

Los gases anestésicos:
Impacto ambiental y alternativas

Caso Práctico:
**Hospital Universitario Mollet, un centro
NetZero en emisiones directas**



Miguel Ángel Martínez Sánchez
Director de Medioambiente, Seguridad y Salud
Fundació Sanitària Mollet – Catalonia (Spain)

Sobre nosotros



La **Fundació Sanitària Mollet** es una organización sin ánimo de lucro que ofrece servicios públicos sociales y de salud en el Vallès Central (Barcelona).

La Fundación actualmente gestiona el Hospital Universitario Mollet, el Hospital Sociosanitario Mollet, el Servicio de Salud Mental y Adicciones Mollet y las residencias Santa Rosa y Pedra Serrada para personas mayores y La Vinyota para personas con discapacidad intelectual.

Quiénes somos

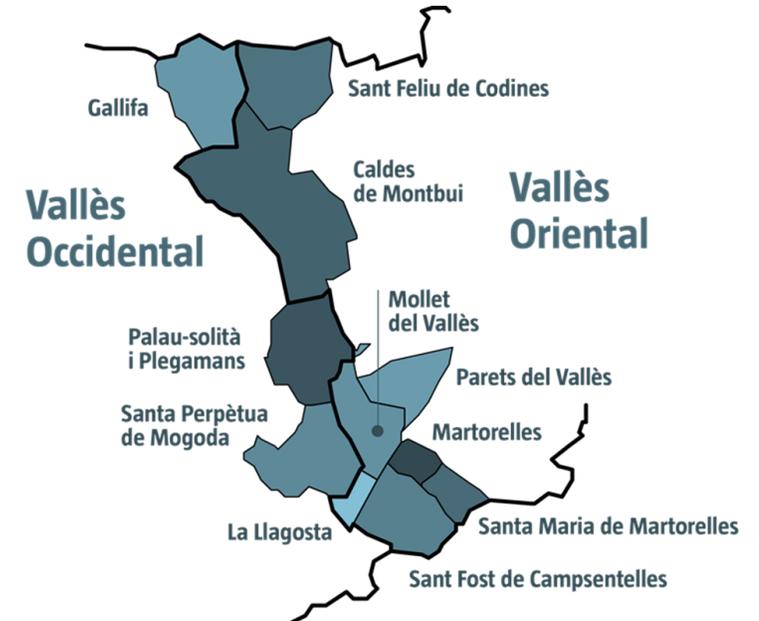
 **165.000**
POBLACIÓN

 **11**
MUNICIPIOS

 **6**
CENTROS

 **1.400**
PROFESIONALES

Territorio: Vallès Central





NUESTRO PROPÓSITO

**Mejorar la vida
de nuestra gente**

Sostenibilidad y mejora continua



Para la FSM, uno de los principios institucionales es la **Cultura Verde**, que se manifiesta a través del compromiso de la alta dirección y la implicación de los líderes de proceso, haciendo que dicha cultura llegue al resto de profesionales.

La estrategia de **Sostenibilidad a través de la mejora continua** se fundamenta en la reducción del impacto **Ambiental**, el compromiso **Social** a través de la **Gobernanza** (ASG vision).





Fundació **Sanitària Mollet**

La FSM ha trabajado progresivamente en **reducir el impacto** de nuestra actividad **en el medioambiente** y en nuestra **huella de carbono**



1. **Gobernanza**
2. **Estructuras**
3. **Cultura Verde**
4. **Procesos**

Ética institucional y Gobernanza

Principios Institucionales



Pensamiento ético
Desplegando la propuesta ética



Confianza
De la mano de la calidad (EFQM, JCI)



Cultura verde
Compromiso con la acción climática



Pro actividad
Anticipándonos al futuro



Ejes Estratégicos



EJES DEL PLAN ESTRATÉGICOS 21-25

 Empoderamiento y participación ciudadana	 Atención de las personas	 Talento profesional	 Docencia, calidad e innovación	 Responsabilidad Institucional
Responsabilidad Institucional <ul style="list-style-type: none">• Desplegar la Obra Social el Roure• Empoderar la gobernanza ética• Ejercer el compromiso con la acción climàtica, agenda 2030• Garantizar el futuro institucional				

Mejora de las estructuras e instalaciones FSM



Patios de luces y arquitectura sostenible

40% menos de consumo por iluminación



Recogida y aprovechamiento de agua de lluvia

En 11 años, se ha reducido el consumo de agua de 39.000 m3 a 26.000 m3 anuales



100% de energía eléctrica renovable

Energía renovable certificada



Techos radiantes y cubiertas sostenibles

Aislamiento térmico y control acústico



Energía geotérmica

148 pozos que reducen el consumo energético de climatización en un 30%



Nueva instalación de placas fotovoltaicas

- 1.368 paneles solares en 6.500m2
- Una disminución de 120 Tn de emisiones CO2
- 12.5% de media del total de energía que consume el hospital



Cultura verde y Educación

Contando con la opinión de los profesionales
(Encuesta de percepción)

20 Embajadores Medioambientales
(representando cada proceso)

RESULTADOS



57%

Profesionales han participado



43%

Usa nuevas tecnologías para evitar desplazamientos innecesarios



9.41/10

Conocimiento sobre lo que está haciendo la FSM con el cambio climático



44%

Profesionales se han formado para gestionar los efectos de salud de las olas de calor y las enfermedades tropicales



8,72/10

“Es una prioridad para la FSM llegar a las 0 emisiones”



Mejora de los procesos

Reducción de los días de estancia en hospitalización

- 1 día de hospitalización genera 7kg de residuos
- Si se reducen las estancias innecesarias, el impacto Ambiental también se reduce



Priorización de hospitalización a domicilio



Fast-track para prótesis de cadera y de rodilla

Sistemas más eficientes: eArmarios semiautomáticos de dispensación de medicación

La generación de residuos de medicación se reduce un 29%



Evitar duplicaciones innecesarias de pruebas diagnósticas

- Alto impacto de las pruebas de diagnóstico en el consumo de energía y la generación de residuos



Sistemas más sostenibles

Captura de gases anestésicos



Reciclaje y gestión de residuos

De 9 a 29 tipos de residuos segregados



Evitar viajes innecesarios

- 7% de las emisiones indirectas son debidas al transporte



Las consultas Online se han incrementado un 24%

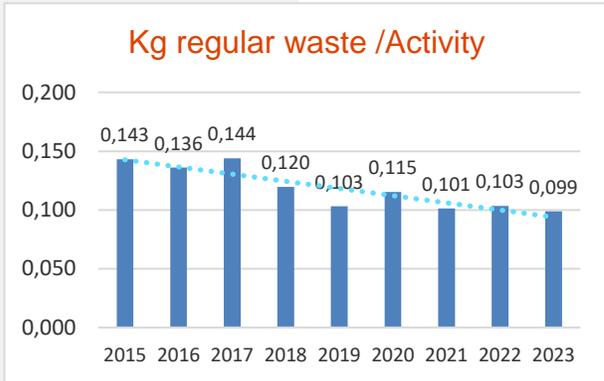


Nuevo canal de Youtube de Rehabilitación para mejorar el seguimiento del tratamiento desde casa

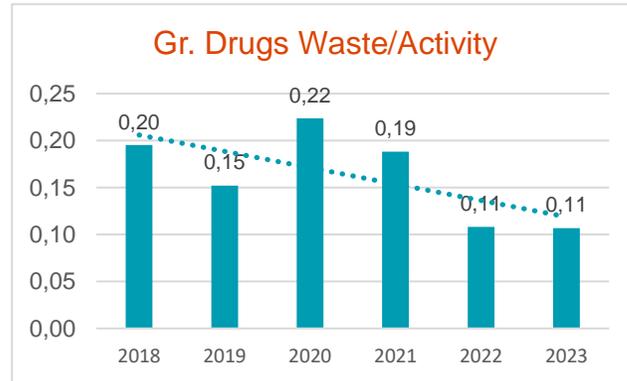


Nueva consulta de urología de alto rendimiento

Resultados



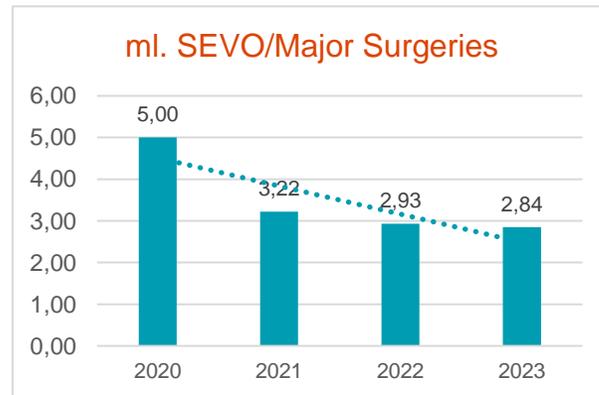
31% reduction



45% reduction

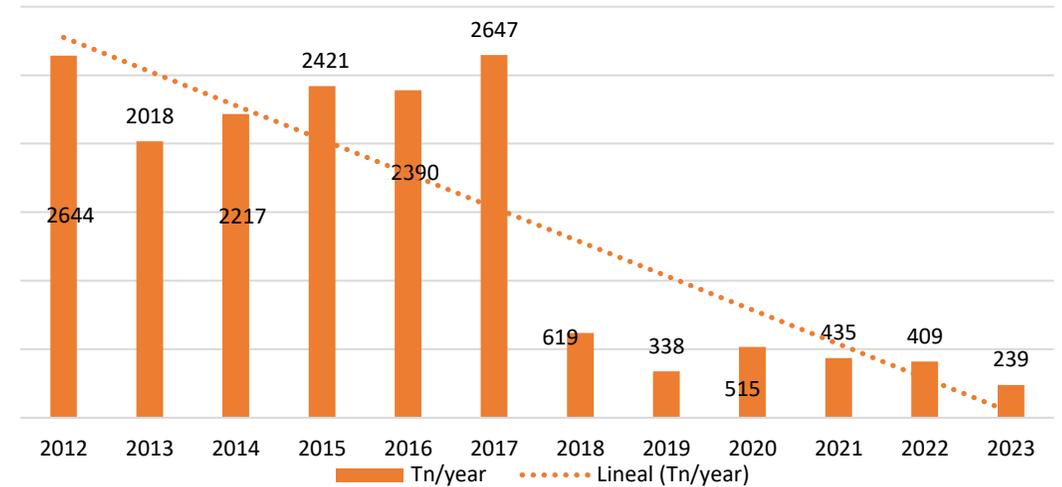


21% reduction



43% reduction

Tn CO2/ year (Scope 1 & 2)



91% of CO2 reduction the last 12 years



We will offset 9% of the remaining direct emissions to be reduced by 2023, by funding a favorable GHG reduction project promoted by a non-profit organization.



GASES ANESTÉSICOS Y SU IMPACTO AMBIENTAL



Gases Anestésicos e impacto ambiental FSM⁺

Clasificación gases anestésicos

HALOGENADOS		
	FLUORADOS	NO FLUORADOS
TIPO ÉTER	Isoflurano	Cloruro de etilo
	Sevoflurano	
	Desflurano	
HIDROCARBUROS	Halotano	Cloroformo
		Tricloroetileno
GASES ANESTÉSICOS		
INORGÁNICOS		Óxido Nitroso (N ₂ O)
ORGÁNICOS		Ciclopropano



Gases Anestésicos e impacto ambiental FSM[®]

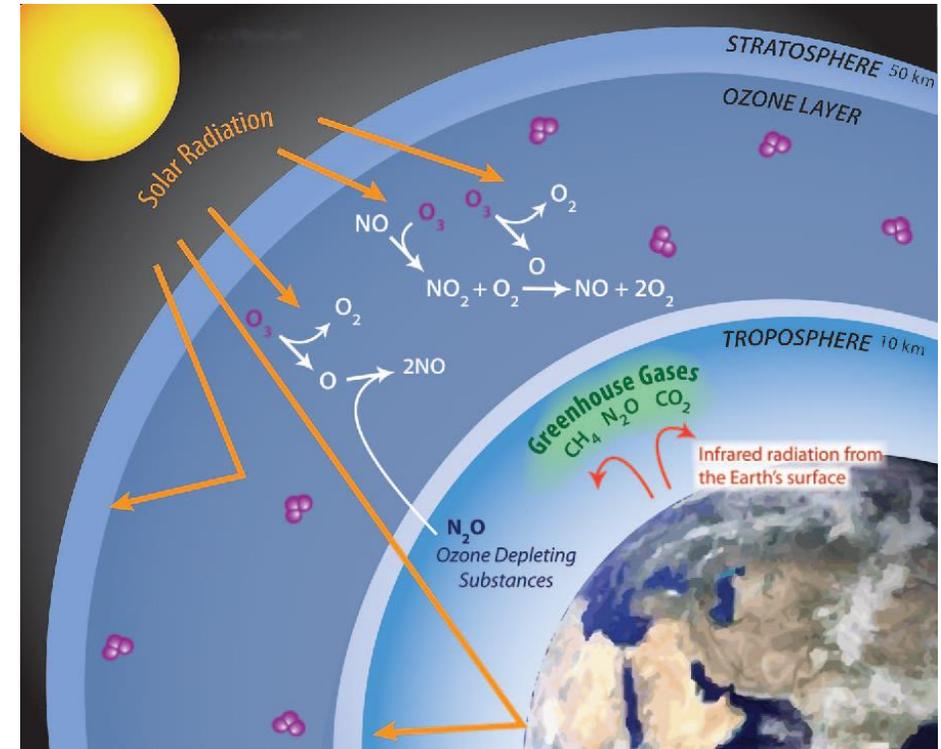
La gran mayoría de los gases anestésicos inhalados **no se metabolizan en el cuerpo y se eliminan sin cambios a través de la exhalación**. El porcentaje de gas anestésico que se metaboliza y el que se exhala depende del tipo de agente anestésico utilizado:

Esto significa que **el impacto ambiental de los gases anestésicos se debe en gran parte a los residuos exhalados que son liberados al medio ambiente**.

NOMBRE	ELIMINACIÓN AIRE ESPIRADO	METABOLIZACIÓN	METABOLITOS EN ORINA
Óxido nitroso	>90%	–	
Halotano	60-80%	5% en Hígado	Ac. trifluoroacético
Enflurano	80%	2,5% en Hígado	Difluorometoxidifluoroacético Ión fluor
Isoflurano	>70%	0,2%	Ac. Trifluoroacético Ión fluor
Desflurano		0,02%	Ac. Trifluoroacético
Sevoflurano		3%	Hexafluoroisopropano

Gases Anestésicos e impacto ambiental FSM[®]

El impacto ambiental de los gases anestésicos radica principalmente en su contribución al **calentamiento global** y en su potencial para afectar la capa de ozono (el N₂O). Estos gases, utilizados en procedimientos quirúrgicos, tienen propiedades que los convierten en **potentes gases de efecto invernadero (GEI)**, ya que permanecen en la atmósfera durante largos periodos de tiempo y absorben radiación infrarroja, aumentando la temperatura de la Tierra.



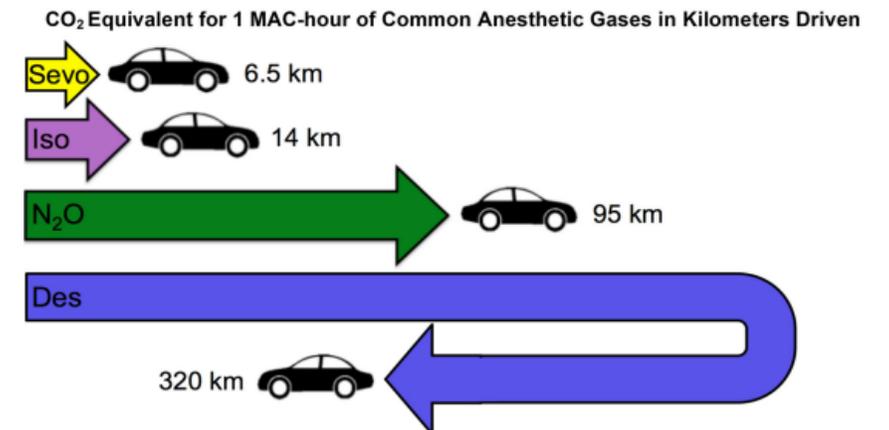
Compound	Lifetime (years)	^a GWP _{100 years} (Reference: CO ₂)	^b ODP (Reference: CFC)
Chlorofluorocarbons (CFCs)	50-100	10 900	1
Carbon dioxide (CO ₂)	5-200	1	-
Nitrous oxide (N ₂ O)	114	298	0.017
Halothane	6.6-7.0	-	1.56
Isoflurane	3.2-5.9	510-571	0.03
Sevoflurane	1.2-4.0	141-218	0.00
Desflurane	8.9-21.0	1 525-1 746	0.00

Gases Anestésicos e impacto ambiental FSM⁺

Los gases anestésicos comunes incluyen el **desflurano**, **sevoflurano**, **isoflurano**, y **óxido nitroso**. Su problema radica en su **Potencial de Calentamiento Global (GWP)**, una medida que compara cuánto calor puede retener un gas en la atmósfera en comparación con el dióxido de carbono (CO₂).

Anestésico	Rango de absorción de IR (μm)	Vida útil troposférica (año)	GWP 100	Contenedor estándar	Kg CO _{2e} por contenedor	CAM 40	CAM CO _{2e} relativo comparado con sevoflurano
Sevoflurano	7-10	1,1	130	250 ml	49	1,8	1
Isoflurano	7,5-9,5	3,2	510	250 ml	191	1,2	2,6
Desflurano	7,5-9,5	14	2.540	240 ml	893	6,6	72
Óxido Nitroso	4,5, 7,6, 12,5	110	298	Tamaño del cilindro G	5.066	104	132

Referencias: Vida útil calculada a partir de JPL (<http://jpldataeval.jpl.nasa.gov>); GWP100 de Sulbaek Andersen 2012 (<http://dx.doi.org/10.1021/jpl2077598>); CAM₄₀ (Concentración Alveolar Mínima 40) de Tom Pierce, Asesor Medioambiental del Colegio Real de Anestesiólogos, Reino Unido.



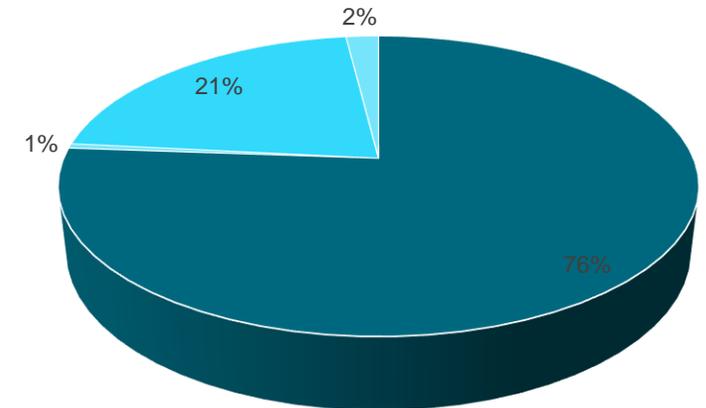
Source: A long way to go: minimizing the carbon footprint from anesthetic gases
Mary Hanna, MD, BHSc . Gregory L. Bryson, MD, FRCPC, MSc

Gases Anestésicos e impacto ambiental FSM[®]

Las emisiones de CO₂ generadas por los gases anestésicos en un hospital medio pueden representar una proporción significativa del total de las emisiones del centro, dependiendo del tipo y cantidad de gases utilizados, así como de la práctica anestésica adoptada.

Se estima que los gases anestésicos pueden contribuir entre el 2% y el 5% de las emisiones totales de CO₂ de un hospital, aunque en algunas instituciones con un uso intensivo de anestesia inhalatoria, este porcentaje podría ser aún mayor llegando al 7%.

Remaining direct emissions 2022



- Combustion of stationary sources (natural gas)
- Combustion from mobile sources (gasoline)
- Fugitive emissions (leakage of refrigerant gases)
- Fugitive emissions (anesthetic gases)





BUENAS PRÁCTICAS EN EL USO DE GASES ANESTÉSICOS



Buenas prácticas en el uso de gases anestésicos

1. **Reducir el uso de gases anestésicos con alto potencial de calentamiento global:** Minimizar o eliminar el uso de desflurano y óxido nitroso, que tienen un alto impacto en el calentamiento global.
2. Utilizar técnicas de **anestesia de bajo flujo:** Mantener el flujo de gas anestésico bajo (1–1.5 L/min) durante el mantenimiento de la anestesia para reducir el desperdicio de gases y minimizar la liberación al medio ambiente.
3. Asegurar un **sellado eficaz del sistema de ventilación:** Verificar que los sistemas de ventilación y los circuitos anestésicos estén bien sellados para evitar fugas de gases anestésicos.

Buenas prácticas en el uso de gases anestésicos

4. **Optimización del tiempo de uso de los gases:** Limitar el tiempo en que los gases están encendidos antes de que sea necesario, evitando que los vaporizadores estén funcionando sin razón.
5. Uso adecuado de **sistemas de eliminación de gases residuales:** Asegurar que los sistemas de eliminación de gases anestésicos estén correctamente instalados y mantenidos para evitar que los gases se liberen en el entorno del quirófano.
6. **Capacitación del personal:** Formar al personal en el manejo adecuado de los gases anestésicos para promover su uso eficiente y reducir el desperdicio.



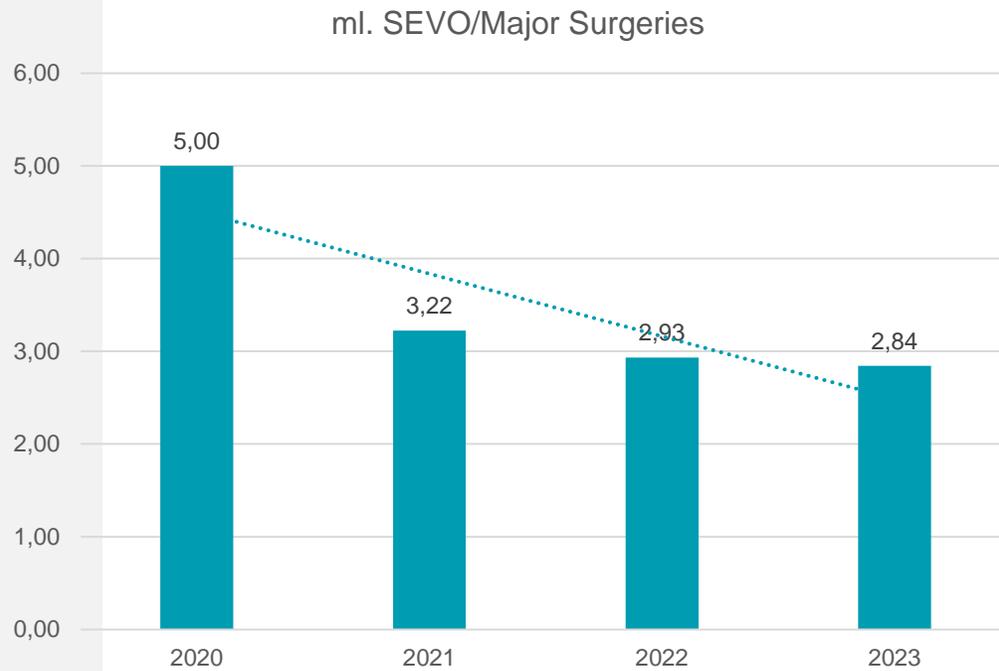
ALTERNATIVES SOSTENIBLES



1. **Anestesia intravenosa total (TIVA):** Usar técnicas de anestesia basadas en infusiones intravenosas, como el propofol, que tienen un impacto significativamente menor en el medio ambiente comparado con los gases inhalados.
2. Uso de **bloqueos regionales y anestesia locorregional:** Considerar técnicas de anestesia locorregional, como los bloqueos espinales o periféricos, que pueden reducir o eliminar la necesidad de gases anestésicos inhalados.
3. **Ventilación con oxígeno y aire en lugar de óxido nitroso:** Utilizar aire u oxígeno en lugar de óxido nitroso como gas portador, ya que el óxido nitroso tiene un impacto ambiental significativo en términos de calentamiento global.

4. **Equipos de anestesia eficientes:** Emplear equipos de anestesia modernos y energéticamente eficientes que permitan un uso más preciso y controlado de los gases anestésicos.
5. **Recuperación y reciclaje de gases anestésicos:** Implementar tecnologías de reciclaje de gases anestésicos, que capturan y reutilizan los gases exhalados, reduciendo las emisiones al medio ambiente.

Alternatives Sostenibles



Alternatives Sostenibles

Petjada de Carboni 2022

CLASSIFICACIÓ D'ACORD ISO 14064-1:2018	GEH t CO ₂ eq
COMBUSTIÓ FONTS FIXES (INCLOU CH ₄ i N ₂ O DE LA COMBUSTIÓ DE LA BIOMASSA)	311,36296
COMBUSTIÓ FONTS MÒBILS (TRANSPORT)	2,03400
FUGITIVES	95,63320
Fugitives de refrigerants	87,62000
Altres fugitives	8,01320
PROCÉS	0,00000
Emissions	0,00000
Remocions de processos industrials (informativa)	0,00000
ÚS DEL SÒL, CANVIS EN L'ÚS DEL SÒL I SILVICULTURA	0,00000
Emissions	0,00000
Remocions (informativa)	0,00000
COMBUSTIÓ DE LA BIOMASSA (INFORMATIVA PEL CO ₂ BIOGÈNIC)	0,00000
TOTAL DIRECTES	409,03016

Petjada de Carboni 2023

CLASSIFICACIÓ D'ACORD ISO 14064-1:2018	GEH t CO ₂ eq
COMBUSTIÓ FONTS FIXES (INCLOU CH ₄ i N ₂ O DE LA COMBUSTIÓ DE LA BIOMASSA)	224,51522
COMBUSTIÓ FONTS MÒBILS (TRANSPORT)	2,55156
FUGITIVES	12,47600
Fugitives de refrigerants	7,69600
Altres fugitives	4,78000
PROCÉS	0,00000
Emissions	0,00000
Remocions de processos industrials (informativa)	0,00000
ÚS DEL SÒL, CANVIS EN L'ÚS DEL SÒL I SILVICULTURA	0,00000
Emissions	0,00000
Remocions (informativa)	0,00000
COMBUSTIÓ DE LA BIOMASSA (INFORMATIVA PEL CO ₂ BIOGÈNIC)	0,00000
TOTAL DIRECTES	239,54278

PRINCIPALES BARRERAS



Principales Barreras

Tecnológicas

Costes iniciales elevados: Los sistemas de captura y reciclaje pueden tener un costo alto para implementarse en los hospitales, especialmente en países con pocos recursos.

Acceso limitado a alternativas: La tecnología para alternativas más ecológicas aún no está disponible o estandarizada en todas partes.

Falta de variedad de tecnologías de captura y destrucción: Los sistemas de captura y destrucción de gases anestésicos no están ampliamente disponibles y, en muchos casos, no son lo suficientemente eficientes o están en fase de desarrollo.

Compatibilidad del equipo: Algunos equipos de anestesia más antiguos no están diseñados para optimizar el uso de gases ni para ser compatibles con técnicas de bajo flujo o tecnologías de captura, lo que complica su sustitución o modificación.

Principales Barreras

Educativas y Culturales

Resistencia al cambio: Los profesionales médicos con prácticas establecidas pueden ser reacios a adoptar nuevas tecnologías o métodos.

Percepción de riesgo: Algunos profesionales de la salud pueden tener la percepción de que el uso de anestesia intravenosa o la reducción en los flujos de gas comprometen la seguridad o la eficacia del tratamiento, especialmente en pacientes con condiciones complicadas o en cirugías de larga duración.

Falta de formación: La carencia de formación sobre prácticas sostenibles puede ser una barrera para la implementación de estas alternativas.

Principales Barreras

Regulatorias

Normativas inadecuadas: En muchos países, no existen regulaciones o estándares claros que obliguen a los hospitales a mitigar el impacto ambiental de los gases anestésicos, lo que reduce el incentivo para adoptar medidas sostenibles.

Normativas distintas en distintos países: En algunos países, las regulaciones sobre el uso de nuevos gases o técnicas alternativas pueden ser estrictas o estar en proceso de adopción, limitando el acceso a prácticas más sostenibles.

Consideraciones económicas

Coste de los gases sostenibles: Los gases anestésicos más sostenibles, como el Sevoflurano, pueden ser más caros en comparación con opciones menos ecológicas.

Limitaciones en la adopción de TIVA: Aunque es una opción más sostenible, la anestesia intravenosa total (TIVA) puede ser más costosa o difícil de manejar en ciertos pacientes.



Gracias

<https://fsm.cat/en/netzero-university-hospital>

FSM 

Miguel Ángel Martínez Sánchez

Director of Environment, Health & Safety

ma.martinez@fsm.cat