, 13, 68.

<https://doi.org/10.3390/challe13020068>

Creative Commons Attribution 4.0 International

Dentro de la asistencia sanitaria, la imagen médica representa una proporción significativa de las emisiones de dióxido de carbono, y también produce contaminación ambiental adicional.

Las estimaciones varían, pero se cree que el diagnóstico por imagen representa aproximadamente el 10 % de las emisiones relacionadas con la asistencia sanitaria [ref. 1], lo que equivaldría a alrededor del 0,5 % de las emisiones mundiales.

En 2016, las emisiones de CO2 procedentes de la resonancia magnética y la tomografía computarizada, calculadas en 120 países, representaron el 0,77 % del total de las emisiones mundiales [ref 1].

Otra estimación sitúa esta proporción en un 1% [ref. 2].

Aunque estas cifras varían, está claro que la imagen médica también contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero. Investigaciones recientes estiman que las emisiones de combustibles fósiles causan 8,34 millones de muertes prematuras relacionadas con la contaminación atmosférica al año [ref 3]. Utilizando la estimación más baja del 0,5%, el

diagnóstico por imagen sería responsable de 41.700 muertes prematuras al año o, utilizando la estimación más alta del 1%, de unas 83.400 muertes al año.

Aunque algunos países con un elevado consumo de energía relacionada con el diagnóstico por imagen utilizan electricidad generada de forma sostenible, si recordamos que estas muertes prematuras relacionadas con la contaminación atmosférica no tienen en cuenta las muertes prematuras adicionales que la OMS prevé como resultado del calentamiento global, las cifras siguen siendo preocupantes.

<=> REFERENCIAS

Ref 1 Picano E, Mangia C, D'Andrea A. Climate Change, Carbon Dioxide Emissions, and Medical Imaging Contribution. J Clin Med. 2022 Dec 27;12(1):215. doi: 10.3390/jcm12010215. PMID: 36615016; PMCID: PMC9820937

Ref 2 The Lancet Digital Health. Curbing the carbon footprint of health care. Lancet Digit Health. 2023 Dec;5(12):e848. doi: 10.1016/S2589-7500(23)00229-7. PMID: 38000867

Ref 3 Lelieveld J, Haines A, Burnett R, Tonne C, Klingmüller K, Månzel T et al. Air pollution deaths attributable to fossil fuels: observational and modelling study BMJ 2023; 383:e077784 doi:10.1136/bmj-2023-077784

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba sus conocimientos

Referencias

**ESQUEMA DEL
CAPÍTULO:**

Introducción

Antecedentes

**Cuatro principios
para una asistencia
sanitaria sostenible**

Modalidades de imagen

Costes energéticos
adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus
conocimientos

Referencias

/ Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

/ Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Dentro de la asistencia sanitaria, la imagen médica representa una proporción significativa de las emisiones de dióxido de carbono, y también produce contaminación ambiental adicional. A la hora de estudiar cómo prestar servicios de diagnóstico por imagen menos nocivos, conviene recordar los cuatro principios de la asistencia sanitaria sostenible [Mortimer F, 2010]:

1. Prevención

/ Promoción de la salud y prevención de la enfermedad abordando las causas de las enfermedades y las desigualdades. .

2. Autocuidado del paciente

/ Capacitar a los pacientes para que desempeñen un papel más importante en la gestión de su propia salud y atención sanitaria.

3. Servicio

/ Racionalización de los sistemas asistenciales para minimizar el sobregasto de los recursos..

4. Baja emisión de carbono.

/ Dar prioridad a los tratamientos y tecnologías con menor impacto ambiental.

**ESQUEMA DEL
CAPÍTULO:**

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para
una asistencia sanitaria
sostenible

**Modalidades de
imagen**

Costes energéticos
adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus
conocimientos

Referencias

/ Modalidades de imagen

/ Modalidades de imagen

La imagen médica o radiología utiliza varias técnicas de examen o modalidades diferentes, tratadas en detalle en otra parte del eBook para la Formación de Pregrado en Radiología.

Cada modalidad tiene ventajas y desventajas particulares en relación con la demostración de diferentes regiones del cuerpo y patologías, pero también hay variación en la huella de carbono que deja cada una de ellas.

Aunque los departamentos de radiología se esfuerzan por utilizar los recursos de

forma prudente, independientemente de las cuestiones de sostenibilidad, el examen del coste relativo del carbono de las distintas técnicas de imagen puede ser útil para planificar los departamentos de radiología del futuro y determinar cómo la imagen puede servir mejor a los pacientes en general.

/ Imagen Sostenible

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

/ Ecografía

/ Imagen Sostenible

El uso de microburbujas de hexafluoruro de azufre como agente de contraste para las ecografías aumenta el impacto medioambiental (véase Consumibles: microburbujas para ecografía).

La ecografía tiene algunas limitaciones técnicas, como la visibilidad del tórax y el abdomen, limitada en parte por las costillas y el gas intestinal, respectivamente, y se sabe que depende del operador, lo que significa que la fiabilidad de los hallazgos es más variable en comparación con la TC o la RM. Sin embargo, la calidad de la imagen sigue mejorando con el desarrollo de la tecnología y, en vista de la huella de carbono relativamente baja, la ecografía puede ser cada vez más útil en entornos en los que los recursos de imagen seccional son limitados.

<=> ATENCIÓN

En la mayoría de las situaciones, la ecografía es la técnica de imagen que menos gases de efecto invernadero emite. Se calcula que una ecografía abdominal produce 0,5 kg de CO₂e, frente a los 9,2 kg de un TAC abdominal y los 17,5 kg de una RM abdominal.

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

/ Ecografía

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

/ Tomografía computarizada (TC)

Mientras que se calcula que una exploración abdominal produce 9,2 Kg CO₂e, las exploraciones de cuerpo entero o las adquisiciones multifásicas pueden dar lugar a que algunos exámenes superen los 30Kg CO₂e.

Schöckel L et al {2020} estimated 350million CT examinations are performed globally each year. Assuming a

CO₂e of 9.2Kg per examination, CT scans would contribute some 3.2 million tonnes of CO₂ globally each year.

<∞> REFERENCIAS

Schöckel L, Jost G, Seidensticker P, Lengsfeld P, Palkowitsch P, Pietsch H. Developments in X-Ray Contrast Media and the Potential Impact on Computed Tomography. Invest Radiol. 2020 Sep;55(9):592-597. doi: 10.1097/RLI.0000000000000696. PMID: 32701620

/ Imagen Sostenible

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

/ Tomografía computarizada (TC)

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

/ Resonancia magnética (RM)

La RM requiere un campo magnético muy potente para funcionar (la mayoría de los escáneres clínicos utilizan campos de 1,5 o 3 Tesla) > véase el capítulo del libro electrónico sobre RM.

El coste en carbono de la instalación y el mantenimiento de imanes superconductores es considerable (véase también RM: Helio).

La RM a menudo proporciona información que otras modalidades de diagnóstico por imagen no pueden ofrecer fácilmente, pero este elevado consumo de energía está impulsando a los departamentos de radiología a estudiar cómo realizar los exámenes de forma más sostenible.

Por ejemplo, la implementación del modo de ahorro de energía durante 12 horas por la noche en lugar del modo apagado en todas las unidades de RM ambulatorias de Estados Unidos podría ahorrar a la sanidad estadounidense 58863,2-76288,2 MW-hora, entre 8,2 y 10,7 millones de dólares y 41606,4-54088; y unas 3 toneladas métricas de CO₂e [Wollen SA et al 2023].

<=> ATENCIÓN

Una estimación de la huella de carbono sugiere que una resonancia magnética abdominal produce 17,5 kg de CO₂e, aproximadamente el doble que un TAC abdominal y unas 35 veces la huella de carbón de una ecografía abdominal. [McAlister S, et al 2022].

/ Imagen Sostenible

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

/ Resonancia magnética (RM)

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

/ Medicina nuclear

También es probable que los costes energéticos relacionados con las técnicas de diagnóstico por imagen de medicina nuclear, incluidas las cámaras gamma y los escáneres SPECT y PET, sean sustanciales, aunque actualmente existe relativamente poca bibliografía publicada al respecto.

<∞> REFERENCIAS

McAlister S, McGain F, Petersen M, Story D, Charlesworth K, Ison G, Barratt A. The carbon footprint of hospital diagnostic imaging in Australia. *Lancet Reg Health West Pac.* 2022 May 3;24:100459. doi: 10.1016/j.lanwpc.2022.100459. PMID: 35538935; PMCID: PMC9079346

Woolen SA, Becker AE, Martin AJ, Knoerl R, Lam V, Folsom J, Eusemann C, Hess CP, Deshpande V. Ecodesign and Operational Strategies to Reduce the Carbon Footprint of MRI for Energy Cost Savings. *Radiology.* 2023 May;307(4):e230441. doi: 10.1148/radiol.230441. Epub 2023 Apr 25. Erratum in: *Radiology.* 2023 Jul;308(1):e239020. PMID: 37097133

/ Imagen Sostenible

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

/ Medicina nuclear

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

**ESQUEMA DEL
CAPÍTULO:**

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para
una asistencia sanitaria
sostenible

Modalidades de imagen

**Costes energéticos
adicionales**

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus
conocimientos

Referencias

/ Costes energéticos adicionales

/ Transporte

En el Reino Unido, el transporte de pacientes y personal representa aproximadamente el 10% de la huella de carbono del Servicio Nacional de Salud (SNS).

Sólo en Inglaterra, el NHS recorre más de 9.500 millones de kilómetros al año, lo que supone alrededor del 3,5% de todos los desplazamientos por carretera [ref 1].

Aunque la logística del transporte escapa en gran medida al control de los departamentos de radiología, existe la posibilidad de modificar las prácticas de trabajo para reducir los desplazamientos innecesarios:

- / Prestación de servicios «hub and spoke» (centro y periferia), en los que radiólogos subespecialistas acuden a hospitales generales de distrito para hacerse cargo de agendas de trabajo más cerca de la comunidad local, reduciendo los desplazamientos al centro terciario.
- / Escáneres portátiles de tomografía computarizada y unidades de mamografía ubicadas en lugares convenientes dentro de la comunidad.
- / Modificar la práctica laboral para utilizar la telerradiología o sistemas externos para reducir los desplazamientos innecesarios del personal.



Imagen creada por M. Jackson con Image Creator via Copilot App

/ Imagen Sostenible

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

/ Transport

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba sus conocimientos

Referencias

<∞> REFERENCIAS

Ref 1: The NHS: Carbon Footprint
Faculty of Public Health Special Interest Group document 2020
<https://www.fph.org.uk/media/3126/k9-fph-sig-nhs-carbon-footprint-final.pdf>

Tradicionalmente, los congresos y reuniones científicas se han celebrado de manera presencial, y la mayoría de gente las encuentra más atractivas y estimulantes que el aprendizaje online, sobre todo si duran unas horas o incluso unos días. También se sabe que las oportunidades sociales que ofrecen entre sesiones formales son vitales para forjar relaciones profesionales y amistades que a menudo conducen a colaboraciones productivas y nuevas prácticas innovadoras.

Sin embargo, el coste en carbono de las conferencias y reuniones nacionales y, sobre todo, internacionales, es considerable y exige un análisis en el contexto de la emergencia climática.

Yakar y Kwee calcularon la huella de carbono de la reunión anual de la RSNA de 2017 (la mayor conferencia de radiología, que se celebra cada año en Chicago). Los viajes en avión de 24.000 asistentes (aproximadamente la mitad de EE. UU. y la otra mitad de otros países) equivalieron a 40.000 toneladas de CO₂e. Cuando se dispone de recursos de aprendizaje electrónicos de buena calidad, ¿podemos justificar los viajes intercontinentales con fines de Desarrollo Profesional Continuo (DPC)?

<∞> REFERENCIAS

Yakar D, Kwee TC. Carbon footprint of air travel to international radiology conferences: FOMO? Eur Radiol. 2020 Nov;30(11):6293-6294. doi: 10.1007/s00330-020-06988-2. Epub 2020 Jun 10. PMID: 32518990; PMCID: PMC7283036

/ Imagen Sostenible

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

/ Transport

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

/ Inteligencia artificial

Se espera que los algoritmos de IA y el aprendizaje automático ofrezcan una mayor precisión y eficiencia diagnóstica en relación con el diagnóstico médico por imagen en el futuro. La informática avanzada puede ofrecer nuevas soluciones que, en última instancia, permitan reducir los costes energéticos y las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, por el momento la inteligencia artificial es una empresa de alto consumo energético.

Investigaciones recientes sugieren que NVIDIA, líder del mercado en

computación de IA, verá cómo sus servidores consumen más de 85.4 teravatios-hora anuales en 2027, superando el uso de energía de países como Suecia y Argentina [de Vries, 2023] En 2020, la infraestructura y los dispositivos de tecnología consumieron alrededor del 5 % del uso mundial de electricidad [Parlamento del Reino Unido, 2022] En 2022, Google informó de que el *machine learning* había representado el 15 % de su uso de energía en los tres años anteriores [Patterson, 2022].

<∞> REFERENCIAS

de Vries, The growing energy footprint of artificial intelligence, Joule (2023), <https://doi.org/10.1016/j.joule.2023.09.004>
Energy consumption of ICT. UK Parliament Research Briefing (2022) POSTNOTE Number 677, September 2022
David Patterson Google Research February 15, 2022 [Good News About the Carbon Footprint of Machine Learning Training \(research.google\)](https://research.google)



Imagen creada por M. Jackson con Image Creator mediante la aplicación Copilot.

<!> ATENCIÓN

Se prevé que los costes energéticos relacionados con la IA disminuyan a medida que mejore la tecnología, pero en la actualidad el uso de algoritmos de IA en el análisis de imágenes añade aún más huella de carbono a un esfuerzo que ya de por sí requiere grandes cantidades de energía.

/ Imagen Sostenible

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

/ Inteligencia artificial

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba sus conocimientos

Referencias

**ESQUEMA DEL
CAPÍTULO:**

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para
una asistencia sanitaria
sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos
adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus
conocimientos

Referencias

/ Consumibles

/ Equipos de protección individual (EPI)

Durante la pandemia de Covid-19 se utilizaron grandes cantidades de equipos de protección individual de un solo uso, lo que suscitó preguntas sobre el impacto medioambiental de artículos como mascarillas, guantes y delantales desechables [refs 1,2] La Organización Mundial de la Salud estimó que se necesitaron unos 89 millones de mascarillas médicas, 76 millones de guantes y 1,6 millones de gafas en todo el mundo durante cada mes de la pandemia [ref 3].

Aunque el uso de estos artículos se ha reducido tras la pandemia, y el departamento de diagnóstico por imagen suele utilizar menos EPI en comparación con otras especialidades, el impacto colectivo a escala mundial sigue siendo preocupante.

Las medidas de control de infecciones son vitales para proteger tanto a los pacientes como al personal, pero deben ser juiciosas y seguir una práctica basada en la evidencia para reducir el gasto innecesario.



Imagen creada por M. Jackson con Image Creator via Copilot App

<=> REFERENCIAS

Ref 1: Rizan C, Reed M, Bhutta MF. Environmental impact of personal protective equipment distributed for use by health and social care services in England in the first six months of the COVID-19 pandemic. J R Soc Med. 2021 May;114(5):250-263. doi: 10.1177/01410768211001583. Epub 2021 Mar 16. PMID: 33726611; PMCID: PMC8150566

Ref. 2: Bennett R, Maraka J. Healthcare should not cost us the Earth BMJ 2020; 371:m4289 doi:10.1136/bmj.m4289

Ref 3: WHO News Release, 3 March 2020 <https://www.who.int/news/item/03-03-2020-shortage-of-personal-protective-equipment-endangering-health-workers-worldwide>

/ Imagen Sostenible

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

/ Equipos de protección individual (EPI)

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba sus conocimientos

Referencias

/ Medios de contraste yodados

Los medios de contraste yodados (MCI) se utilizan en algunas técnicas de imagen basadas en rayos X, pero más comúnmente en el ámbito de la TC.

Cada año se utilizan millones de litros de MCI en todo el mundo, con una estimación reciente de más de 10 millones de litros al año [ref. 1].

Tras su uso por vía intravenosa, estos agentes se excretan por la orina y entran en el sistema de suministro de agua. Se han encontrado medios de contraste yodados en aguas residuales, aguas superficiales y agua potable en múltiples lugares de todo el mundo. Un estudio realizado en el río Rin (que cruza la frontera entre Alemania y

los Países Bajos) calculó que unas 71 toneladas de MCI fluyeron de Alemania a los Países Bajos en 2020.

Aunque los MCI en sí se consideran seguros, pueden reaccionar con desinfectantes de uso común, como el cloro, en presencia de materia orgánica, y los productos de descomposición resultantes son más tóxicos que los productos de desinfección estándar [ref. 2]. Las tecnologías de tratamiento del agua existentes aún no son capaces de eliminar los MCI y sus productos de transformación de las aguas residuales.



Imagen creada por M. Jackson con Image Creator vía Copilot App

<∞> REFERENCIAS

Ref. 1: Dekker HM, Stroomberg GJ, Prokop M. Tackling the increasing contamination of the water supply by iodinated contrast media. Insights Imaging. 2022 Feb 24;13(1):30. doi: 10.1186/s13244-022-01175-x. PMID: 35201493; PMCID: PMC8873335

Ref. 2: Sengar A, Vijayanandan A (2021) Comprehensive review on iodinated X-ray contrast media: complete fate, occurrence, and formation of disinfection byproducts. Sci Total Environ 769:144846. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144846>

/ Imagen Sostenible

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

/ Medios de contraste yodados

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba sus conocimientos

Referencias

/ Agentes de contraste yodados

/ Imagen Sostenible

<=> ATENCIÓN

Las estrategias para abordar la entrada de MCI en el suministro de agua incluyen:

- / Procesamiento específico de las aguas residuales hospitalarias antes de su vertido al sistema de alcantarillado
- / Recogida de orina en bolsas desechables para las exploraciones ambulatorias
- / Evitar el uso de contraste cuando no sea necesario
- / Recoger y reciclar el contraste abierto que no se haya administrado
- / Racionalizar los volúmenes de los frascos de contraste utilizados durante una lista de exploración radiológica para reducir los residuos

Reducir el uso innecesario y el desperdicio de MCI también es beneficioso para reducir el impacto medioambiental no relacionado con el agua, ya que la fabricación de estos agentes conlleva importantes costes energéticos, etc.

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

/ Agentes de contraste yodados

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

/ Agentes de contraste a base de gadolinio

/ Imagen Sostenible

El gadolinio es un metal pesado que se utiliza como agente de contraste intravenoso en los exámenes de RM. Algunos tipos de tumores y procesos infecciosos sólo se visualizan fácilmente mediante la administración de agentes de contraste a base de gadolinio (GBCA). Sin embargo, existe una creciente preocupación por la entrada de gadolinio en el suministro de agua. Se calcula que el consumo mundial de óxido de gadolinio es de aproximadamente 1.000 toneladas al año, sin que en la actualidad existan medios eficaces de eliminación o reciclado. Los GBCA se eliminan casi por completo en la orina a las 30 horas de la inyección. Se han encontrado GBCA en el agua potable de varias ciudades europeas. [ref 1]

Los GBCA parecen ser moléculas estables, lo que limita la toxicidad del gadolinio. Sin embargo, la investigación sobre los embriones y larvas del erizo de mar *Paracentrotus lividus* sugiere que la contaminación por gadolinio supone un riesgo para la vida marina [ref 2]. Dado que los GBCA sólo se utilizan desde 1988, aún están por ver los efectos a largo plazo de la acumulación de miles de toneladas en el océano.

Además de las preocupaciones relacionadas con la contaminación del agua, la extracción de gadolinio también tiene un impacto medioambiental significativo.



Imagen creada por M. Jackson con Image Creator vía Copilot App

<=> REFERENCIAS

Ref. 1: Ognard J, Barrat JA, Cotton F, Mian A, Kremer S, Sitoh YY, Vercllytte S, Loffroy R, Tripier R, Alavi Z, Ben Salem D. A roadmap towards pollution prevention and sustainable development of Gadolinium. J Neuroradiol. 2021 Nov;48(6):409-411. doi: 10.1016/j.neurad.2021.08.002. Epub 2021 Sep 8. PMID: 34506855

Ref. 2: Martino C, Byrne M, Roccheri MC, Chiarelli R. Interactive effects of increased temperature and gadolinium pollution in *Paracentrotus lividus* sea urchin embryos: a climate change perspective. Aquat Toxicol. 2021 Jan 21;232:105750. doi: 10.1016/j.aquatox.2021.105750. Epub ahead of print. PMID: 33529976

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

/ Agentes de contraste a base de gadolinio

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba sus conocimientos

Referencias

/ Helio

El helio se utiliza en diversas industrias, desde la investigación espacial a la predicción meteorológica, pero los hospitales son los mayores usuarios, con un 32% del mercado mundial en 2021.

Una unidad típica de resonancia magnética requiere aproximadamente 2.000 litros de helio líquido para mantener los imanes superconductores lo suficientemente fríos como para funcionar. A lo largo de la vida útil de la unidad, pueden ser necesarias recargas adicionales para sustituir el helio que hierve y se escapa a la atmósfera.

El helio no es un gas de efecto invernadero, pero es uno de los elementos más raros de la Tierra, producido por la desintegración radiactiva natural del uranio o el torio presentes en la corteza terrestre. Este proceso es muy lento, lo que significa que el suministro de helio de la Tierra es finito e insustituible [ref 1].

Algunos escáneres están equipados con una unidad que ayuda a capturar y reutilizar el helio perdido, pero esto no es universal.

Los fabricantes están desarrollando escáneres de bajo consumo de helio (la primera máquina británica de este tipo se instaló en el King's College de Londres en 2022 y utiliza menos de un litro de helio).

También hay investigaciones prometedoras en sistemas de RM de bajo campo (que funcionan con una intensidad de campo magnético de 0,25 - 1,0 T, frente a los escáneres típicos de 1,5 T y 3,0 T). Estos sistemas no necesitan helio, consumen mucha menos energía y son mucho más fáciles de instalar que los escáneres convencionales. En la actualidad, las imágenes son de menor calidad, pero se espera que estas máquinas puedan ofrecer soluciones transversales en comunidades más remotas [ref 2]. Si la calidad de las imágenes sigue mejorando, la reducción del impacto medioambiental podría acelerar la adopción de estos sistemas.



Imagen creada por M. Jackson con Image Creator vía Copilot App

<=> REFERENCIAS

Ref 1: Mary Henderson Keeping an eye on the potential shortage of helium for MRIs. RSNA News January 25, 2023 <https://www.rsna.org/news/2023/january/helium-shortage-for-MRI>
Ref. 2: Hori M, Hagiwara A, Goto M, Wada A, Aoki S. Low-Field Magnetic Resonance Imaging: Its History and Renaissance. Invest Radiol. 2021 Nov 1;56(11):669-679. doi: 10.1097/RLI.0000000000000810. PMID: 34292257; PMCID: PMC8505165.

/ Imagen Sostenible

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

/ Helio

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba sus conocimientos

Referencias

/ Microburbujas de ultrasonidos

El hexafluoruro de azufre (SF₆) se utiliza como agente de contraste en ecografías en diversos entornos, como la caracterización de lesiones hepáticas, la obtención de imágenes de traumatismos y la evaluación del RVU en niños.

Este agente tiene un buen perfil de seguridad para el paciente y puede ayudar a proporcionar información clínica valiosa.

En las ecografías se suelen utilizar cantidades muy pequeñas.

Sin embargo, el SF₆ es uno de los gases de efecto invernadero más potentes, ya que se calcula que es 23.500 veces más eficaz atrapando la radiación infrarroja que el CO₂.

El efecto acumulativo de su uso global en este contexto es una preocupación creciente. En la industria, el principal (y creciente) uso del SF₆ es como agente aislante eléctrico, lo que nos recuerda que, aunque la electricidad utilizada para la atención sanitaria proceda de fuentes renovables, el impacto medioambiental de las infraestructuras eléctricas puede seguir siendo considerable.



Imagen creada por M. Jackson con Image Creator vía Copilot App

/ Imagen Sostenible

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

/ Microburbujas de ultrasonidos

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

/ Varios

Muchos hospitales siguen elaborando informes radiológicos en papel. Las estimaciones del coste en carbono de una hoja de papel A4 varían entre 4,5 g y 60 g. [ref 1, ref 2]. Si todos los exámenes radiológicos realizados en Inglaterra (43,3 millones) fueran acompañados de un informe de una hoja, esto equivaldría a entre 195.000 Kg y 2.598.000 Kg de CO₂e

Aunque la elaboración electrónica de informes elimina este coste, el almacenamiento de datos de informes e imágenes sigue suponiendo un coste energético considerable.

El material para intervencionismo radiológico de un solo uso es costoso tanto en lo que respecta a su fabricación como a su eliminación.

Aunque no haya que sustituir a diario los equipos de elaboración de informes, que incluyen estaciones de trabajo, ordenadores portátiles, dictáfonos, monitores, proyectores para salas de reuniones, etc., no duran eternamente y también generan costes de carbono tanto de fabricación como de eliminación.

/ Imagen Sostenible

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

/ Varios

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba sus conocimientos

Referencias

<∞> REFERENCIAS

Ref. 1: Dias AC, Arroja L. Comparison of methodologies for estimating the carbon footprint – case study of office paper. *Journal of Cleaner Production* 24 (2012): 30-35

Ref. 2: [Carbon Footprint of Paper vs Plastic vs Glass vs Cardboard \(Calculator\) \(8billiontrees.com\)](https://8billiontrees.com/carbon-offsets-credits/carbon-ecological-footprint-calculators/carbon-footprint-of-paper-vs-plastic/)
<https://8billiontrees.com/carbon-offsets-credits/carbon-ecological-footprint-calculators/carbon-footprint-of-paper-vs-plastic/>

**ESQUEMA DEL
CAPÍTULO:**

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para
una asistencia sanitaria
sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos
adicionales

Consumibles

**Consideraciones
éticas**

Mensajes finales

Ponga a prueba tus
conocimientos

Referencias

/ Considera- ciones éticas

/ Consideraciones éticas



**ESQUEMA DEL
CAPÍTULO:**

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba sus conocimientos

Referencias

Los cuatro principios (o pilares) de la ética médica son:

1. Beneficencia (hacer el bien)	2. No maleficencia (no hacer daño)	3. Autonomía (dar al paciente la libertad de elegir libremente, en la medida de sus posibilidades)	4. Justicia (garantizar la equidad)
---	--	--	---

Aunque históricamente se han aplicado en gran medida para estudiar casos concretos de dilemas éticos, en la era de la crisis climática debemos utilizar estos principios de forma más amplia para orientar nuestra práctica y trabajar para limitar el impacto de la imagen médica en el cambio climático.

En cuanto a las cuestiones de sostenibilidad y justicia climática, son relevantes los principios 2. (No maleficencia) y 4.

(Justicia). Como han señalado algunos autores, el cambio climático no es sólo una cuestión ética y de justicia, sino que también puede considerarse un reto de derechos humanos porque afecta de forma desproporcionada a las personas pobres y vulnerables tanto en los países de renta baja como en los de renta alta [ref 1, ref 2]. Promover la divulgación sobre el cambio climático, ayudar a las instituciones médicas a reducir su impacto ambiental

y garantizar que las campañas que promueven un estilo de vida saludable para prevenir enfermedades lleguen a todos los miembros de una sociedad, son desafíos que nos esperan a todos.

<∞> **REFERENCIAS**

Ref. 1: Chapman AR, Ahmed AK. Climate Justice, Humans Rights, and the Case for Reparations. Health Hum Rights. 2021 Dec;23(2):81-94. PMID: 34966227; PMID: PMC8694300
Ref. 2: Churchill LR, Henderson GE, King NMP. Why Climate Literacy Is Health Literacy. AMA J Ethics. 2024 Feb 1;26(2):E147-152. doi: 10.1001/amajethics.2024.147. PMID: 38306204.

/ Enfermedades prevenibles

Según la Organización Mundial de la Salud, el 80% de los infartos de miocardio y accidentes cerebrovasculares prematuros son prevenibles.

Una dieta sana, actividad física regular y no consumir productos del tabaco son claves para la prevención.

La OMS calcula que entre el 30 y el 50% de todos los casos de cáncer son prevenibles, siendo los principales factores de riesgo:

- / Tabaco
- / Alcohol
- / Dieta inadecuada
- / Inactividad física
- / Infecciones como la hepatitis y el virus del papiloma humano
- / Contaminación ambiental
- / Carcinógenos profesionales
- / Radiación (sobre todo radiación ultravioleta solar)

Cuando sabemos qué causa una proporción tan grande de la carga de enfermedad, es más importante que nunca centrarse en campañas de prevención a gran escala para llegar a todos los individuos de una sociedad.

Además, la descarbonización de la práctica médica sin comprometer la atención al paciente es un reto importante para las próximas décadas y requerirá una reflexión de «gran alcance» junto con los cambios más modestos de reducción de carbono en la práctica de la radiología actualmente en curso.

/ Imagen Sostenible

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

/ Enfermedades prevenibles

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

/ El diagnóstico por imagen genera más diagnóstico por imagen

Los exámenes médicos por imagen pueden generar más exámenes por imagen. Una exploración puede arrojar un resultado no concluyente y recomendar una exploración alternativa para una caracterización más detallada. Una exploración por lo demás normal puede revelar un hallazgo incidental no relacionado con la presentación clínica para el que se sugiera la obtención de más imágenes. El diagnóstico prenatal por imagen ha revelado múltiples lesiones congénitas que antes no molestaban al paciente, pero que ahora suelen ser objeto de múltiples exámenes de seguimiento.

Los protocolos de diagnóstico por imagen se han basado históricamente en consideraciones médico-legales defensivas: se considera «más seguro» organizar una exploración de seguimiento (o múltiples exploraciones) para asegurarse de que una lesión equívoca no es maligna.

En el contexto de la radiología que contribuye al cambio climático, ¿ha llegado el momento de eliminar la tranquiligrafía?

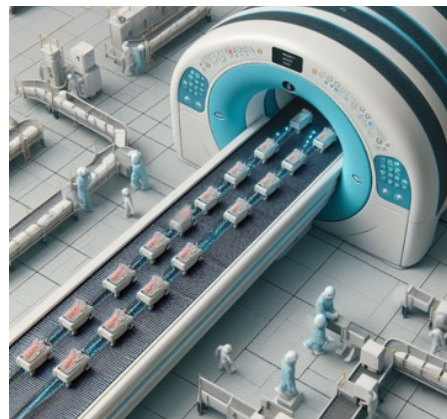


Image created by M. Jackson using Image Creator via Copilot App

El desafortunado, aunque pegadizo, acrónimo VOMIT (Victim of Medical Imaging Technology) se acuñó en 2003 para describir a las personas a las que se estudia en exceso basándose en hallazgos espurios o incidentales en las exploraciones, sobre todo en las de imagen transversal como el TAC y la RM. En la era de la crisis climática, también deberíamos considerar VOMITING (Victims of Medical Imaging Technology - International / Global) a las personas que sufren la contaminación atmosférica o los efectos del calentamiento global, aunque se encuentren en un país distante de donde se realizó el diagnóstico por imagen.

/ Imagen Sostenible

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

/ El diagnóstico por imagen genera más diagnóstico por imagen

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

/ Evitar una espiral de muerte apocalíptica

El crecimiento aparentemente incesante de la tecnología avanzada de imagen médica junto con la inteligencia artificial y el análisis de alta precisión de los datos es una tendencia preocupante desde el punto de vista medioambiental y de los costes sanitarios. Cada vez se realizan más pruebas de imagen, a veces sólo para seguir una línea de rendimiento decreciente.

Es hora de plantearse si los recursos sanitarios deben redistribuirse para promover la salud y prevenir la enfermedad en lugar de dirigirlos principalmente a escáneres de alta energía para obtener imágenes de procesos patológicos con extraordinario detalle.

Como profesionales sanitarios que se encuentran en una fase temprana de su carrera, su papel será decisivo a la hora de determinar cómo se prestará la asistencia sanitaria en los próximos años. ¿Participará usted en la configuración de estos debates? ¿Podemos encontrar soluciones que garanticen que la extraordinaria tecnología de la imagen pueda aportar auténticos beneficios al paciente sin contribuir a la catástrofe medioambiental?



Imagen creada por M. Jackson con Image Creator via Copilot App

/ Imagen Sostenible

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

/ Evitar una espiral de muerte apocalíptica

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

**ESQUEMA DEL
CAPÍTULO:**

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para
una asistencia sanitaria
sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos
adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus
conocimientos

Referencias

/ Mensajes finales

/ Mensajes finales

- / La imagen médica tiene un impacto medioambiental debido al importante consumo de energía y a una cantidad considerable de residuos, sobre todo por la eliminación de agentes de contraste, consumibles y equipos. Por lo tanto, la imagen médica también contribuye al cambio climático.
- / Como profesionales sanitarios, tenemos el deber ético de garantizar que nuestra práctica sea segura, que utilicemos los recursos de forma responsable y que minimicemos el impacto medioambiental de la imagen médica, asegurando al mismo tiempo unos resultados óptimos para los pacientes.
- / Los departamentos de radiología están revisando y modificando su práctica para ayudar a reducir los residuos y eliminar el diagnóstico por imagen innecesario. Además, la introducción de nuevas técnicas de imagen promete mejorar

la sostenibilidad al tiempo que proporciona información diagnóstica precisa.

- / También es necesario un debate más amplio dentro de la medicina y la sociedad sobre la forma en que se presta la asistencia sanitaria. La lucha contra las causas de las enfermedades prevenibles debe ser prioritaria frente a las intervenciones de alto coste. La próxima generación de profesionales sanitarios tendrá que ayudar a impulsar esta transición.

/ Imagen Sostenible

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

/ Pon a prueba tus conocimientos

<?> PREGUNTA

1

Aproximadamente, ¿cuántas muertes prematuras pueden atribuirse a la contaminación relacionada con la imagen médica en todo el mundo cada año?

- 60
- 6000
- 60,000
- 60,000,000

**ESQUEMA DEL
CAPÍTULO:**

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

/ Pon a prueba tus conocimientos

/ Imagen Sostenible

<?> REPUESTA

1

Aproximadamente, ¿cuántas muertes prematuras pueden atribuirse a la contaminación relacionada con la imagen médica en todo el mundo cada año?

- 60
- 6000
- 60,000
- 60,000,000

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

/ Pon a prueba tus conocimientos

<?> PREGUNTA

2 Según un estudio reciente, ¿cuánto contraste yodado llegó a los Países Bajos procedente de Alemania a través del río Rin en 2020?

- 7.1 kg
- 710 kg
- 7.1 toneladas
- 71 toneladas

**ESQUEMA DEL
CAPÍTULO:**

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

/ Pon a prueba tus conocimientos

<?> REPUESTA

2 Según un estudio reciente, ¿cuánto contraste yodado llegó a los Países Bajos procedente de Alemania a través del río Rin en 2020?

- 7.1 kg
- 710 kg
- 7.1 toneladas
- 71 toneladas

**ESQUEMA DEL
CAPÍTULO:**

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

/ Pon a prueba tus conocimientos

/ Imagen Sostenible

<?> PREGUNTA

3 ¿Cuál de estas modalidades de diagnóstico por imagen suele tener la mayor huella de carbono por examen?

- Radiografía simple
- Ecografía
- TC
- RM

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

/ Pon a prueba tus conocimientos

/ Imagen Sostenible

<?> PREGUNTA

3 ¿Cuál de estas modalidades de diagnóstico por imagen suele tener la mayor huella de carbono por examen?

- Radiografía simple
- Ecografía
- TC
- RM

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

/ Pon a prueba tus conocimientos

<?> PREGUNTA

4 El hexafluoruro de azufre es un potente gas de efecto invernadero que se utiliza como agente de contraste en los ultrasonidos. Comparado con el dióxido de carbono, ¿cuál es su efecto invernadero?

- 23 veces mayor
- 230 veces mayor
- 2300 veces mayor
- 23000 veces mayor

**ESQUEMA DEL
CAPÍTULO:**

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

/ Pon a prueba tus conocimientos

<?> REPUESTA

4 El hexafluoruro de azufre es un potente gas de efecto invernadero que se utiliza como agente de contraste en los ultrasonidos. Comparado con el dióxido de carbono, ¿cuál es su efecto invernadero?

- 23 veces mayor
- 230 veces mayor
- 2300 veces mayor
- 23000 veces mayor

**ESQUEMA DEL
CAPÍTULO:**

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

/ Pon a prueba tus conocimientos

<?> PREGUNTA

5 ¿Cuáles son los cuatro principios de la asistencia sanitaria sostenible?

- Prevaricación, Autocuidado del paciente, Servicio adecuado, Baja emisión de carbono
- Prevención, Autocuidado del paciente, Servicio adecuado, Baja emisión de carbono
- Prevención, Autolesión del paciente, Servicio adecuado, Baja emisión de carbono
- Prevención, Autocuidado del paciente, Servicio tardío, Bajo uso del coche

**ESQUEMA DEL
CAPÍTULO:**

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

/ Pon a prueba tus conocimientos

/ Imagen Sostenible

<?> REPUESTA

5 ¿Cuáles son los cuatro principios de la asistencia sanitaria sostenible?

- Prevaricación, Autocuidado del paciente, Servicio adecuado, Baja emisión de carbono
- Prevención, Autocuidado del paciente, Servicio adecuado, Baja emisión de carbono
- Prevención, Autolesión del paciente, Servicio adecuado, Baja emisión de carbono
- Prevención, Autocuidado del paciente, Servicio tardío, Bajo uso del coche

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

/ Pon a prueba tus conocimientos

/ Imagen Sostenible

<?> PREGUNTA

6 ¿Qué principios de ética médica tienen especial relevancia para la crisis climática?

- Filantropía y beneficencia
- Sabiduría y austeridad
- Justicia y no maleficencia
- Orgullo y prejuicio

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

/ Pon a prueba tus conocimientos

/ Imagen Sostenible

<?> REPUESTA

6 ¿Qué principios de ética médica tienen especial relevancia para la crisis climática?

- Filantropía y beneficencia
- Sabiduría y austeridad
- Justicia y no maleficencia
- Orgullo y prejuicio

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

/ Referencias

/ Imagen Sostenible

Página 8:

- / Ref 1: https://www.who.int/health-topics/climate-change#tab=tab_1
- / Ref 2: Climate-Smart Healthcare: Low-carbon and Resilience Strategies for the Health Sector. World Bank 2017
- / Ref 3: [Sustainability in Health Care](https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev-environ-112320-095157). Howard Hu, Gary Cohen, Bhavna Sharma, Hao Yin, Rob McConnell. Annual Review of Environment and Resources 2022 47:1, 173-196. <https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev-environ-112320-095157>

Página 10:

- / Ref 1: Picano E, Mangia C, D'Andrea A. Climate Change, Carbon Dioxide Emissions, and Medical Imaging Contribution. J Clin Med. 2022 Dec 27;12(1):215. doi: 10.3390/jcm12010215. PMID: 36615016; PMCID: PMC9820937.
- / Ref 2: The Lancet Digital Health. Curbing the carbon footprint of health care. Lancet Digit Health. 2023 Dec;5(12):e848. doi: 10.1016/S2589-7500(23)00229-7. PMID: 38000867.
- / Ref 3: Lelieveld J, Haines A, Burnett R, Tonne C, Klingmüller K, Münzel T et al. Air pollution deaths attributable to fossil fuels: observational and modelling study BMJ 2023; 383 :e077784 doi:10.1136/bmj-2023-077784

Página 11:

- / Mortimer F. The sustainable physician. Clin Med (Lond). 2010 Apr;10(2):110-1. doi: 10.7861/clinmedicine.10-2-110. PMID: 20437974; PMCID: PMC4952075.

Página 13:

- / Schöckel L, Jost G, Seidensticker P, Lengsfeld P, Palkowitsch P, Pietsch H. Developments in X-Ray Contrast Media and the Potential Impact on Computed Tomography. Invest Radiol. 2020 Sep;55(9):592-597. doi: 10.1097/RLI.0000000000000696. PMID: 32701620.

Página 14:

- / McAlister S, McGain F, Petersen M, Story D, Charlesworth K, Ison G, Barratt A. The carbon footprint of hospital diagnostic imaging in Australia. Lancet Reg Health West Pac. 2022 May 3;24:100459. doi: 10.1016/j.lanwpc.2022.100459. PMID: 35538935; PMCID: PMC9079346.
- / Woolen SA, Becker AE, Martin AJ, Knoerl R, Lam V, Folsom J, Eusemann C, Hess CP, Deshpande V. Ecodesign and Operational Strategies to Reduce the Carbon Footprint of MRI for Energy Cost Savings. Radiology. 2023 May;307(4):e230441. doi: 10.1148/radiol.230441. Epub 2023 Apr 25. Erratum in: Radiology. 2023 Jul;308(1):e239020. PMID: 37097133.

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

Página 15:

- / The NHS: Carbon Footprint Faculty of Public Health Special Interest Group document 2020
<https://www.fph.org.uk/media/3126/k9-fph-sig-nhs-carbon-footprint-final.pdf>

Página 16:

- / Yakar D, Kwee TC. Carbon footprint of air travel to international radiology conferences: FOMO? Eur Radiol. 2020 Nov;30(11):6293-6294. doi: 10.1007/s00330-020-06988-2. Epub 2020 Jun 10. PMID: 32518990; PMCID: PMC7283036.

Page 17:

- / de Vries, The growing energy footprint of artificial intelligence, Joule (2023),
<https://doi.org/10.1016/j.joule.2023.09.004>
- / Energy consumption of ICT. UK Parliament Research Briefing (2022) POSTNOTE Number 677, September 2022
- / David Patterson Google Research February 15, 2022 Good News About the Carbon Footprint of Machine Learning Training (research.google)

Página 18:

- / Ref 1: Rizan C, Reed M, Bhutta MF. Environmental impact of personal protective equipment distributed for use by health and social care services in England in the first six months of the COVID-19 pandemic. J R Soc Med. 2021 May;114(5):250-263. doi: 10.1177/01410768211001583. Epub 2021 Mar 16. PMID: 33726611; PMCID: PMC8150566.
- / Ref 2: Bennett R, Maraka J. Healthcare should not cost us the Earth BMJ 2020; 371 :m4289 doi:10.1136/bmj.m4289.
- / Ref 3: WHO News Release, 3 March 2020
<https://www.who.int/news/item/03-03-2020-shortage-of-personal-protective-equipment-endangering-health-workers-world-wide>

Página 19:

- / Ref 1: Dekker HM, Stroomberg GJ, Prokop M. Tackling the increasing contamination of the water supply by iodinated contrast media. Insights Imaging. 2022 Feb 24;13(1):30. doi: 10.1186/s13244-022-01175-x. PMID: 35201493; PMCID: PMC8873335.
- / Ref 2: Sengar A, Vijayanandan A (2021) Comprehensive review on iodinated X-ray contrast media: complete fate, occurrence, and formation of disinfection byproducts. Sci Total Environ 769:144846. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144846>

Imagen Sostenible

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

Página 21:

- / Ref 1: Ognard J, Barrat JA, Cotton F, Mian A, Kremer S, Sitoh YY, Verclytte S, Loffroy R, Tripier R, Alavi Z, Ben Salem D. A roadmap towards pollution prevention and sustainable development of Gadolinium. *J Neuroradiol.* 2021 Nov;48(6):409-411. doi: 10.1016/j.neurad.2021.08.002. Epub 2021 Sep 8. PMID: 34506855.
- / Ref 2: Martino C, Byrne M, Roccheri MC, Chiarelli R. Interactive effects of increased temperature and gadolinium pollution in *Paracentrotus lividus* sea urchin embryos: a climate change perspective. *Aquat Toxicol.* 2021 Jan 21;232:105750. doi: 10.1016/j.aquatox.2021.105750. Epub ahead of print. PMID: 33529976.

Página 22

- / Ref 1: Mary Henderson Keeping an eye on the potential shortage of helium for MRIs. *RSNA News January 25,2023* <https://www.rsna.org/news/2023/january/helium-shortage-for-MRI>
- / Ref 2: Hori M, Hagiwara A, Goto M, Wada A, Aoki S. Low-Field Magnetic Resonance Imaging: Its History and Renaissance. *Invest Radiol.* 2021 Nov 1;56(11):669-679. doi: 10.1097/RLI.0000000000000810. PMID: 34292257; PMCID: PMC8505165.

Página 24:

- / Ref 1: Dias AC, Arroja L. Comparison of methodologies for estimating the carbon footprint – case study of office paper. *Journal of Cleaner Production* 24 (2012): 30-35
- / Ref 2: Carbon Footprint of Paper vs Plastic vs Glass vs Cardboard (Calculator) (8billiontrees.com) <https://8billiontrees.com/carbon-offsets-credits/carbon-ecological-footprint-calculators/carbon-footprint-of-paper-vs-plastic/>

Página 25:

- / Ref 1: Chapman AR, Ahmed AK. Climate Justice, Humans Rights, and the Case for Reparations. *Health Hum Rights.* 2021 Dec;23(2):81-94. PMID: 34966227; PMCID: PMC8694300
- / Ref 2: Churchill LR, Henderson GE, King NMP. Why Climate Literacy Is Health Literacy. *AMA J Ethics.* 2024 Feb 1;26(2):E147-152. doi: 10.1001/amajethics.2024.147. PMID: 38306204.

Imagen Sostenible

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

/ Recursos adicionales

/ Imagen Sostenible

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

- / <https://www.rsm.ac.uk/latest-news/2021/climate-change-series-resources-on-health-and-climate-change/>
- / [fastfacts-what-is-climate-change.pdf \(un.org\) https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/fastfacts-what-is-climate-change.pdf](https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/fastfacts-what-is-climate-change.pdf)
- / [fastfacts-health.pdf \(un.org\) https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/2021/08/fastfacts-health.pdf](https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/2021/08/fastfacts-health.pdf)
- / [Climate change \(who.int\) https://www.who.int/health-topics/climate-change#tab=tab_1](https://www.who.int/health-topics/climate-change#tab=tab_1)

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para una asistencia sanitaria sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus conocimientos

Referencias

/ Agradecimientos

Dra. Andreea Cirlig, Dra. Heleen Dekker y Dra. Sarah Sheard
(corrección de pruebas y sugerencias adicionales)

Prof. Minerva Becker
(apoyo editorial)

Dra. Shauna Golden y Dra. Kate Mitchell, Sustainability Fellows, NHS Lothian
(asistencia con los recursos)

/ Imagen Sostenible

ESQUEMA DEL CAPÍTULO:

Introducción

Antecedentes

Cuatro principios para
una asistencia sanitaria
sostenible

Modalidades de imagen

Costes energéticos
adicionales

Consumibles

Consideraciones éticas

Mensajes finales

Ponga a prueba tus
conocimientos

Referencias

