



MITIGACIÓ DEL CANVI CLIMÀTIC AL SISTEMA DE SALUT CATALÀ

INFORME

© Càtedra UNESCO de Cicle de Vida i Canvi Climàtic ESCI-UPF
unescochair.esci.upf.edu

Primera edició en anglès: Agost de 2025.

Primera edició en català: Novembre de 2025.

Segona versió en català: Gener de 2026.

Aquest document ha estat elaborat en el marc del projecte de recerca de finançament europeu CATALYSE Horizon en virtut de l'Acord de Subvenció nº 101057131.

Direcció tècnica:

Càtedra UNESCO de Cicle de Vida i Canvi Climàtic ESCI-UPF

Equip de redacció:

Marta Santamaría Molina, Dr. Ilija Sazdovski, Dr. Pere Fullana i Palmer, Dr. Alba Bala Gala.

Comitè científic revisor del projecte CATALYSE Horizon:

Dr. Josep Maria Antó i Boqué, Dr. Cathryn Tonne, Dr. Franceca de'Donato.

Citació:

Aquest informe és d'ús lliure, i es pot redistribuir, copiar i reutilitzar, sempre que se'n reconegui l'autoria i no hi hagi afany de lucre. Si s'ha de fer referència a aquesta publicació, la citació recomanada és la següent:

Santamaria et al. (2025). *Projecte CATALYSE Horizon. Mitigació del canvi climàtic al sistema de salut català*. 2025. Barcelona. <https://www.esci.upf.edu/ca/catedra-unesco-de-cicle-de-vida-i-canvi-climatic/projecte-catalyse-horizon>

Sobre el projecte CATALYSE Horizon

Malgrat els indicis clars que els impactes del canvi climàtic estan augmentant, la resposta global ha estat inadequada. Per catalitzar l'acció climàtica a Europa i protegir la salut pública, l'objectiu general del projecte és proporcionar nous coneixements, dades i eines sobre:

- les relacions entre els canvis en els perills ambientals causats pel canvi climàtic, els ecosistemes i la salut humana;
- els beneficis conjunts de l'acció climàtica per a la salut (co-beneficis);
- el paper de l'evidència sanitària en la presa de decisions; i
- les implicacions socials del canvi climàtic per als sistemes de salut.

El projecte **CATALYSE Horizon**, liderat per **ISGLOBAL**, és un poderós consorci interdisciplinari amb la missió de desenvolupar i comunicar noves evidències més proves dels impactes del canvi climàtic en la salut i donar resposta a la necessitat urgent de solucions.

Dins de les activitats del projecte, la **Càtedra UNESCO de Cicle de Vida i Canvi Climàtic (ESCI-UPF)** ha elaborat el present informe sobre la **mitigació del canvi climàtic en el sistema de salut català**.

Agraïments

Volem expressar el nostre més sincer agraïment a totes les persones i entitats que han fet possible aquesta feina. Volem fer un agraïment especial al Dr. Josep Maria Antó i Boqué d'ISGLOBAL, Jordi Pujadas de l'ICS, Javier Monterde de #Sanidadporelclima (ECODES), i Miguel Àngel Martínez de Fundació Sanitària Mollet pel seu assessorament i col·laboració addicional al projecte.

Volem reconèixer també la col·laboració de les institucions sanitàries que han aportat informació, suport i recursos valuosos per a l'elaboració d'aquest informe: l'ISGLOBAL, ECODES, l'Institut Català de la Salut (ICS), La Unió, el Consorci Salut i Social (CSC), la Fundació Sanitària Mollet, la Xarxa Santa Tecla Sanitària, Social i Docent, la Fundació Althaia, l'Institut Guttmann, el Clínic Barcelona, l'Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, l'Hospital del Mar, el Consorci Hospitalari de Vic, l'Hospital Germans Trias i Pujol, el Consorci Sanitari del Maresme, el Consorci Sanitari d'Alt Penedès-Garraf, i l'Hospital Universitari Vall d'Hebron, entre d'altres.

La implicació i col·laboració de les entitats sanitàries ha estat clau, tant en el procés de co-creació com per a la recollida de dades per al càlcul de la petjada de carboni i els escenaris de mitigació. Sense aquesta col·laboració i interès per part dels actors del sector, l'estudi no hauria estat possible.



Índex

RESUM EXECUTIU	5
1. INTRODUCCIÓ	20
1.1 Objecte de l'estudi	20
1.2 Mitigació en els sistemes de salut: del nivell global a l'àmbit local	20
1.3 El sistema de salut de Catalunya	21
2. ESTRUCTURA DE L'ESTUDI	24
3. REVISIÓ BIBLIOGRÀFICA.....	26
4. CO-CREACIÓ AMB ACTORS DEL SECTOR.....	30
4.1 Identificació i implicació dels actors del sector	30
4.2 Enquesta	31
4.3 Sessions de co-creació	32
4.4 Resultats del procés de co-creació.....	33
5. ESCENARIS DE MITIGACIÓ DE GEH AL SISTEMA DE SALUT DE CATALUNYA	40
5.1 Metodologia.....	40
5.1.1 Metodologia de càlcul de la petjada de carboni.....	40
5.1.2 Metodologia per a la modelització dels escenaris de mitigació.....	47
5.2 Resultats	50
5.2.1 Petjada de carboni 2022-2023.....	50
5.2.2 Escenaris de mitigació del sistema de salut català	55
5.2.3 Potencial de mitigació de les mesures proposades.....	58
6. RECOMANACIONS PER A LA MITIGACIÓ DE GEH AL SISTEMA DE SALUT DE CATALUNYA	63
ÀMBIT INSTITUCIONAL – ADMINISTRACIÓ PÚBLICA.....	65
ÀMBIT DE CENTRE SANITARI – GERENTS I PROFESSIONALS NO ASSISTENCIALS.....	67
PROFESSIONALS DE LA SALUT – PROFESSIONALS CLÍNICS I ASSISTENCIALS.....	68
(IM)PACIENTS PEL PLANETA – USUSARIS DEL SISTEMA DE SALUT	69
7. Conclusions.....	71
8. Referències	73

MITIGACIÓ DEL CANVI CLIMÀTIC AL SISTEMA DE SALUT CATALÀ

RESUM EXECUTIU

Mitigació del canvi climàtic al sistema de salut català

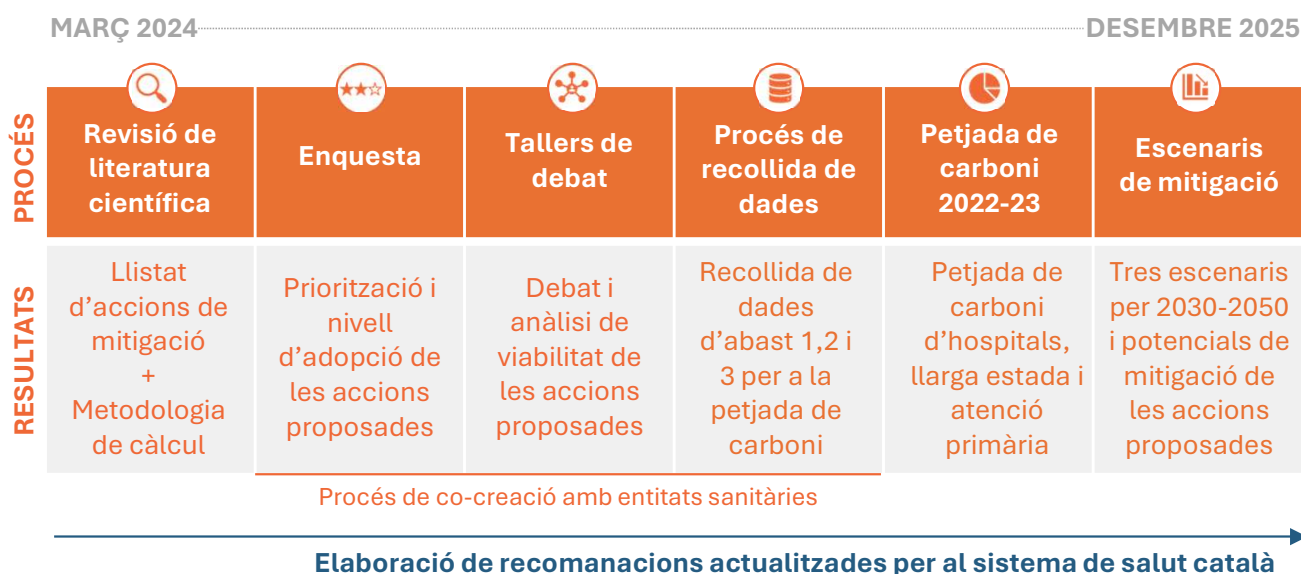


Missatges clau

- Les **principals fonts d'emissió de CO₂e.** del sistema de salut de Catalunya provenen dels productes **farmacèutics (18%)**, els instruments i **consumibles mèdics (24%)**, la **mobilitat dels pacients (16%)** i l'**alimentació hospitalària (7%)**.
- El sector sanitari català ja mostra **compromís i lideratge** cap a la descarbonització, amb múltiples bones practiques, i una **alta viabilitat (70%) de les mesures de mitigació proposades**.
- Tot i això, cal reforçar la **formació, la sensibilització i la implicació de tots els actors** per superar les limitacions socials detectades (35%).
- La **reducció potencial d'emissions** oscil·la entre el **14%** (escenari capdavanter) i el **61%** (escenari desitjable) l'**any 2050**.
- Les **mesures amb més potencial de mitigació de CO₂e.** són: l'electrificació i la mobilitat activa de personal i pacients, la telemedicina, l'energia de fonts 100% renovables, i la contractació pública amb clàusules ambientals.
- **Arribar a les zero emissions és un repte considerable.** L'augment de la demanda sanitària, agreujat per l'envelliment i els efectes del canvi climàtic, **redueixen el potencial de mitigació** si no s'actua de forma preventiva i transversal amb altres sectors.
- Malgrat això, el sector sanitari pot exercir un **paper clau en la mitigació del canvi climàtic**, no només en l'àmbit intern sinó també **com a agent d'influència sobre altres sectors de l'economia i de la societat**.

Procés metodològic

L'objectiu d'aquest procés és generar **dades quantitatives i recomanacions basades en l'evidència** per orientar les estratègies de mitigació de GEH del sector de la salut:



PROCÉS DE CO-CREACIÓ

El procés de co-creació tenia com a objectiu identificar oportunitats de mitigació realistes i prioritzades pels propis actors del sistema sanitari. Mitjançant una **enquesta**, 16 institucions sanitàries van avaluar el **grau d'implementació de 53 mesures de mitigació** als seus centres.

Posteriorment, es van dur a terme dos **tallers** on 30 participants van fer una **anàlisi qualitativa de la viabilitat econòmica, política, tècnica i d'acceptació social** de les mesures.



Resultats de l'enquesta

D'acord amb els participants de l'enquesta, les **àrees percebudes com a més prioritàries** són:

- | | | | |
|------------|---------------------|--------------------|--------------------------|
| 1. Energia | 3. Transport | 5. Subministrament | 7. Farmàcia i inhaladors |
| 2. Residus | 4. Gasos anestèsics | 6. Ús de l'aigua | 8. Alimentació |

Les accions amb més implementació actual:

- | | |
|------------|--|
| 84% | Substitució d'enllumenat i equips antics per sistemes més eficients |
| 83% | Disseny d'àpats saludables amb més vegetals, i eliminació d'articles d'un sol ús al càtering |
| 77% | Mesures d'estalvi d'aigua |
| 63% | Contractació d'energia 100% de fonts renovables amb GdO. |

Les accions amb més probabilitat d'implementació en el curt termini (5 anys):

- | | |
|------------|--|
| 67% | Canvi d'inhaladors pMDI a alternatives sense propel·lents |
| 54% | Instal·lació d'energies renovables |
| 50% | Desenvolupament d'una visió coordinada de compra verda |
| 50% | Anàlisi i millora de la segregació de residus hospitalaris |

Resultats dels tallers

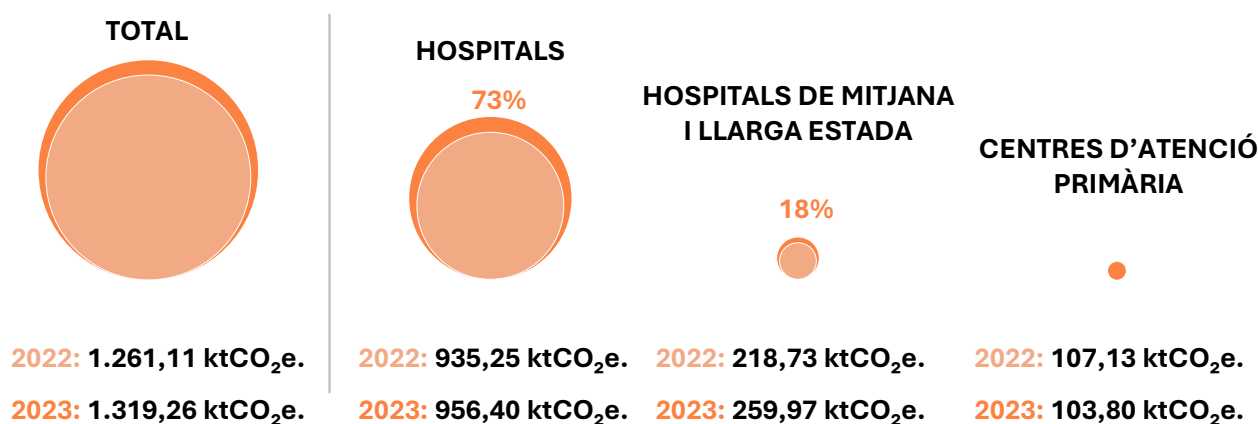
El **70% de les accions es van identificar com a viables** en el context actual, tot i que la meitat d'aquestes presenten **limitacions relacionades amb l'acceptació social** (professionals, pacients o proveïdors).

Nivell de viabilitat (qualitatiu)	Nº accions
Altament viable i implementat	8
Viable i en tendència	11
Viable amb limitacions d'acceptació social	18
Viabilitat moderada	8
Baixa viabilitat	8

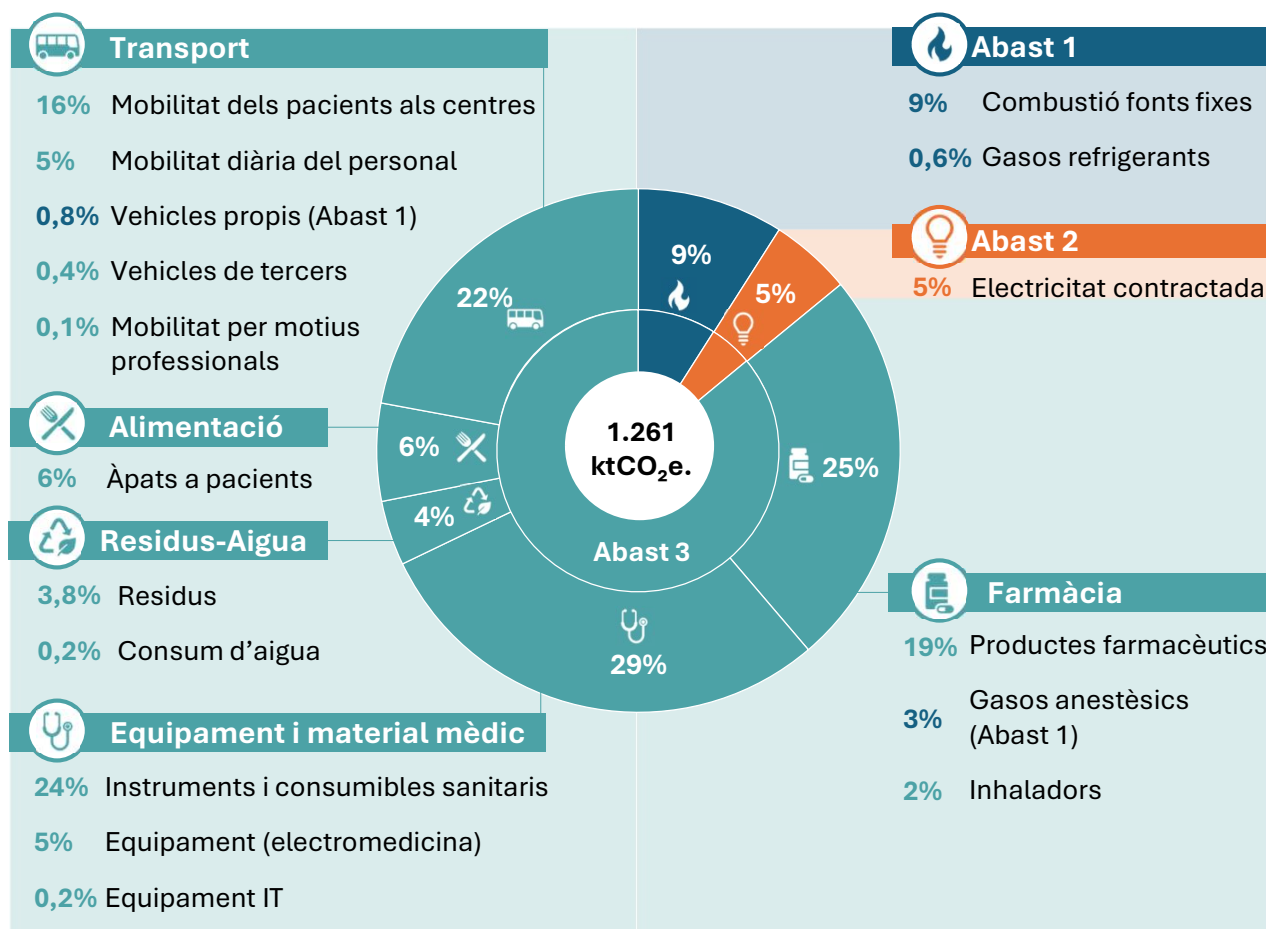
Les principals **barreres percebudes** són: la manca de pressupost, la poca coordinació institucional i les limitacions d'acceptació social (professionals, pacients o proveïdors).

PETJADA DE CARBONI DEL SISTEMA DE SALUT CATALÀ 2022-23

Segons aquest estudi¹, el sector de la salut va ser responsable d'aproximadament el **3,1% del total d'emissions de GEH de Catalunya** l'any **2022**, amb un total d'**1.261 ktCO₂e**. La petjada de carboni del **2023** va **augmentar un 4,4%** respecte al 2022, arribant fins a **1.319 ktCO₂e**.



Tant el 2022 com el 2023, la major part de les emissions de GEH provenien de l'**Abast 3**, que **representa més del 80%** de la petjada total. Per mostrar una anàlisi en detall, les següents figures es centren en els resultats de 2022.

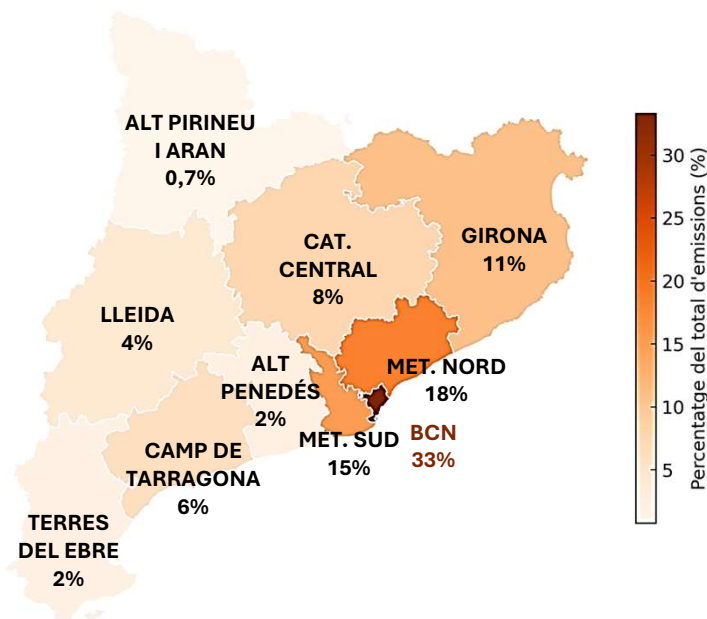


1. Per a una millor comprensió de les categories d'emissió incloses, així com de les limitacions associades a la metodologia i a les dades utilitzades, es recomana consultar les seccions 5.1.1 i 5.2.1. de l'informe complet.

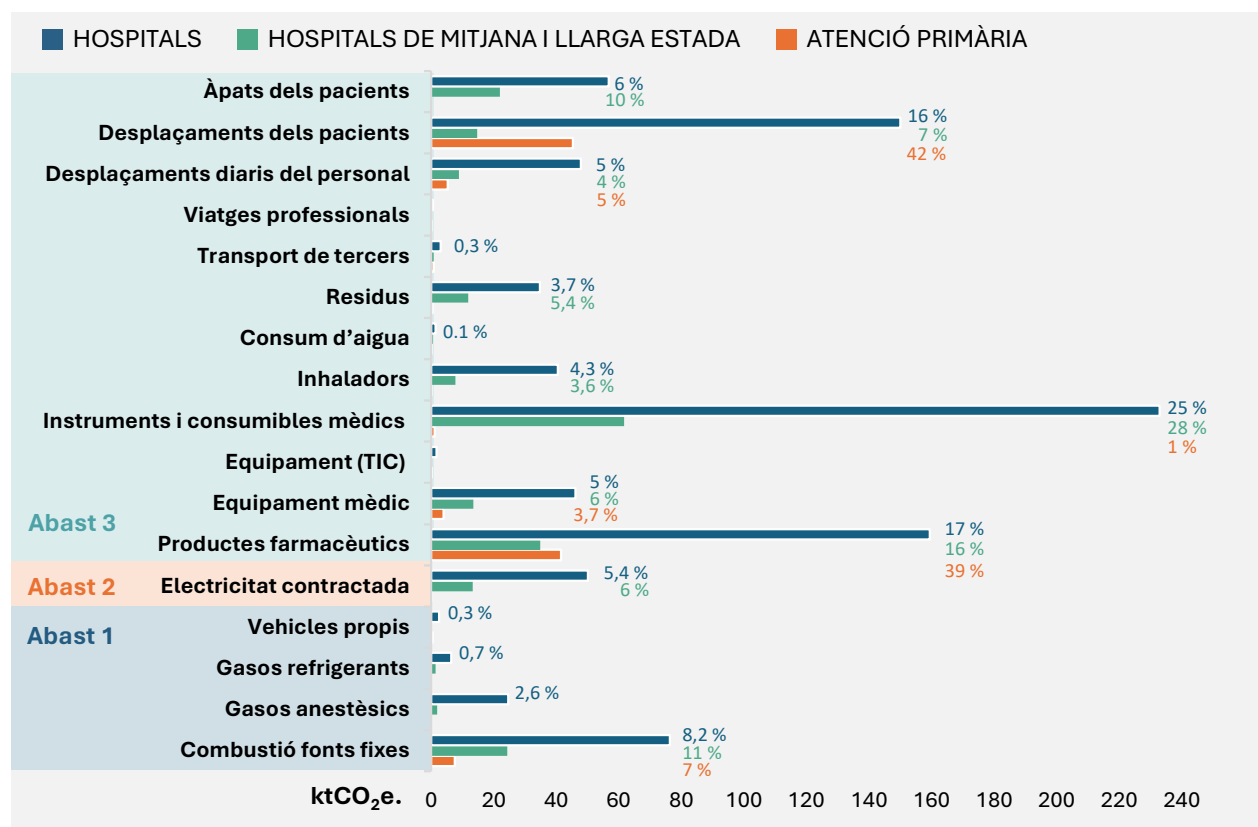
Si s'analitzen les emissions de carboni per **regions sanitàries**, Barcelona ciutat és la més intensiva, amb el 33 % del total de la petjada, seguida de l'àrea metropolitana (18 % al nord i 15% al sud).

L' **elevada concentració de població i d'hospitals de grans dimensions** a Barcelona i la seva àrea metropolitana explica aquesta intensitat.

En canvi, si contrastem aquests resultats amb la densitat de població de cada regió sanitària i els separem per tipus de servei, Barcelona ja no és l'àrea més intensiva en carboni per a l'**atenció primària**.



El següent gràfic mostra la petjada de carboni per font d'emissió i per tipus de centre, on s'evidencia novament la **contribució predominant dels hospitals**. La figura també indica el pes relatiu (%) de cada font d'emissió dins la petjada de carboni de cada tipus de centre, mostrant diferències rellevants en la distribució interna de les emissions. A l'**atenció primària**, per exemple, els **desplaçaments dels pacients representen el 42%**, mentre que les emissions associades als **productes farmacèutics prescrits representen un 39%**.



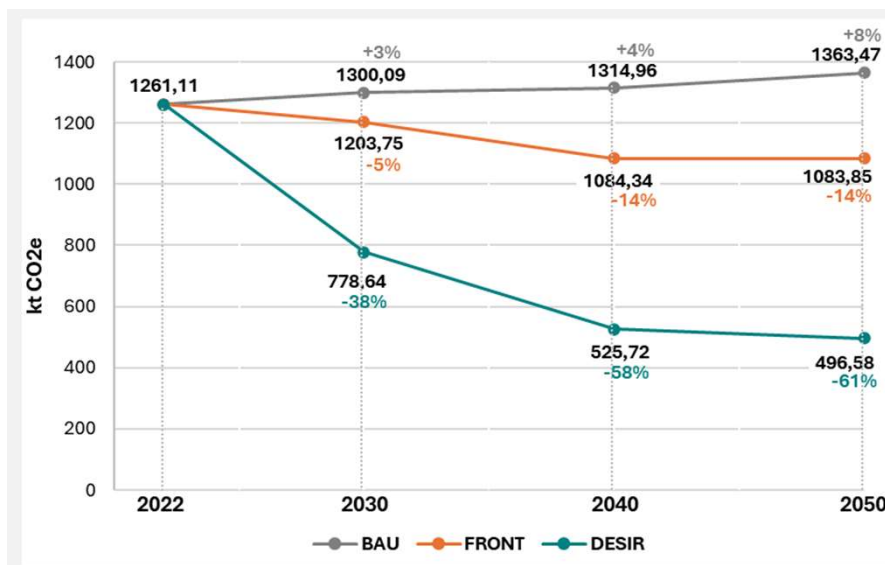
ESCENARIS DE MITIGACIÓ PER AL SECTOR DE LA SALUT

Els escenaris modelitzats projecten l'evolució de la petjada de carboni del sistema sanitari català els anys 2030, 2040 i 2050. L'any de referència base és el 2022.

S'han considerat tres escenaris:

- **BAU (Business as Usual):** continuïtat sense accions de mitigació addicionals dins del sector salut + aplicació de polítiques actuals en altres sectors (PNIEC₂).
- **FRONT (Frontrunners):** aplicació de mesures de mitigació pels centres sanitaris catalans capdavaners + descarbonització prevista en altres sectors pel Pacte Verd Europeu (transport, energia, subministrament).
- **DESIR (Desirable):** aplicació de totes les mesures de mitigació a escala de tot el sistema de salut català + reduccions externes intersectorials més ambicioses (Beyond Pacte Verd Europeu).

Tots tres escenaris integren els efectes del creixement demogràfic i l'envelliment de la població sobre la demanda sanitària.

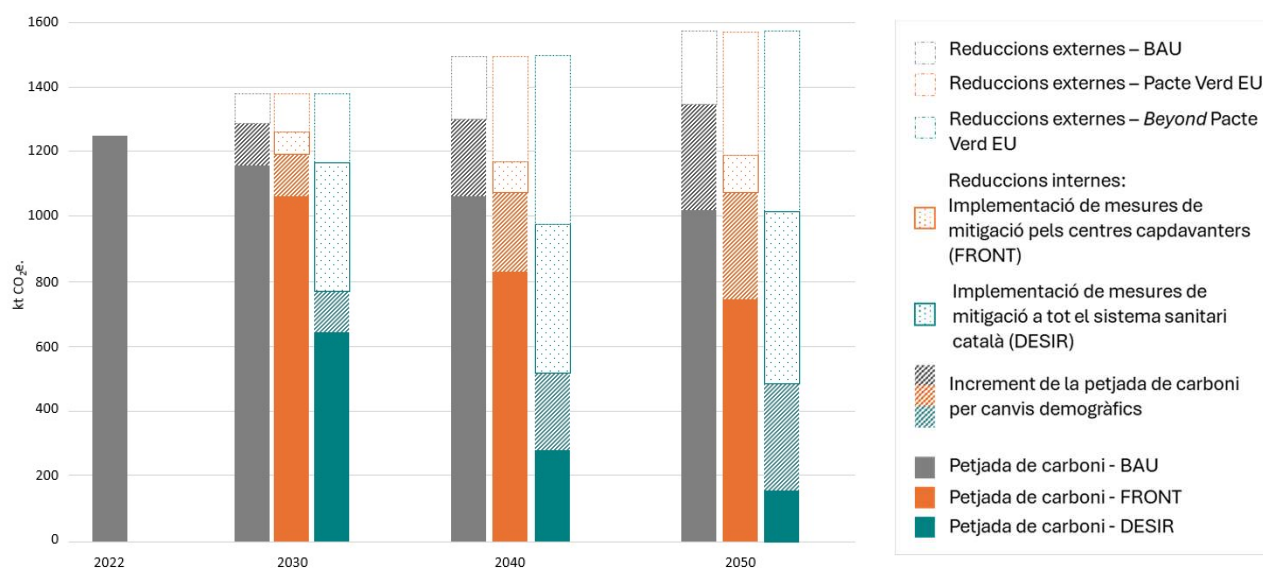


Sense noves mesures (BAU), les emissions creixen un 8 % fins al 2050 degut a l'augment de la demanda sanitària. Sense les polítiques externes actuals les emissions podrien arribar a 1.592 ktCO₂e.

L'escenari **FRONT** aconsegueix una reducció del 14%, i l'escenari **DESIR**, el més ambiciós, redueix les emissions un 61% per al 2050.

La següent figura il·lustra fins a quin punt una reducció significativa de les emissions depèn no només dels límits operatius dels centres sanitaris, sinó també dels sectors intensius en carboni que participen indirectament en el sector de la salut.

Per exemple, en l'escenari **FRONT**, sense reduccions externes intersectorials, les mesures de mitigació implementades únicament dins dels centres sanitaris serien insuficients per compensar l'augment de la petjada de carboni provocat pels canvis demogràfics.



L'envelliment de la població

L'envelliment de la població representa un canvi demogràfic significatiu amb implicacions profundes per als sistemes de salut. L'increment de la demanda assistencial per l'envelliment de la població **exerceix una pressió estructural** que cal afrontar amb polítiques de **prevenció, salut comunitària i transformació dels models de cures**.

Si no es transformen els models d'atenció i de cures, **l'increment de la petjada de carboni per augment de la demanda sanitària pot anul·lar parcialment els esforços de descarbonització dins del sector**.

Les persones majors de 65 anys representaven el **19% de la població el 2022**. Segons l'escenari mitjà de projecció de l'IDESCAT₃, **aquesta proporció augmentarà fins al 22% l'any 2030, al 25% el 2040 i al 29% el 2050**, l'equivalent a uns 2,5 milions de persones.

Aquest grup (19% de la població) fa un ús dels serveis sanitaris més intensiu, al **2022** representaven:



Si aquesta intensitat d'ús es manté constant en el temps per a aquest grup, l'augment de demanda sanitària per l'envelliment de la població afegiria **+27 ktCO₂e. al 2030, +92 ktCO₂e. al 2040, i +144 ktCO₂e. al 2050**.

Això fa que per als escenaris **BAU** i **FRONT**, l'augment de GEH pels canvis demogràfics no compensin la reducció de la petjada de carboni per la implementació de mesures de mitigació als centres sanitaris.

Potencial de mitigació de les mesures proposades: una a una

El conjunt de mesures de mitigació analitzades mostra una gran diversitat de potencials de reducció i de viabilitat d'implementació, resultat del procés de co-creació amb professionals del sector sanitari.

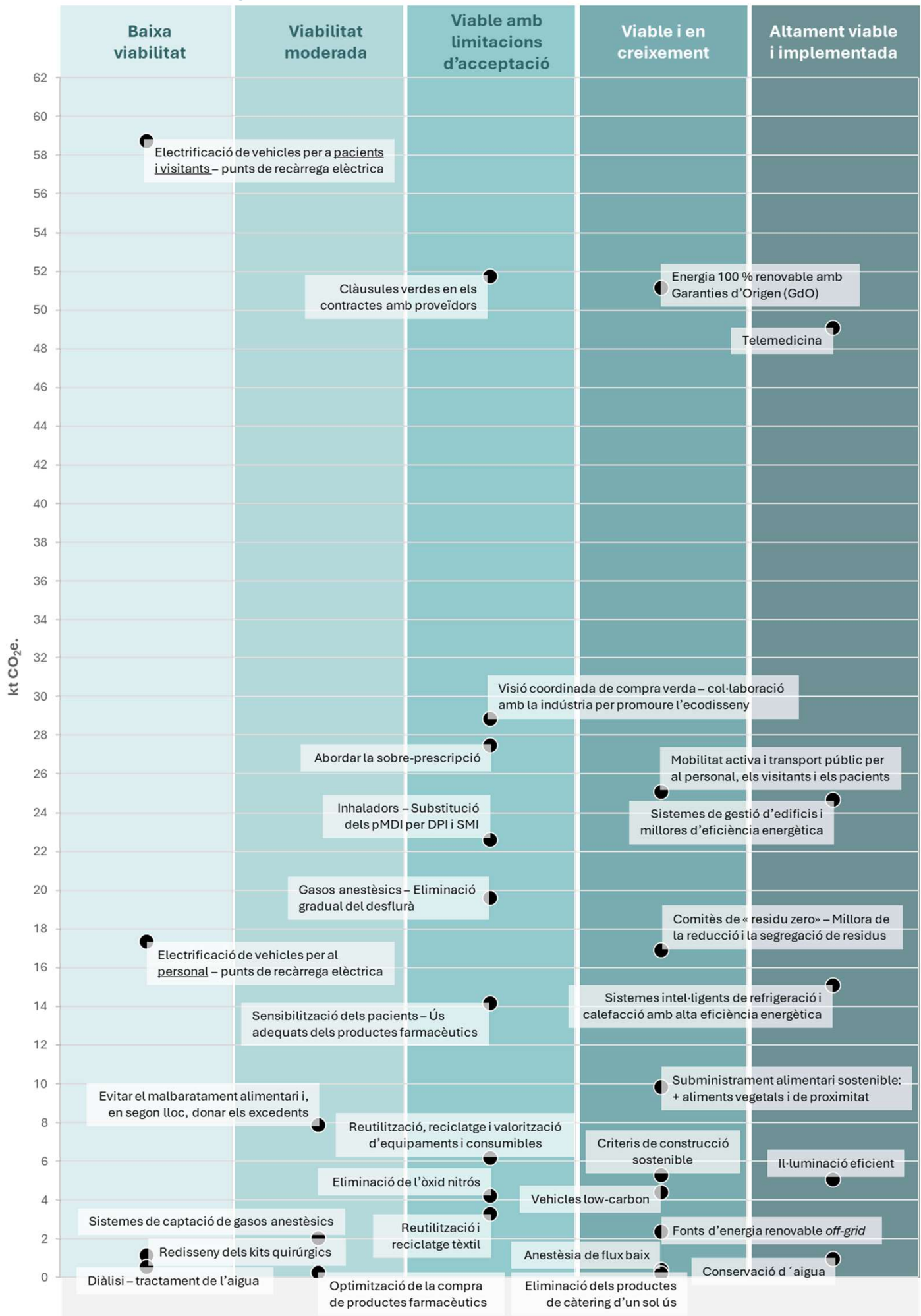
El gràfic de la següent pàgina resumeix aquests resultats segons dues dimensions:

- **Eix Y: Potencial de reducció** (ktCO₂e) entre 2022 i 2050, si s'apliquen a tot el sistema (escenari **DESIR**).
- **Eix X: Nivell de viabilitat**, valorat pels actors que van participar en el procés de co-creació (cinc nivells, de baixa a alta viabilitat).

2. PNIEC: Plans nacionals integrats d'energia i Clima lliurats pels països europeus al 2019, assumint una implementació satisfactòria ([European Commission, 2019](#)).

3. IDESCAT. Projeccions de població (base 2024). 2022. <https://www.idescat.cat/indicadors/?id=aec&n=15257&lang=en>

Potencial de mitigació de les mesures proposades: una a una



El **transport de pacients i visitants** és la **principal font potencial de reducció**, especialment mitjançant l'**electrificació dels vehicles**, i la **telemedicina** i digitalització de processos assistencials, que redueixen desplaçaments i milloren l'eficiència. Tot i això, la baixa penetració actual del vehicle elèctric limita la viabilitat a curt termini.

La **compra verda** és la **segona mesura amb més potencial de mitigació**, ja que els **productes i serveis que es consumeixen als centres sanitaris** constitueixen la principal font d'emissions del sector (Abast 3). Aquesta mesura inclou l'ús de **clàusules ambientals**, on Catalunya ja te recorregut. Les principals barreres són la **resistència dels proveïdors** i la **manca de formació** del personal de compres.

La **descarbonització energètica** representa una de les **accions més immediates**, especialment a través de la **contractació d'electricitat 100% renovable** i la **instal·lació de fonts d'energia renovable pròpies (off-grid)**, que milloren la resiliència energètica i contribueixen als objectius de la UE.

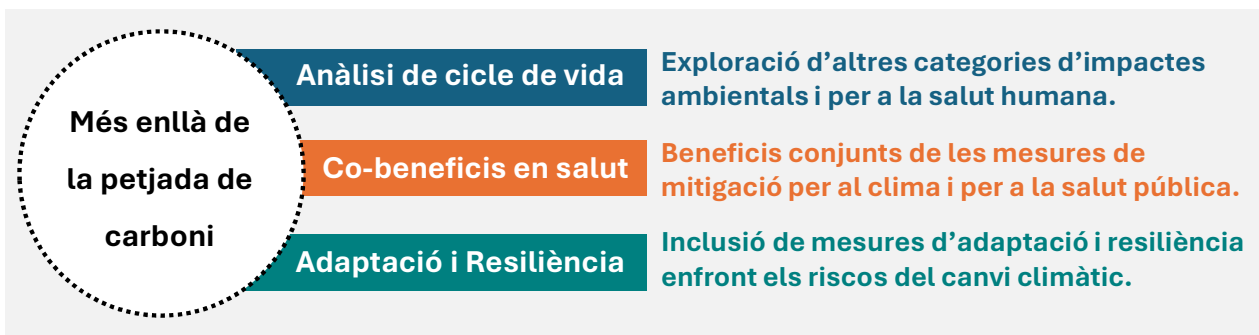
Mes enllà de la petjada de carboni

La petjada de carboni associada a la **gestió de residus i de l'aigua** és relativament baixa en comparació amb altres categories d'emissió, ja que representa només el 3,9% del total d'emissions del sector de la salut. Per aquest motiu, un punt de vista solament d'emissions GEH, podria subestimar el seu **potencial de mitigació d'altres impactes ambientals i per la salut humana, més enllà de la petjada de carboni**.

A més, la implementació d'algunes mesures de mitigació, tot i que poden reduir la petjada de carboni, poden també comportar **efectes en altres categories d'impacte ambiental (trade-offs)**, com ara l'eutrofització, la demanda energètica o la destrucció de la capa d'ozó. Per aquest motiu, cal dur a terme avaluacions específiques mitjançant la metodologia d'**anàlisi del cicle de vida** per tal de donar suport a una presa de decisions ben fonamentada.

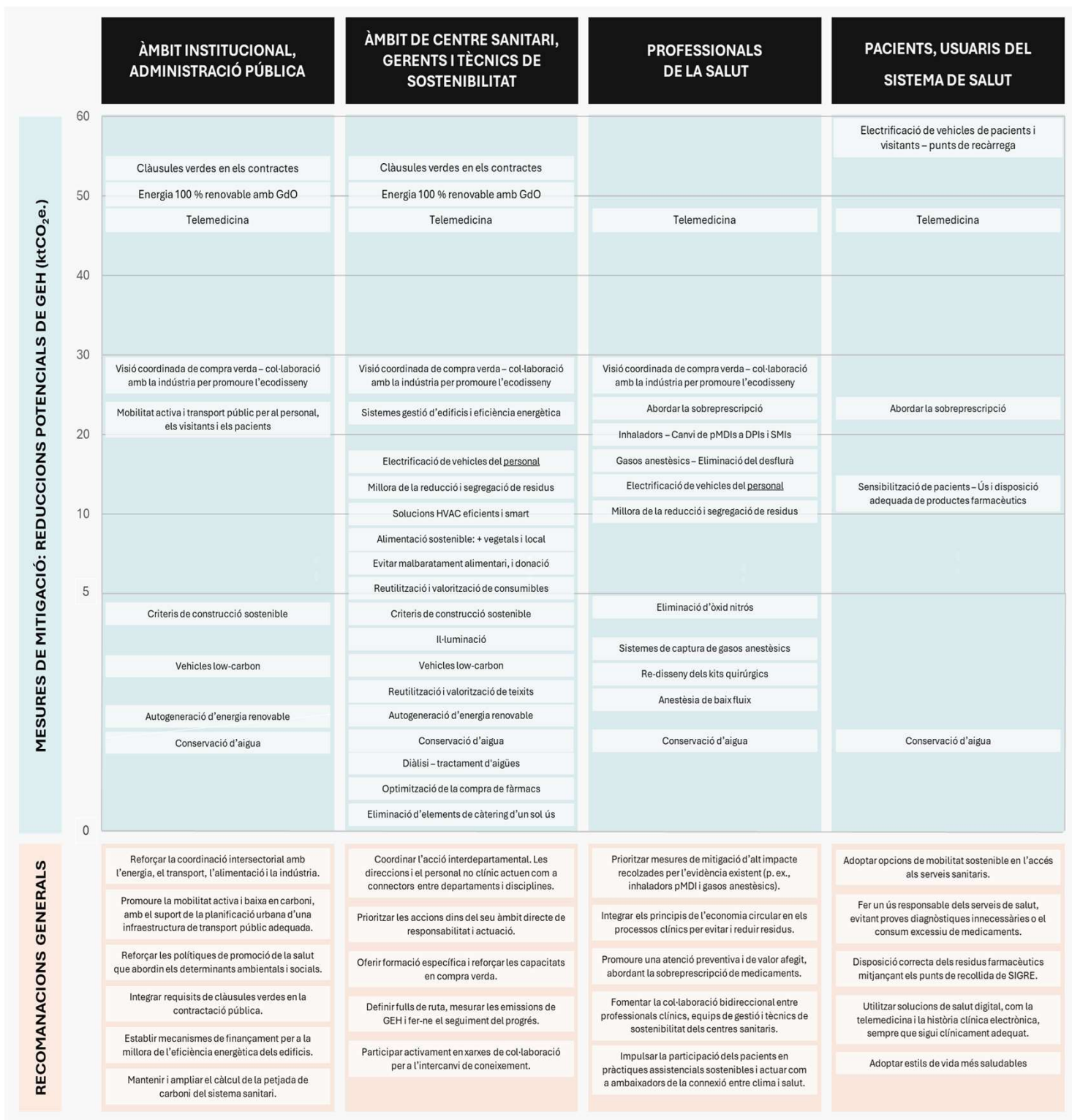
Tanmateix, juntament amb el concepte de **salut planetària**, les dues perspectives poden oferir una visió dels **co-beneficis** de la mitigació per a la salut humana. Per exemple, un canvi cap a dietes baixes en carboni s'associa a millors resultats en salut. Igualment, la reducció del consum d'energia procedent de fonts fòssils i la mobilitat activa disminueix la contaminació atmosfèrica i, en conseqüència, redueix la mortalitat i la morbiditat relacionades.

Per altra banda, les mesures que creuen l'àmbit de la mitigació i l'**adaptació al canvi climàtic i/o resiliència** també comporten **doble benefici**. Cal aprendre del passat i estar preparats, tant com per a nous episodis de **sequera**, com d'**altres esdeveniments climàtics, talls d'energia i recursos o futures pandèmies** que poden esdevenir.



RECOMANACIONS PER A LA MITIGACIÓ DE GEH AL SISTEMA DE SALUT DE CATALUNYA

A continuació es mostra les mesures de mitigació ordenades per el seu potencial de reducció (ktCO₂e.), i segons els **àmbits d'actuació dels principals grups d'actors** que conformen el sistema de salut, excloent-hi proveïdors. A més, s'introdueixen recomanacions més transversals per a cada actor per facilitar una implementació real i efectiva.





ÀMBIT INSTITUCIONAL ADMINISTRACIÓ PÚBLICA

Els escenaris de mitigació desenvolupats en aquest estudi han posat de manifest la magnitud del repte que suposa assolir tant els objectius europeus com els de descarbonització establerts per la Generalitat de Catalunya.

Malgrat això, les àrees prioritàries identificades en el compromís català per a la descarbonització del sistema sanitari abans de

2030 són, en termes generals, coherents amb les mesures amb més potencial de mitigació estimades en aquest informe.

Tot i que Catalunya compta amb hospitals capdavanters i iniciatives de sostenibilitat des de fa anys, la publicació d'un compromís específic de descarbonització per al sector sanitari per part del Govern ha estat molt recent.

RECOMANACIONS

Reforçar la coordinació intersectorial

Reforçar la coordinació amb els representants dels àmbits de la salut, l'energia, el transport, l'agroalimentació, la indústria i les polítiques climàtiques per aprofitar els co-beneficis per a la salut derivats de la reducció d'emissions. Aquesta cooperació a més és essencial per avançar cap a la descarbonització, atesa la interdependència entre sectors.

Promocionar de la mobilitat activa i baixa en carboni

Promoure el transport públic, actiu i l'electrificació progressiva de les flotes de vehicles, amb el suport d'una planificació urbana adequada que recolzi aquest model, incloent-hi zones periurbanes i rurals.

Reforçar les polítiques de salut pública

Reforçar les polítiques que aborden els determinants ambientals i socials de la salut, com la contaminació atmosfèrica, les dietes saludables, o la pobresa energètica i l'estrès tèrmic. Aquestes mesures busquen millorar la salut de la població i, com conseqüència, reduir una pressió excessiva sobre els serveis de salut.

Integració de clàusules ambientals en la contractació en salut

Això requereix formació específica i enfortiment de capacitats per al personal responsable de compres, de manera que puguin identificar i seleccionar opcions amb menor intensitat de carboni, incorporant des de l'origen els principis de l'economia circular.

Establir mecanismes de finançament per millorar l'eficiència energètica

Establir mecanismes estables de finançament per a la renovació energètica dels edificis sanitaris, tant públics com privats. Cal avançar cap a edificis d'emissions directes neutres i fomentar l'ús d'energies renovables i acords de compra d'energia verda (PPA).

Avaluació i seguiment de la petjada ambiental del sistema de salut

Consolidar el càlcul de la petjada de carboni del sistema de salut, d'acord amb els estàndards internacionals. Implantar un sistema robust de seguiment, notificació i verificació (MRV) per orientar les polítiques de mitigació i la presa de decisions.



ÀMBIT DE CENTRE SANITARI GERENTS I PROFESSIONALS NO ASSISTENCIALS

Aquest grup d'actors està format per directius i personal de centres hospitalaris i d'altres institucions sanitàries que no intervenen directament en l'atenció clínica. Inclou responsables de compres, personal administratiu i tècnic, gestors energètics, responsables de sostenibilitat i qualitat, i tècnics de gestió de residus i de serveis de neteja, entre d'altres.

Aquest col·lectiu va representar la majoria de participants en el procés de co-creació dut a terme en la elaboració d'aquest informe.

En conjunt, aquest grup es caracteritza per cert nivell de coneixement tant en el càlcul de la petjada de carboni com en la identificació i implementació inicial de mesures de mitigació.

Tot i així, requereix un suport continuat dels òrgans de direcció i també dels equips operatius, com els de neteja, alimentació, i altres proveïdors, per maximitzar-ne l'efectivitat. A més, la col·laboració amb el personal clínic és essencial per integrar les mesures de mitigació de manera efectiva en la pràctica assistencial quotidiana.

RECOMANACIONS

Coordinar l'acció interdepartamental.

Fomentar la col·laboració entre departaments i disciplines per identificar fonts de residus i consums energètics, optimitzant els processos interns. Una governança efectiva ha d'alinejar les accions no assistencials amb les pràctiques clíniques per garantir una mitigació coherent i integral.

Prioritzar les accions dins del seu àmbit d'actuació directe

Els equips de gestió i compres han de prioritzar mesures com la contractació verda i d'energia renovable, l'eficiència energètica, la mobilitat sostenible i la reducció de residus. Aquestes accions, com ja es demostra en centres catalans capdavaners, representen un alt potencial.

Enfortir les capacitats en contractació verda

Enfortir la formació del personal de compres per incorporar criteris ambientals en tots els processos d'adquisició. Això permetrà reduir l'impacte de la xarxa de subministrament i establir estratègies coordinades de compra sostenible en el sector.

Definir fulls de ruta, mesurar i fer seguiment de les emissions de GEH

Definir plans estratègics i sistemes de seguiment basats en indicadors clau de rendiment (KPI) per mesurar els progressos en mitigació de les mesures implementades als centres sanitaris.

Participar activament en xarxes de col·laboració

Participar activament en iniciatives i xarxes de coneixement impulsades per entitats sectorials, recerca i administracions públiques. La cooperació interinstitucional permet compartir bones pràctiques i consolidar un progrés col·lectiu cap a un sistema de salut més sostenible.



PROFESSIONALS DE LA SALUT PERSONAL CLÍNIC I ASSISTENCIAL

Els i les professionals clínics i assistencials tenen com a responsabilitat principal garantir una atenció segura i eficaç als pacients. Tot i això, les seves decisions quotidianes tenen un impacte significatiu en la petjada ambiental del sector, que al seu torn pot generar efectes perjudicials sobre la salut pública.

L'adopció de la perspectiva de la salut planetària dins la pràctica clínica suposa un canvi de paradigma cap a un model integrat d'atenció que abordi simultàniament la salut humana i la salut ambiental.

Tanmateix, la integració d'aquest marc en els protocols i directrius clíniques, així com en les avaluacions de tecnologies sanitàries, encara es troba en desenvolupament.

A més, els professionals de la salut exerceixen un paper clau en la comunicació sanitària i en la presa de decisions en salut pública. Així mateix, la col·laboració entre els professionals sanitaris i els equips operatius dels centres és essencial per alinear les mesures de sostenibilitat amb les realitats clíniques.

RECOMANACIONS

Prioritzar les mesures de mitigació d'alt impacte basades en evidència

Prioritzar intervencions amb major potencial de reducció d'emissions, com la substitució d'inhaladors pressuritzats per inhaladors de pols seca, i l'ús d'anestèsics amb menor potencial d'escalfament global.

Integrar els principis de l'economia circular en els processos clínics

Els i les professionals clínics influeixen directament en la generació de grans volums de residus a través de l'elecció dels productes i dispositius, els quals, quan sigui clínicament segur i factible, podrien substituir-se per alternatives reutilitzables o redissenyar-se, sempre que hi hagi una major col·laboració i intercanvi amb la indústria i l'acadèmia.

Promoure una atenció preventiva i de valor, abordant la sobre-medicació

Promoure models assistencials basats en la prevenció i l'eficiència, reduint diagnòstics i tractaments innecessaris. Quan sigui clínicament adequat, apostar per intervencions no farmacològiques, com l'activitat física o la vinculació social, disminuint les emissions associades als productes farmacèutics.

Fomentar la col·laboració bidireccional amb els equips de gestió dels centres sanitaris

Fomentar la cooperació entre professionals clínics i equips de gestió per assegurar que les mesures de mitigació siguin viables i adaptades al context assistencial. Aquest enfocament conjunt reforça l'efectivitat de les accions i l'alineament entre sostenibilitat i qualitat de l'atenció.

Implicar els pacients en pràctiques sanitàries més sostenibles

Promoure la participació dels pacients en pràctiques saludables i sostenibles, com les dietes baixes en carboni o l'activitat física regular. La seva implicació afavoreix la conscienciació sobre la relació entre salut i clima i redueix l'ús innecessari de recursos sanitaris.



(IM)PACIENTS PEL PLANETA. USUARIS DEL SISTEMA DE SALUT

Els pacients empoderats es defineixen com aquells que cerquen informació, entenen la relació entre canvi climàtic i salut i estan disposats a adoptar hàbits més sostenibles.

L'abast de la contribució dels pacients a la mitigació del canvi climàtic en l'àmbit sanitari va més enllà de les decisions de tractament o dels processos clínics, que continuen essent responsabilitat dels professionals de la salut. Com usuaris del sistema de salut, repensar què entenem per salut, qualitat de vida i benestar és essencial per reduir la pressió sobre els serveis sanitaris.

Això implica també, amb criteri, qüestionar la creixent medicalització de la vida, on qualsevol malestar o desviació d'una noció idealitzada de salut es tracta com un problema mèdic.

El pressupòsit cultural de l'autocontrol i l'autooptimització constants pot, paradoxalment, derivar en problemes de salut mental i normalitzar la dependència excessiva de la indústria farmacèutica. Per això, cal donar suport als pacients perquè puguin distingir entre necessitats mèdiques reals i pressions socials construïdes, i a l'inrevés.

RECOMANACIONS

Adoptar opcions de mobilitat sostenibles per accedir als serveis sanitaris

Sempre que sigui possible, prioritzar el transport actiu, públic o d'emissions zero per reduir l'impacte associat als desplaçaments. L'electrificació i la mobilitat activa són les mesures amb major potencial de mitigació, juntament amb la promoció de la telemedicina i l'atenció comunitària.

Fer un ús responsable dels serveis sanitaris, evitant proves o procediments innecessaris

Fer un ús racional dels recursos sanitaris, evitant també l'ús indegut de medicaments. Els pacients també poden contribuir adoptant pràctiques sostenibles dins dels centres, com la reducció del consum d'aigua, energia i la generació de residus.

Gestionar correctament els residus farmacèutics

Fer ús dels programes de recollida específics ja establerts (punts SIGRE) per evitar la contaminació ambiental.

Integrar de solucions de salut digital

La telemedicina i els resultats per via electrònica, sempre que sigui clínicament apropiat, redueixen desplaçaments, l'ús de paper i el consum de recursos. Amb aquestes eines, els pacients poden disminuir el seu impacte ambiental sense perdre accés a l'atenció sanitària.

Adoptar estils de vida més saludables, promovent l'activitat física, una alimentació equilibrada i la connexió social.

Una població saludable redueix la demanda sobre el sistema sanitari. Cal prestar una atenció especial a col·lectius vulnerables, com ara adolescents amb problemes de salut mental, persones grans en risc d'aïllament social i població migrada en situació irregular o en risc d'exclusió social, entre d'altres.



1. INTRODUCCIÓ

1.1 Objecte de l'estudi

Aquest informe és el resultat d'una de les tasques del projecte europeu CATALYSE *Horizon*. L'objectiu principal és desenvolupar recomanacions coherents per a la mitigació del canvi climàtic en el sector de la salut català. Els objectius específics són:

1. Dur a terme una revisió de la literatura científica i de les eines i mètodes rellevants per al sector, incloent-hi guies, estàndards, recomanacions, estudis de cas i altres fonts que abordin l'avaluació i la mitigació dels gasos amb efecte d'hivernacle (GEH) en l'àmbit sanitari.
2. Implicar els actors interessats en el co-desenvolupament d'escenaris de mitigació basats en les prioritats identificades, i avaluar-ne la validesa i la viabilitat des d'una perspectiva tècnica, política i operativa.
3. Modelitzar escenaris de mitigació per quantificar les reduccions potencials d'emissions de GEH, recolzades en una estimació inicial de l'empremta de carboni del sector per al període 2022–2023, que serveixi de línia de base per a futures accions.
4. Desenvolupar recomanacions actualitzades i basades en l'evidència científica per a l'avaluació i la mitigació de GEH adaptades al sistema sanitari català.

Aquest informe té l'ambició de complementar i avançar en la descarbonització del sistema de salut català, mitjançant el reforç i la consolidació de la implicació col·lectiva dels professionals sanitaris en la definició del seu camí de mitigació.

1.2 Mitigació en els sistemes de salut: del nivell global a l'àmbit local

L'any 2022, els sistemes sanitaris van ser responsables directa i indirectament del 4,2% de les emissions globals de GEH (Romanello et al., 2025). Els dos principals emissors, els Estats Units i la Xina, representen el 63% del total de les emissions sanitàries, i els països amb Índex de Desenvolupament Humà baix o mitjà, on la prioritat és ampliar els serveis sanitaris, només van generar un 4% del total d'emissions del sector de la salut (Romanello et al., 2025).

El factor més determinant de l'empremta de carboni del sector sanitari és la seva dependència del consum de combustibles fòssils (Karliner et al., 2017). Pel que fa a les categories d'emissió, la proporció més rellevant (83%) correspon a l'Abast 3, determinat per la xarxa de subministrament sanitària, que inclou la producció, el transport i l'eliminació de béns i serveis com ara aliments, dispositius mèdics, equipament hospitalari i altres productes i serveis relacionats amb la salut. Mentre que l'Abast 1 i el 2 representen un 8,5% de les emissions (Romanello et al., 2025).

Els sistemes de salut conviuen amb la paradoxa de dedicar-se a prevenir i tractar malalties mentre, alhora, generen emissions de GEH que afecten la salut de la població. D'una banda, el sector ha fet passos decidits cap al camí de la neutralitat climàtica, mitjançant el disseny de diverses fulles de ruta per a la descarbonització. D'altra banda, afronta dificultats per adaptar-se a un planeta en transformació i als reptes sanitaris derivats de crisis simultànies, com ara les malalties emergents, l'estrès tèrmic, la inseguretat alimentària i les emergències provocades per fenòmens meteorològics extrems, entre d'altres (Romanello et al., 2022).

A escala global, en la 26a Conferència de les Parts de la Convenció Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic (COP26), la salut va ser identificada com una àrea prioritària de l'acció política. S'hi van establir dos compromisos: “*Sistemes de salut resilents al clima*” i “*Sistemes de salut sostenibles i baixos en carboni*” (OMS, 2022a). L'any 2022, l'Organització Mundial de la Salut (OMS) va crear l'Aliança per a l'Acció Transformadora en Matèria de Clima i Salut amb l'objectiu d'assolir l'ambició fixada a la COP26

mitjançant la força col·lectiva dels Estats membres de l'OMS i altres agents implicats (OMS, 2022b). A la COP28, la introducció per primera vegada del *Dia de la Salut* va situar de manera inèdita la relació clima-salut al centre de l'agenda, fet que va permetre que ministres de salut d'arreu del món s'incorporessin a la Declaració de la COP28 sobre Clima i Salut, avalada per 120 països (OMS, 2023a). Recentment, a la 8a Assemblea Mundial de la Salut, celebrada el maig de 2025, els Estats membres han adoptat formalment el primer *Pla d'Acció Mundial sobre Canvi Climàtic i Salut 2025–2028*, que constitueix un punt d'inflexió històric (OMS, 2025a).

Al mateix temps, els sistemes de salut dels països europeus també estan sotmesos a les polítiques climàtiques de la Comissió Europea, com ara el *Pacte Verd Europeu*, la *Llei Europea del Clima* i el *Paquet Fit for 55*. A més d'aquestes iniciatives normatives, la Comissió Europea dona suport a la recerca i la innovació en sistemes de salut resilient al clima i baixos en carboni a través de diversos programes de finançament. Entre aquests destaquen el programa *EU4Health* i l'*Agenda Estratègica de Recerca i Innovació (SRIA) en Salut i Canvi Climàtic*, implementada en el marc d'Horitzó Europa (Comissió Europea, 2025).

L'agenda de descarbonització del sector de la salut ha anat adquirint una rellevància creixent. Durant l'última dècada, un nombre cada vegada més gran de països europeus han introduït iniciatives d'àmbit nacional i regional (HCWH Europe, 2025). Tanmateix, l'indicador 3.5 del *The Lancet Countdown Europe*, que se centra en les emissions del sector de la salut i els danys associats, mostra que entre 2010 i 2020 les emissions del sector sanitari van augmentar un 3% per càpita (van Daalen et al., 2024). Tot i que diversos països europeus han adoptat mesures per reduir l'empremta climàtica dels seus sistemes de salut, els avenços són desiguals i, en termes generals, encara no són suficients.

Reforçar la mitigació en el sector de la salut no només és essencial per reduir les emissions, sinó que també ofereix co-beneficis significatius per a la salut pública, tal com descriuen Tonne et al. (2025) en un marc que relaciona les accions de mitigació, els actors socials i les vies d'exposició als co-beneficis en salut a Europa.

Cal destacar que l'estat espanyol es troba entre els països amb menors emissions en comparació amb altres països europeus d'ingressos alts (van Daalen et al., 2024). A Espanya, les iniciatives *bottom-up*, com les bones pràctiques de centres hospitalaris i sanitaris pioners, conviuen amb els compromisos recents del Govern central, alineats amb la COP26. Regions com Galícia, les Illes Canàries i Catalunya destaquen pels seus esforços per avançar cap a uns sistemes de salut més ambientalment sostenibles. Iniciatives com *#SanidadxEIClima*, impulsada per ECODES, actuen com a facilitadores clau en el camí de descarbonització del sector de la salut a Espanya (Ministeri de Sanitat, 2023).

1.3 El sistema de salut de Catalunya

El sistema de salut català és un sistema de cobertura universal i finançament públic, gestionat pel Departament de Salut de la Generalitat de Catalunya i articulat a través del Servei Català de la Salut (CatSalut). És el tercer sector contribuent al PIB regional (9%) i dona ocupació al 10,9% de la població activa (Consell de Treball, 2024). És el sistema de salut autonòmic més gran de l'estat espanyol en termes absoluts, tant per la seva elevada població, només superada per Madrid, com per l'amplitud de la seva infraestructura sanitària, especialment pel que fa al nombre d'hospitals. L'any 2022, la despesa sanitària pública total a Catalunya va ascendir a 14.000 milions d'euros, la més elevada de l'estat espanyol. El nombre d'hospitals quadruplica el de la segona regió en el rànquing (Madrid, amb 38 hospitals públics). El nombre de llits hospitalaris supera els 30.000, gairebé el doble dels d'Andalusia, segona en aquest indicador, amb aproximadament 16.000 llits (Ministeri de Sanitat, 2024).

Tanmateix, els indicadors relatius ofereixen una perspectiva diferent. La despesa sanitària pública a Catalunya representa el 6,4% del PIB regional, la qual cosa situa el territori en la tercera posició a la cua entre les comunitats autònomes, només per davant de Madrid i Múrcia. Pel que fa a la despesa sanitària pública per càpita, Catalunya inverteix 1.829€ per resident, una xifra lleugerament per sobre de la mitjana estatal (1.716€), però encara lluny de les comunitats capdavanteres. En comparació amb els estàndards europeus, aquesta mitjana estatal situaria Espanya en la 15a posició entre els països europeus. En l'àmbit de l'atenció primària, Catalunya se situa per sota de la mitjana espanyola, amb cinc centres d'atenció primària per cada 100.000 habitants. Aquesta ràtio la col·loca en la 13a posició (de 17), molt per sota de la mitjana estatal, que és de 27 centres per 100.000 habitants (Ministeri de Sanitat, 2024).

CatSalut, com a servei públic, contracta una àmplia xarxa de proveïdors per prestar serveis a través del Sistema Sanitari Integral d'Utilització Pública de Catalunya (SISCAT). El seu principal proveïdor públic, l'Institut Català de la Salut (ICS), gestiona vuit hospitals i més de 1.000 centres d'atenció primària, que representen aproximadament el 90% de l'atenció primària a Catalunya. La resta d'hospitals del SISCAT són gestionats per una combinació d'entitats públiques, sense ànim de lucre i privades mitjançant concerts amb CatSalut. Cal destacar que aproximadament la meitat dels hospitals privats de Catalunya participen en aquests concerts. Tot i que el SISCAT inclou un nombre més gran d'hospitals privats que de públics, els hospitals de titularitat pública representen aproximadament el 53% del total de llits hospitalaris (OMS, 2018). En qualsevol cas, tot i que els serveis de salut finançats públicament cobreixen tota la població, un 32,5% dels ciutadans utilitza assegurança sanitària privada o una combinació d'ambdós sistemes (GenCat, 2024a). La despesa privada en salut a Catalunya es va quantificar en 6.000 milions d'euros, un 27,8% de la despesa sanitària total (GenCat, 2024c).

El sistema de salut de Catalunya és un dels pilars fonamentals de l'estat del benestar. Com tots els sistemes sanitaris, s'enfronta de manera recurrent a pressions estructurals i reptes sistèmics. Entre aquests destaquen l'augment de la demanda de serveis derivada de les tendències demogràfiques, com ara el creixement de la població i l'envelliment, la necessitat creixent de professionals sanitaris i l'adaptació constant a noves tecnologies, tractaments i necessitats emergents. A més, el sistema ha de respondre cada cop amb més freqüència a l'impacte dels factors ambientals i afrontar les conseqüències del canvi climàtic sobre la salut pública i la prestació de serveis (GenCat, 2024a).

Els primers passos cap a la mitigació del canvi climàtic dins del sistema de salut de Catalunya han sorgit, principalment, d'iniciatives *bottom-up* liderades per institucions sanitàries pioneres del territori. Durant anys, s'han implementat diverses bones pràctiques en alguns centres. No obstant això, en els darrers cinc anys l'impuls s'ha intensificat, especialment des que grans hospitals públics i institucions com l'ICS han començat a promoure oficialment les seves fulles de ruta cap a la descarbonització.

Recentment, el Departament de Salut de la Generalitat ha anunciat el seu compromís d'assolir la descarbonització del sector de la salut l'any 2030, alineat amb el Pla de Govern de la XV legislatura i amb els objectius climàtics europeus. Mitjançant marcs estratègics com el *Pla de Clima 2021–2025* i el *Pla de Govern Departamental de Salut*, el sector públic s'ha compromès a mesurar de manera sistemàtica i reduir progressivament la seva petjada de carboni (GenCat, 2024b).

Per donar suport a aquesta iniciativa, hospitals i centres d'atenció intermèdia han estat mesurant les seves emissions de carboni a través del sistema de report de l'Oficina Catalana de Canvi Climàtic (Acords Voluntaris) i de l'eina *SCOPECO2*. Aquesta és una calculadora d'empremta de carboni adaptada al sector de la salut, amb el suport del Ministeri de Sanitat i desenvolupada per ECODES, una fundació sense ànim de lucre que impulsa la descarbonització de la salut i altres sectors a Espanya (*Sanidad por el Clima*, 2025). El setembre de 2025 es va anunciar que els centres d'atenció primària també podran calcular la seva empremta de carboni amb aquesta eina digital (GenCat, 2025). Tanmateix, fins ara la

participació ha estat voluntària i encara no s'ha dut a terme una avaluació completa de l'impacte ambiental de tot el sistema de salut de Catalunya.

En el marc del projecte CATALYSE Horizon, a inicis de 2023 es va desenvolupar un procés de *Theory of Change (TOC)*, documentat per Zotova et al. (2025). Aquest procés va reunir actors clau i va establir les bases per a una col·laboració reforçada en la descarbonització del sistema de salut de Catalunya. Es va elaborar una fulla de ruta operativa per al canvi, que descriu vies de transformació en les polítiques, la indústria, les institucions sanitàries i els professionals, amb l'objectiu final d'assolir un model de salut intel·ligent i neutre en carboni. El procés TOC també va generar hipòtesis inicials sobre el procés de canvi, que caldrà validar i desenvolupar mitjançant anàlisis quantitatives. Aquest informe continua el procés de reflexió iniciat amb el TOC i hi contribueix aportant evidències quantitatives sobre accions concretes de mitigació.

2. ESTRUCTURA DE L'ESTUDI

Aquest informe es fonamenta en un procés metodològic seqüencial i interconnectat. S'estructura en tres capítols tècnics principals (Capítols 3–5), cadascun dels quals genera uns resultats específics (R_x) que, alhora, serveixen de base per a les fases posteriors.

El diagrama següent (Figura 1) resumeix el procés metodològic i indica, per a cada pas, els resultats obtinguts i la manera com aquests contribueixen als passos següents:

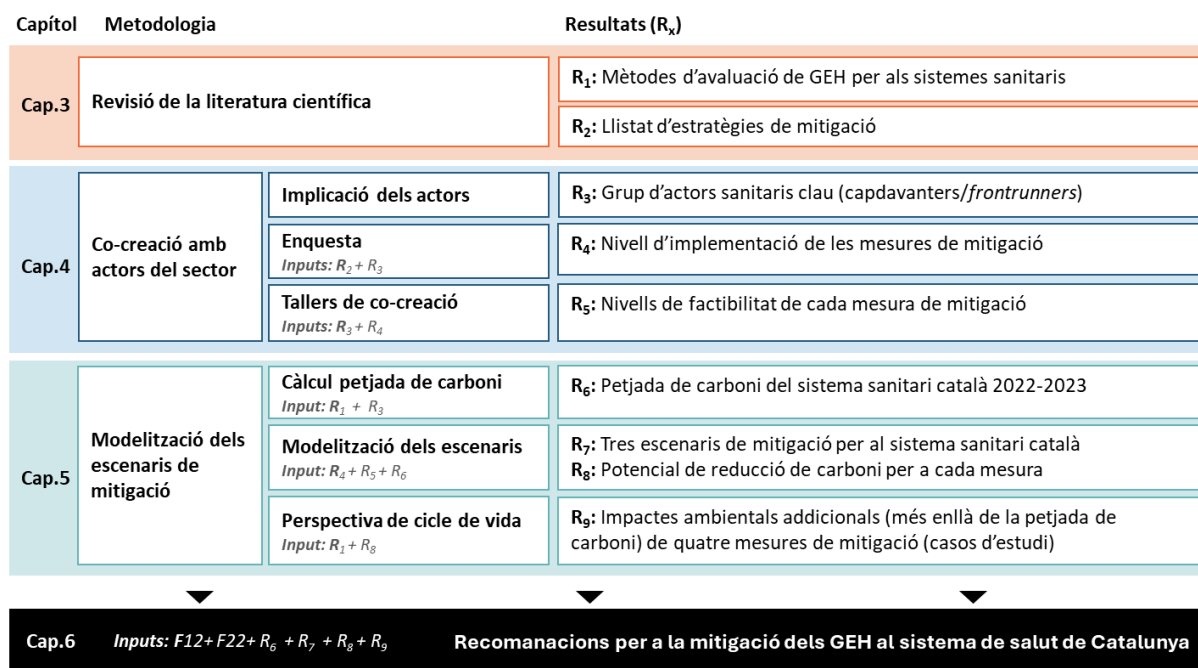


Figura 1. Procés metodològic.

Capítol 3 – Revisió bibliogràfica (Scoping Review)

Aquesta revisió de la literatura científica va permetre identificar els mètodes d'avaluació de l'empremta de carboni dels sistemes de salut (R_1) i elaborar un llistat de mesures de mitigació, classificades per abast i categoria d'emissió (R_2). Aquests resultats van establir el marc metodològic fonamental per al càlcul de l'empremta de carboni del sistema de salut de Catalunya (Capítol 5) i van proporcionar el conjunt preliminar de mesures de mitigació que es van sotmetre al procés de co-creació amb els actors del sistema (Capítol 4). L'estratègia de cerca i les principals conclusions de la revisió bibliogràfica es presenten al Capítol 3.

Capítol 4 – Co-creació amb els actors del sistema de salut

Els actors clau del sistema de salut de Catalunya es van involucrar en el projecte a través del procés de co-creació i d'avaluació de l'empremta de carboni (R_3). El procés de co-creació, detallat al capítol 4 d'aquest informe, va incloure una enquesta i dos tallers. El llistat de mesures de mitigació (R_2) va ser revisada pels actors mitjançant l'enquesta, on 16 institucions sanitàries van avaluar el nivell actual d'implementació (grau d'adopció de cada mesura de mitigació) (R_4). Posteriorment, es van dur a terme dos tallers per presentar els resultats de l'enquesta i permetre que els participants debatessin la viabilitat econòmica, política, tècnica i d'acceptació social d'aquestes mesures (R_5). Aquest procés de co-creació va establir les bases per a la modelització d'escenaris de mitigació i va oferir una visió més clara del grau de compromís del sector en els esforços de mitigació dins del propi sistema.

Capítol 5 – empremta de carboni i modelització d'escenaris de mitigació

En paral·lel al procés de co-creació (Capítol 4), es van recollir dades de les entitats sanitàries implicades en el projecte per calcular l'empremta de carboni, seguint els mètodes identificats en la revisió bibliogràfica (R1). Un cop quantificada (R6), aquests resultats van servir de referència per a la modelització d'escenaris de mitigació. Els escenaris es van desenvolupar a partir del potencial de reducció d'emissions de diverses mesures de mitigació (R4 + R5), considerant diferents calendaris d'implementació: 2030, 2040 i 2050. Es van projectar tres escenaris de reducció d'emissions: l'escenari de tendència inercial (*Business-as-Usual*), l'escenari de pioners (*Frontrunners*) i l'escenari més ambiciós, el desitjable (*Desirable*).

Capítol 6 – Recomanacions per a la mitigació de GEH en el sistema de salut

Les recomanacions recollides al Capítol 6 sintetitzen l'evidència generada a partir dels resultats desenvolupats en el marc d'aquest estudi, integrant els resultats obtinguts (R₁ – R₉). Aquesta síntesi proporciona un marc contextualitzat i basat en l'evidència per contribuir a la ruta de descarbonització del sistema de salut català, amb potencial d'aplicació a altres contextos nacionals i europeus.

3. REVISIÓ BIBLIOGRÀFICA

Aquesta secció presenta un resum de la revisió bibliogràfica que es va dur a terme a la segona meitat del 2023 com a primer pas en l'elaboració d'aquest informe. L'objectiu d'aquesta revisió de la literatura era identificar i sintetitzar: 1) els mètodes sectorials per avaluar les emissions de GEH dins del sistema de salut, i 2) les estratègies per mitigar les emissions de GEH en el sector de la salut.

La revisió bibliogràfica es va dur a terme seguint el marc PRISMA-ScR (Tricco et al., 2018). Es van considerar elegibles els estudis que abordessin la mitigació de GEH dins dels sistemes de salut en àmbits globals, nacionals o regionals. No es van aplicar restriccions geogràfiques ni lingüístiques; tanmateix, només es van incloure els estudis publicats a partir de 2015, coincidint amb l'expansió de la recerca sobre canvi climàtic posterior a l'Acord de París.

L'estratègia de cerca va incloure cerques en bases de dades (Web of Science, Medline [Ovid] i EMBASE) amb una sintaxi predefinida i testada amb el suport d'una bibliotecària mèdica; la revisió de les llistes de referències dels estudis inclosos; i cerques dirigides de literatura grisa (no científica) en portals web d'organismes especialitzats com ara l'OMS, *Health Care Without Harm* i Ecodes.

La cerca en les bases de dades científiques va identificar 6.713 estudis un cop eliminats els duplicats. Després del cribratge inicial, es van filtrar 425 estudis, dels quals 161 van ser avaluats per determinar-ne l'elegibilitat. Finalment, es van seleccionar 50 estudis per a la revisió de text complet. També es van considerar fonts de literatura grisa, que van aportar 18 estudis addicionals. La cerca de citacions va permetre incorporar cinc estudis més a la revisió.

Mètodes d'avaluació de GEH per als sistemes de salut

Fins a la data de cerca, quatre estudis havien avaluat l'empremta de carboni dels sistemes de salut a escala global, deu a escala nacional i només un a escala subnacional o regional (Malik et al., 2021). Aquests estudis van estimar la proporció que representa el sector de la salut en l'empremta de carboni nacional, que oscil·la entre el 3% a la Xina (Wu, 2019) i el 10% als Estats Units (Eckelman i Sherman, 2016), amb una mitjana aproximada del 5% (Weisz et al., 2020).

Tot i que tots els estudis mesuraven l'empremta de carboni dels sistemes de salut, diferien en l'abast, en els processos metodològics i en els objectius analítics. La majoria utilitzaven, de manera exclusiva o combinada amb l'anàlisi de cicle de vida (ACV), el mètode *Environmentally-Extended Input-Output (EEIO)*, derivat del model *input-output* de Leontief (Leontief, 1936). Aquest enfocament macroeconòmic rastreja els fluxos econòmics intersectorials a escala nacional o multiregional, i vincula factors d'emissió de la producció amb les sortides industrials vinculades al sector de la salut a través de les seves xarxes de subministrament (Miller i Blair, 2009; Kitzes, 2013).

En canvi, els mètodes *bottom-up*, habitualment petjades de carboni i ACV basats en processos, calculen les emissions d'entitats, productes, processos o serveis mitjançant dades d'activitat primàries o secundàries (per exemple, consum d'energia o kilòmetres recorreguts), seguint les normes ISO 14040–44 i ISO 14067. Aquest mètode ofereix una major granularitat i especificitat, però sovint té límits més restringits i pot ometre emissions indirectes o d'etapes inicials si no hi ha dades disponibles.

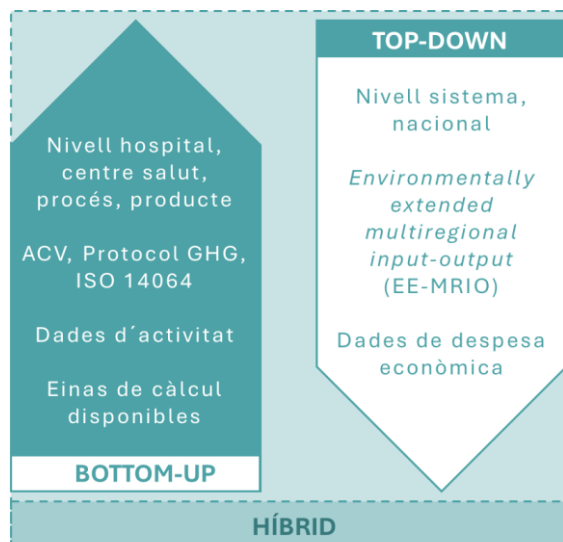


Figura 2. Diagrama resum dels mètodes d'avaluació.

Els mètodes híbrids integren el EEIO (*top-down*) i l'ACV (*bottom-up*), combinant l'abast ampli de les dades de despesa multiregional (MRIO) amb l'especificitat de les mesures directes d'activitat. Aquest enfocament redueix els buits de dades, millora la precisió i permet una avaluació més completa de les emissions del sector de la salut. Alguns estudis, especialment als Estats Units i al Canadà, han ampliat les seves anàlisis més enllà de l'empremta de carboni per incloure altres categories d'impacte ambiental, i han explorat les correlacions entre impactes ambientals i resultats de salut pública (Eckelman et al., 2018; Eckelman i Sherman, 2016).

L'elecció entre els tres enfocaments depèn de l'objectiu i de l'abast específic de cada avaluació. L'EEIO manca actualment del detall necessari per oferir informació adequada sobre opcions de mitigació concretes, com ara la comparació de productes i tractaments alternatius (Weisz et al., 2020). En canvi, la combinació amb metodologies d'ACV permet obtenir resultats més detallats i complets. Aquesta metodologia híbrida afronta les limitacions derivades de la disponibilitat de dades i dels recursos significatius que requereix una ACV de tot un sistema de salut. Tanmateix, quan es tracta d'avaluar hospitals, unitats o activitats específiques, l'ACV resulta el més adequat.

Mitigació del canvi climàtic en el sistema de salut

La cerca va identificar un total de 77 intervencions de mitigació, agrupades en funció de les fonts d'emissions de GEH que aborden:

- Abast 1: gasos anestèsics, generació d'energia in situ i flota de vehicles pròpia, gasos d'extinció d'incendis i refrigerants.
- Abast 2: energia adquirida i generació d'electricitat renovable fora de les instal·lacions. Igual que al l'Abast 1, aquí s'inclouen les mesures relacionades amb la infraestructura i l'ús d'energia.
- Abast 3: és el que representa la proporció més gran i inclou la contractació i la xarxa de subministrament, els productes farmacèutics, els inhaladors, els desplaçaments i la mobilitat laboral, l'alimentació, els residus i el consum d'aigua.

Ús de l'energia

Les intervencions de mitigació per a les emissions dels Abasts 1 i 2 relacionades amb la construcció d'edificis i l'energia són fàcilment accessibles i sovint s'alineen amb les estratègies de descarbonització d'altres sectors. Els efectes dels GEH derivats del consum elèctric varien segons la regió, en funció del mix de la xarxa elèctrica, i les empremtes de carboni sanitàries nacionals segueixen habitualment els patrons estatals a causa de la dependència del sector de l'energia (Pichler et al., 2019). La descarbonització dels sistemes energètics locals i nacionals esdevé, per tant, una prioritat que requereix acció tant per part del sector salut com dels governs.

Els centres sanitaris poden contribuir-hi contractant el subministrament d'electricitat renovable mitjançant Garanties d'Origen (GdO), tot i que existeixen preocupacions respecte a la seva fiabilitat (Valentina Muñoz & Causey Cato, 2024). La descarbonització del sistema energètic també permet reduir emissions de l'Abast 3, en particular les associades a les emissions de carboni incorporades a la xarxa de subministrament del sector de la salut.

Xarxa de subministrament biomèdica

La xarxa de subministrament sanitària és la principal font d'emissions de carboni, amb una contribució estimada entre el 35% i el 65% del total d'emissions de GEH del sector de la salut (Singh et al., 2022; Tennison et al., 2021). Inclou milers de béns i serveis adquirits, com ara productes farmacèutics, equipament mèdic i no mèdic, tèxtils, aliments i envasos. Les estratègies de reducció de la seva petjada ambiental es basen en la contractació verda, recolzada en fulls de ruta i guies. Aquestes han d'integrar clàusules relatives a la informació d'empremta de carboni/ACV, els principis d'economia circular i l'origen dels productes. A més a més, l'elecció d'opcions de compra baixes en carboni dins de les complexes xarxes de subministrament actuals requereix professionals amb coneixements especialitzats (Pichler et al., 2019).

L'alimentació als centres sanitaris representa al voltant del 7% del total d'emissions de GEH (Tennison et al., 2021), i es pot reduir mitjançant l'ús de productes de temporada, l'oferta d'opcions basades en aliments d'origen vegetal, i la minimització del malbaratament alimentari.

Els productes farmacèutics, per si sols, suposen entre el 20% i el 25% de les emissions totals del sector de la salut. Entre els principals factors que hi contribueixen s'inclouen la sobremedicació, el malbaratament de medicaments i la manca de més mesures preventives. Estudis realitzats al Regne Unit suggereixen que almenys un 10% de les prescripcions d'atenció primària són innecessàries (Sergeant et al., 2022), mentre que als Estats Units la xifra podria arribar al 29% en pacients de *Medicare* (Setoguchi et al., 2022).

Altres elements d'alt impacte en GEH són els inhaladors respiratoris, responsables d'aproximadament primàriament el 3% de les emissions totals del sector, amb un 80% de les emissions associades als propel·lents dels inhaladors de dosi mesurada pressuritzats (*pMDI*) (NHS England, 2021). El pas a formulacions amb menor intensitat de GEH o a inhaladors de pols seca (*DPI*) pot reduir les emissions entre un 42% i un 71% (Lakatos et al., 2023; Pernigotti et al., 2021).

Els gasos anestèsics (associats a l'Abast 1) també representen una part significativa de les emissions de l'empremta de carboni. El desflurà és un anestèsic inhalatori amb un potencial d'escalfament global (GWP) més de 2.500 vegades superior al del CO₂ en un horitzó de 100 anys, i aproximadament 13 vegades més elevat que el del sevoflurà, un altre gas anestèsic. Atès que no s'han demostrat beneficis clínics del desflurà respecte al sevoflurà, la seva substitució és plenament viable i ja hi ha hospitals i regions que n'han eliminat l'ús.

Generació de residus

La prevenció i la gestió de residus són aspectes crítics, especialment arran de l'increment d'articles mèdics d'un sol ús accelerat per la COVID-19 (Soares et al., 2023). L'OMS estima que el 85% dels residus hospitalaris són no perillosos i reciclables (OMS, 2017). Tanmateix, els quiròfans generen aproximadament el 30% del total de residus hospitalaris (Setoguchi et al., 2022), sovint provinents de material obert però no utilitzat o de residus reciclables mal classificats (Sergeant et al., 2022).

Transport

Les emissions vinculades als desplaçaments i al transport provenen de vehicles institucionals (Abast 1), serveis contractats, viatges professionals i de la mobilitat diària dels professionals i pacients als centres de salut (Abast 3). L'elecció del mitjà de transport per part del personal, dels pacients i dels visitants és un factor determinant d'aquesta empremta. En aquest àmbit, la telemedicina ofereix un potencial de mitigació significatiu.

Sistema de salut climàticament saludable: conclusions finals

La implementació de les estratègies identificades a la revisió requereix la implicació activa dels professionals, així com la seva formació i actualització de competències (Soares et al., 2023). Les unitats de sostenibilitat dins dels centres sanitaris, dotades de personal expert, haurien d'integrar-se en les estructures administratives i de governança per afavorir l'intercanvi d'informació i el canvi sistèmic en el conjunt del sistema de salut (Lakatos et al., 2023).

Tanmateix, assolir la descarbonització del sistema de salut exigeix no només intervencions específiques, sinó també una transició cap a nous paradigmes assistencials que prioritzin la promoció de la salut i redueixin la sobreutilització i la sobremedicació. S'estima que un 30% de l'empremta de carboni derivada de l'atenció clínica correspon a pràctiques de baix valor i un 10% a pràctiques perjudicials (Barratt et al., 2022). Això presenta oportunitats de reducció d'emissions mitjançant una millora de l'eficiència, la disminució de procediments innecessaris i la reducció de la sobremedicació (J. D. Sherman et al., 2023; Duindam, 2022).

Les intervencions de mitigació poden aportar co-beneficis en matèria de salut pública. Així, per exemple, els hospitals poden promoure una oferta alimentària saludable (Pichler et al., 2019) i fomentar la mobilitat activa entre pacients i professionals, reduint les emissions vinculades al transport alhora que es millora la salut física (Nieuwenhuijsen, 2020). Cal aprofundir en el desenvolupament d'intervencions amb múltiples beneficis per fer-les més convincts per als responsables polítics i decisors. Aquest enfocament dual, curar les persones i, al mateix temps, el planeta, posa de manifest la influència significativa que el sistema de salut pot exercir en la intersecció entre salut i canvi climàtic.

4. CO-CREACIÓ AMB ACTORS DEL SECTOR

La segona meitat del 2024 es va dur a terme una consulta amb els actors interessats pel projecte per co-crear escenaris de mitigació alineats amb les prioritats del sistema de salut a Catalunya. Aquest procés va comptar amb la participació de diversos professionals de la salut, que van avaluar un llistat de mesures de mitigació procedents de la revisió bibliogràfica d'acord amb la prioritat, el nivell d'implementació i la seva viabilitat econòmica, tècnica, política i d'acceptació social.

4.1 Identificació i implicació dels actors del sector

El primer pas va ser identificar i convidar actors clau del sistema de salut de Catalunya a participar en el projecte. Per facilitar la participació, es van establir col·laboracions amb l'ICS, ECODES, la Unió Catalana d'Hospitals i el Consorci de Salut i Social de Catalunya (CSC), aprofitant les seves xarxes per difondre el projecte entre els seus associats. En el marc d'aquest procés, es van signar nou memoràndums d'entesa per establir oficialment la col·laboració entre les institucions sanitàries i el projecte. La Taula 1 presenta la relació d'institucions sanitàries que van participar en aquest procés.

Taula 1. Institucions sanitàries participants en el projecte CATALYSE (actors implicats).

Tipus	Institució sanitària	Nº de centres i capacitat de llits	Rol de l'actor implicat (contacte principal)	MdE signat	Nº participants al taller de co-creació	Dades petjada de carboni
Públic	Institut Català de Salut (ICS)	· 9 Hospitals (4422 llits) · 1033 Centres d'atenció primària	Cap de Medi Ambient i Gestió Energètica	SI	6	SI
Consorci	Althaia, Xarxa Assistencial Universitària de Manresa	· 2 Hospitals (486 llits) · 1 Hospitals de llarga estada (60 llits) · 2 Centres d'atenció primària	Cap de l'Oficina Tècnica i de Gestió Energètica	SI	2	SI
Consorci	Xarxa Santa Tecla Sanitària, Social i Docent	· 2 Hospitals (306 llits) · 2 Hospitals de llarga estada (240 llits)	Cap de Millora Contínua i Sostenibilitat Ambiental	SI	1	SI
Consorci	Fundació Sanitària Mollet	· 1 Hospital (160 llits) · 1 Hospitals de llarga estada (109 llits)	Cap de Medi Ambient, Seguretat i Salut	SI	1	SI
Consorci	Hospital Clínic Barcelona	· 3 Hospitals (767 llits)	Cap de Projectes de Responsabilitat Social Corporativa	SI	3	SI
Consorci	Consorci Sanitari del Maresme (Hospital Mataró)	· 1 Hospital (336 llits) · 1 Hospitals de llarga estada (86 llits) · 3 Centres d'atenció primària	Tècnic/a de Medi Ambient	SI	1	SI
Consorci	Institut Guttmann	· 1 Hospital (152 llits)	Cap de l'Oficina Tècnica	SI	1	SI
Públic	Hospital Germans Trias i Pujol	· 1 Hospital (807 llits)	Cap de Medi Ambient	NA (ICS)	3	SI (ICS)
Públic	Hospital Universitari Vall d'Hebron	· 1 Hospital (1100 llits)	Director/a de Serveis Generals	NA (ICS)	1	SI (ICS)
Consorci	Hospital del Mar	· 1 Hospital (347 llits) · 1 Hospitals de llarga estada (202 llits)	Responsable de Bioseguretat Ambiental	SI	1	SI
Consorci	Consorci Sanitari Alt Penedès-Garraf	· 2 Hospitals (414 llits) · 1 Hospitals de llarga estada (104 llits)	Subdirector/a d'Infraestructures i Serveis Generals	NO	1	SI
Consorci	Consorci Hospitalari de Vic	· 1 Hospital (195 llits) · 1 Hospitals de llarga estada (189 llits)	Director/a de Serveis Generals	NO	1	SI

Consorci	Hospital de la Santa Creu i Sant Pau	· 1 Hospital (647 llits)	Cap de Neteja, Bugaderia i Gestió de Residus	NO	2	SI
Consorci	Grup MUTUAM	· 4 Hospitals de llarga estada (386 llits)	Cap de Finances i Serveis Corporatius	NO	1	NO
Públic	Salut Catalunya Central – Hospital de Berga	· 1 Hospital (80 llits)	Secretaria Tècnica	NO	1	NO
Públic	Institut d'assistència Sanitària	· 1 Hospital (285 llits) · 2 Hospitals de llarga estada (208 llits) · 1 Centre d'atenció primària	Director/a d'Infraestructures i Serveis Generals	NO	1	NO
Fundació	ECODES. Sanidad por el Clima	Fundació espanyola que promou la sostenibilitat en l'àmbit de la salut i gestiona l'eina ScopeCO2. Proveïdora de dades de: · 31 Hospitals (5472 llits) · 20 Hospitals de llarga estada (2191 llits) · 8 Centres d'atenció primària	Tècnic/a en matèria de Clima	SI	1	SI
Associació	Consorci Salut i Social	NA (Xarxa d'associats)	Tècnic/a de Sostenibilitat	NO	1	NA
Associació	La Unió	NA (Xarxa d'associats)	Cap de Finances	NO	1	NA

4.2 Enquesta

En primer lloc, es va distribuir una enquesta als actors que havien manifestat el seu interès a participar. La van respondre 16 institucions sanitàries que gestionen 26 hospitals, 13 hospitals de llarga estada i 1.033 centres d'atenció primària (Taula 1).

L'enquesta presentava un llistat d'accions de mitigació derivades de la revisió bibliogràfica i de les millors pràctiques identificades. En total, es van recollir 53 accions de mitigació, agrupades en vuit àrees temàtiques: gasos anestèsics (7 accions), farmàcia i inhaladors (8 accions), energia i infraestructures (9 accions), transport (7 accions), gestió de residus (6 accions), contractació i cadena de subministrament (4 accions), alimentació (5 accions) i ús de l'aigua (5 accions).

La selecció d'aquestes accions i categories es va basar no només en la seva rellevància, sinó també en el seu potencial de ser quantificades i posteriorment modelitzades en els escenaris de mitigació. Per aquest motiu, altres tipus d'accions facilitadores relacionades amb la governança, els incentius financers o la recerca van quedar excloses de l'enquesta.

L'enquesta es va estructurar seguint els seus dos objectius principals:

a) Mesurar els nivells d'implementació: els participants de l'enquesta van avaluar el nivell actual d'implementació (grau d'adopció) de les accions de mitigació proposades dins dels seus centres.

b) Prioritzar les accions de mitigació: els participants van ordenar les accions de mitigació proposades en funció de la importància percebuda, l'impacte i els seus valors personals.

Al final de l'enquesta, també es va sol·licitar als participants que prioritzessin les categories temàtiques i que afegissin comentaris de manera voluntària per recollir informació addicional.

4.3 Sessions de co-creació

Es van dur a terme dos tallers durant el quart trimestre de 2024. Amb el consentiment dels participants, ambdós tallers van ser gravats, fet que va permetre la transcripció i l'anàlisi posterior del contingut.

El primer taller es va centrar en l'avaluació qualitativa de la viabilitat de les mesures de mitigació proposades a l'enquesta anterior. Després d'una sessió plenària, els 30 participants es van dividir en quatre grups temàtics de treball en funció de les seves preferències i àrees d'expertesa:

1. Energia i Infraestructures + Transport
2. Gasos anestèsics + Farmàcia i inhaladors
3. Residus + Ús de l'aigua
4. Compres/subministrament + Alimentació

Cada grup va ser dinamitzat per un moderador/a de l'equip investigador, que va conduir les discussions per avaluar, amb un enfocament qualitatiu, la viabilitat econòmica, tècnica, política o legislativa i l'acceptabilitat social de cada acció de mitigació dins les dues categories temàtiques corresponents.

A més de l'anàlisi de viabilitat, es va demanar als participants que validessin els resultats de l'enquesta aportant informació addicional basada en la seva experiència als centres sanitaris. També es va promoure l'intercanvi de bones pràctiques relacionades amb les accions de mitigació proposades i la formulació de noves propostes d'acció.

Després de l'anàlisi de la primera sessió, es van identificar cinc nivells de viabilitat:

Nivell de viabilitat (qualitatiu)	
Altament viable i implementat	Nivell més alt de viabilitat. Accions que ja han estat implementades per la majoria de centres per estalvi econòmic, millora de l'eficiència energètica i operativa o beneficis per a la salut dels pacients.
Viable i en tendència	Accions que són generalment viables i la implementació és creixent entre els centres.
Viable amb limitacions d'acceptació	Accions que podrien implementar-se o que ja estan parcialment implementades, però que presenten barreres d'acceptació social per resistència al canvi dels professionals o pacients, manca de consciència ambiental i/o de protocols, o la manca de suport polític.
Viabilitat moderada	Accions que actualment es troben amb limitacions econòmiques, tècniques o pràctiques.
Baixa viabilitat	Accions considerades majoritàriament inviables en el context actual per raons jurídiques, tècniques o econòmiques. També recull les accions que els actors no van expressar com a prioritàries o d'interès significatiu.

Figura 3. Nivells de viabilitat segons l'avaluació qualitativa dels actors.

4.4 Resultats del procés de co-creació

Els resultats es van compartir amb tots els actors implicats i es van utilitzar per a la conceptualització dels escenaris de mitigació (Capítol 5).

A l'enquesta, els participants van ordenar per importància les categories després d'haver avaluat totes les accions de mitigació a les seccions prèvies. El rànquing resultant mostra que l'energia, els residus i el transport van emergir com les categories de màxima prioritat:

- #1 **Energia i infraestructures**
- #2 **Residus**
- #3 **Transport**
- #4 **Gasos anestèsics**
- #5 **Compres/subministrament**
- #6 **Ús de l'aigua**
- #7 **Farmàcia i inhaladors**
- #8 **Alimentació**

Figura 4. Priorització de les categories per nivell d'importància. Rànquing elaborat pels participants de l'enquesta.

L'energia es manté de manera consistent en la primera posició a causa del seu impacte significatiu en l'empremta de carboni (Abasts 1 i 2) i de l'alta viabilitat de les accions de mitigació, fet que la converteix en la principal àrea d'intervenció. Els residus constitueixen una altra categoria de gran rellevància en aquest sector, atesa la magnitud dels volums generats i les oportunitats substancials de millora. Cal destacar que la categoria de farmàcia i inhaladors va rebre una prioritat sorprenentment baixa, malgrat la seva contribució notable a l'empremta de carboni, que se situa al voltant del 25%. Aquest resultat pot atribuir-se a la percepció d'una manca de mesures aplicables dins la indústria farmacèutica.

Les Taules 2–9 presenten els resultats combinats de l'enquesta i de les sessions de co-creació per a cadascuna de les categories temàtiques d'accions de mitigació. Les accions s'ordenen segons els resultats de l'enquesta (rànquing de prioritat), amb els percentatges que indiquen el nivell actual d'implementació: (✓) ja implementada, (≈) previst implementar en els pròxims 3–5 anys (implementació a curt termini), i (X) implementació no prevista. Les taules mostren també l'avaluació qualitativa de la viabilitat de cada acció, tal com es va debatre durant les sessions.

Taula 2. Resultats de la categoria d'Energia i Infraestructures.

Energia i Infraestructures		Nivell d'implementació			Nivell de viabilitat
Accions de mitigació - Prioritzades		✓	≈	X	
#1	Implementació de sistemes de regulació i control avançats (Building Management Systems), gestió d'energia dedicats, auditories...	63.6%	36.4%	0%	Altament viable i implementat
#2	Instal·lació de fonts d'energia renovables fora de la xarxa: plaques fotovoltaïques i solars tèrmiques.	45.5%	54.5%	0%	Viable i en tendència
#3	Contractació de subministrament elèctric 100% de fonts renovables.	63.6%	27.3%	9.1%	Viable i en tendència
#4	Actualització de la il·luminació existent per a una millor eficiència energètica: il·luminació LED, sensors de presència, etc.	83.3%	16.7%	0%	Altament viable i implementat
#5	Promoció d'hàbits d'estalvi energètic entre el personal.	33.3%	66.7%	0%	Viable amb limitacions d'acceptació
#6	Renovació d'equips antics per a solucions de refrigeració i calefacció intel·ligents i més eficients energèticament: sistemes electrificats, geotèrmia, cogeneració, etc.	50%	41.7%	8.3%	Altament viable i implementat

#7	Disseny i construcció: Adopció de criteris de construcció SMART i sostenible, i tècniques de disseny passiu.	33.3%	50%	16.7%	Viable i en tendència
#8	Millora de l'aïllament tèrmic dels centres per a la reducció del consum energètic.	33.3%	58.3%	8.3%	Viable i en tendència
#9	Negociació de productes d'energia renovable adaptats als sistemes de salut.	30%	60%	10%	Viable i en tendència

L'energia i l'àrea d'infraestructura van emergir com la categoria més avançada pel que fa a implementació, priorització i viabilitat, sense que cap acció fos assenyalada com a "no prevista". Els actors van atribuir aquest progrés principalment a factors com l'estalvi econòmic i les millores d'eficiència energètica, més que no pas a objectius directes de reducció de la petjada de carboni. Segons els actors, tot i que existeix suport per part del govern català per al desenvolupament d'edificis sanitaris sostenibles, la manca de pressupostos específics fa que les mesures de sostenibilitat no estiguin directament incentivades.

Les renovacions d'equipament, com ara els sistemes de calefacció i refrigeració, acostumen a dur-se a terme durant les renovacions rutinàries, cosa que comporta una major eficiència energètica i genera oportunitats per a la implementació de sistemes de monitoratge. La instal·lació de panells solars i la millora de l'aïllament tèrmic es consideren, en general, accions viables, si bé en alguns casos poden estar limitades per condicionants d'infraestructura o per la protecció patrimonial. Les campanyes de sensibilització per a l'estalvi energètic van ser valorades com a viables, però van generar opinions divergents sobre la seva eficàcia, amb crides a repensar-ne els missatges i els formats de difusió.

Taula 3. Resultats de la categoria de Residus.

Generació i gestió de residus		Nivell d'implementació			Nivell de viabilitat
Accions de mitigació - Prioritzades		✓	≈	✗	
#1	Contractació d'empreses especialitzades amb el tractament més sostenible possible (reutilització, reciclatge, valorització, etc.).	66.7%	16.7%	16.7%	Viable amb limitacions d'acceptació
#2	Establiment de comissions de 'residu zero' amb pressupostos específics, objectius i capacitat de formació i sensibilització per a la resta de professionals.	33.3%	41.7%	25%	Viable i en tendència
#3	Fer una anàlisi dels residus que provenen dels processos quirúrgics, diagnòstics i assistencials per millorar les pràctiques de reducció, segregació i etiquetatge dels residus.	41.7%	50%	8.3%	Viable amb limitacions d'acceptació
#4	Reformulació dels kits quirúrgics amb criteris d'ecodisseny per reduir articles innecessaris i evitar el malbaratament de recursos.	18.2%	27.3%	54.5%	Baixa viabilitat
#5	Creació de canals de reutilització i reciclatge (nous filaments) dels tèxtils, aprofitant la nova creació de l'SCRAP tèxtil (Re-viste) o d'altres agents de la indústria del reciclatge tèxtil (Moda-Re, Recover, Coleo, etc.).	18.2%	27.3%	54.5%	Viable amb limitacions d'acceptació
#6	Esterilització 'in situ' dels residus del grup III amb sistemes adaptables d'autoclau (ex. STERIALE) per convertir-los en residus assimilables a urbans.	0%	18.2%	81.8%	Baixa viabilitat

Els debats dels actors van posar de manifest una certa confusió entre la gestió de residus legalment obligatòria i el seu reciclatge o valorització directa i efectiva, la qual cosa explica que la contractació de gestors de residus certificats per garantir el tractament més sostenible sigui l'acció més implementada i prioritzada. Tot i que es garanteix el compliment normatiu, els actors van reclamar una major traçabilitat i orientació per part dels gestors de residus, especialment en el context de l'elaboració d'una nova llei de residus sanitaris que podria afavorir la reutilització.

Els esforços actuals se centren a reduir els residus dels grups III i IV (residus infecciosos i perillosos), que des de la COVID-19 sovint han inclòs materials que podrien classificar-se en categories de risc inferior. Els comitès de gestió de residus i medi ambient aborden aquesta qüestió mitjançant la formació del personal i la millora de les pràctiques de segregació, especialment en àrees quirúrgiques, com a novetat.

És necessària una millor coordinació entre els equips de compres i els equips de residus per prevenir-ne la generació en origen i possibilitar la reutilització o tractaments de residus més sostenibles. S'han identificat oportunitats específiques en la reformulació dels kits quirúrgics i en el reciclatge tèxtil.

Taula 4. Resultats de la categoria de Transport.

Transport		Nivell d'implementació			Nivell de factibilitat
Accions de mitigació - Prioritzades		✓	≈	✗	
#1	Fomentar la telemedicina, l'intercanvi digital d'informació i l'optimització dels processos de diagnòstic per reduir desplaçaments innecessaris de pacients.	41.7%	41.7%	16.7%	Altament viable i implementat
#2	Afavorir el transport actiu i el transport públic per als desplaçaments del personal i dels visitants, col·laborant amb les autoritats locals en el desenvolupament de plans de mobilitat i la planificació urbana.	45.5%	36.4%	18.2%	Viable i en tendència
#3	Donar suport al teletreball per al personal administratiu i de recerca.	16.7%	41.7%	41.7%	Baixa viabilitat
#4	Canvi o adquisició de flotes de baixes emissions, com ara modes de transport elèctrics i híbrids.	66.7%	25%	8.3%	Viable i en tendència
#5	Habilitar aparcaments per a bicicletes, així com dutxes, per promoure l'ús de la bicicleta entre els empleats i visitants.	50%	25%	25%	Viabilitat moderada
#6	Donar suport a l'electrificació dels vehicles del personal i visitants amb la instal·lació d'infraestructura de recàrrega de vehicles elèctrics.	25%	33.3%	41.7%	Baixa viabilitat
#7	Fer ús de mètodes alternatius de lliurament de subministraments mèdics, com ara missatgers en bicicleta, drons i rutes optimitzades amb vehicles elèctrics.	0%	25%	75%	Baixa viabilitat

La telemedicina i les eines digitals van ser les mesures més prioritzades i àmpliament implementades, atès que redueixen els desplaçaments dels pacients i faciliten la col·laboració professional, una tendència accelerada arran de la COVID-19. Les opinions sobre el teletreball són diverses, amb una aplicació limitada principalment a rols administratius o de recerca, i poc fomentada en les institucions públiques, a diferència d'alguns centres privats.

La transició cap a flotes de vehicles híbrids i elèctrics ja està força estesa, impulsada en part per restriccions normatives a la ciutat de Barcelona, i sovint incorpora requisits per als proveïdors. Tanmateix, la infraestructura de recàrrega es prioritza per a les flotes institucionals més que no pas per a l'ús dels pacients. Els esforços per promoure el transport actiu depenen de la ubicació i de les limitacions d'infraestructura. Alguns centres han desenvolupat plans de mobilitat sostenible per implicar les autoritats públiques, mentre que les instal·lacions per a bicicletes continuen sent limitades a causa de qüestions de seguretat, espai i trànsit.

Taula 5. Resultats de la categoria de gasos anestèsics.

Gasos anestèsics		Nivell d'implementació			Nivell de viabilitat
Accions de mitigació - Prioritzades		✓	≈	✗	
#1	Adopció de tècniques de baix flux durant la inducció i el manteniment de l'anestèsia, que permetin reduir la quantitat d'ús dels gasos anestèsics.	54.5%	27.3%	18.2%	Viàble i en tendència
#2	Limitació de l'ús de gasos amb un alt potencial d'escalfament global; eliminació gradual del desflurà en favor d'alternatives amb menor impacte de petjada de carboni, com el sevoflurà.	41.7%	41.7%	16.7%	Viàble amb limitacions d'acceptació
#3	Eliminació gradual de l'òxid nítrós canalitzat per evitar fuites de gas i substitució per cartutxos individuals.	58.3%	8.3%	33.3%	Altament viàble i implementat
#4	Quan sigui clínicament viable, priorització de l'anestèsia total intravenosa (amb propofol i/o altres components) com alternativa als agents inhalats.	30%	40%	30%	Viàble amb limitacions d'acceptació
#5	Desplegament de sistemes de captació de gasos anestèsics a cada sala d'operacions (p. ex., CONTRAfluran™ per als gasos anestèsics HFC, unitat mòbil de Medclair per a l'òxid nítrós a les sales de part, mascareta doble per a l'ús d'òxid nítrós, etc.).	8.3%	58.3%	33.3%	Viabilitat moderada
#6	Quan sigui clínicament viable, prioritzar l'ús de l'anestèsia regional per sobre de l'anestèsia intravenosa total.	40%	30%	30%	Viàble amb limitacions d'acceptació
#7	Reducció de les quantitats residuals d'òxid nítrós en els cilindres retornats als proveïdors i fer pressió perquè busquin solucions per evitar la ventilació (<i>venting</i>).	22.2%	44.4%	33.3%	Viàble amb limitacions d'acceptació

Els actors van reconèixer l'impacte significatiu dels gasos anestèsics, tot i que cap dels participants era anestesiològ, fet que podria haver introduït un cert biaix. La majoria de les accions es van considerar viàbles, però amb un grau limitat d'acceptació social dins de la professió, malgrat la creixent sensibilització i el lideratge d'alguns professionals pioners.

Les prioritats es van reordenar, i la gestió de l'òxid nítrós va passar de la primera a la tercera posició a causa del seu ús limitat, amb l'èmfasi posat en la seva eliminació completa tant per motius mèdics com ambientals. Les tècniques de flux baix van ascendir a la primera posició com a bona pràctica emergent, factible i amb beneficis ambientals clars, mentre que la restricció dels gasos d'alt GWP, com el desflurà, es va situar en segon lloc, amb el suport del Reglament europeu 2024/573 que en prohibirà l'ús a partir de 2026, excepte quan sigui mèdicament necessari.

Els actors van assenyalar que el canvi d'anestèsics depèn, en última instància, dels anestesiològs, cosa que en condiciona l'acceptació. Es va destacar que evitar l'alliberament d'òxid nítrós és factible mitjançant la incorporació de clàusules verdes en la contractació. Els sistemes de captura o destrucció de gasos es van considerar de viabilitat moderada a causa de limitacions normatives, logístiques i tècniques, tot i que innovacions futures podrien millorar-ne la compatibilitat i permetre'n una adopció més àmplia.

Taula 6. Resultats de la categoria de compres i subministrament.

Compres / Subministrament		Nivell d'implementació			Nivell de viabilitat
Accions de mitigació - Prioritzades		✓	≈	✗	
#1	Incorporació de clàusules verdes en els contractes amb proveïdors per aconseguir que incloguin informació sobre el compromís de zero emissions netes, les declaracions d'impacte de carboni i certificacions ambientals.	41.7%	25%	33.3%	Viable amb limitacions d'acceptació
#2	Promoció de productes amb criteris d'ecodisseny en les decisions de compra (p. ex. evitar plàstics d'un sol ús, embalatges mínims, productes reutilitzables, reparables i reciclables, i energèticament eficients).	50%	33.3%	16.7%	Viable amb limitacions d'acceptació
#3	Desenvolupament d'una visió coordinada a les xarxes hospitalàries per a la contractació i compra amb criteris de sostenibilitat ambiental i social.	41.7%	50%	8.3%	Viable amb limitacions d'acceptació
#4	Col·laboració amb la indústria i grans proveïdors per identificar solucions innovadores i d'ecodisseny per a la reducció de les emissions en el subministrament de productes.	Nova			Viable amb limitacions d'acceptació
#5	Fer responsables els fabricants/distribuïdors del refill i la reparació dels seus productes, així com del les despeses de transport i/o reciclatge a través de la responsabilitat ampliada del productor (RAP).	16.7%	50%	33.3%	Viabilitat moderada

Els actors no van coincidir amb l'ordre de prioritats establert a l'enquesta i van situar l'ecodisseny de la tercera a la segona posició, per davant del desenvolupament d'una visió coordinada. La majoria de les accions de compra van ser considerades viables, però amb una baixa acceptació per part dels professionals i dels proveïdors, motivada per la resistència al canvi i per una consciència o formació ambiental limitada. Tot i que el Govern català exigeix que el 50% dels contractes públics incorporin clàusules ambientals, els actors van assenyalar que la seva aplicació sovint depèn de la iniciativa individual més que no pas d'un compliment generalitzat. Van remarcar la necessitat de disposar de guies clares sobre la prioritització de contractes i productes amb un major potencial de reducció de carboni, d'un seguiment més estricte de la implementació de les clàusules i d'una formació més àmplia en matèria d'ecodisseny i reutilització.

Pel que fa a la visió coordinada, van subratllar la importància d'alinejar els equips de compres per aprofitar la capacitat d'influència de les grans institucions, tot reconeixent alhora la resistència dels proveïdors i la manca d'un lideratge ferm en el sector. També van proposar afegir la col·laboració amb la indústria com a nova acció, destacant que les exempcions de seguretat del sector de la salut converteixen les clàusules verdes en l'eina principal per impulsar la sostenibilitat dels proveïdors.

Taula 7. Resultats de la categoria d'Ús de l'aigua.

Ús de l'aigua		Nivell d'implementació			Nivell de viabilitat
Accions de mitigació - Prioritzades		✓	≈	✗	
#1	Implementació de mesures de conservació de l'aigua, com ara limitadors de flux, comprovacions de fuites, i control i seguiment de consums.	76.9%	23.1%	0%	Altament viable i implementat
#2	Sensibilització a professionals i pacients per a l'estalvi de l'aigua.	Nova			Viable i en tendència
#3	Millores en l'eficiència dels processos i maquinària de neteja i bugaderia per a l'estalvi d'aigua.	41.7%	33.3%	25%	Altament viable i implementat
#4	Aplicació de millores als circuits d'esterilització i en el tractament de les aigües de la diàlisi per a l'estalvi d'aigua.	16.7%	25%	58.3%	Baixa viabilitat
#5	Tractament d'aigües grises per a usos no potables.	8.3%	16.7%	75%	Baixa viabilitat
#6	Aprofitament de les aigües pluvials.	16.7%	16.7%	66.7%	Viabilitat moderada

En la categoria d'ús de l'aigua, les accions més prioritzades i implementades se centren en la conservació, sovint impulsades per l'estalvi econòmic, com ara la renovació d'equipaments de bugaderia i rentat amb més eficiència. Els actors van proposar incorporar campanyes de sensibilització adreçades a professionals i pacients, destacant la reducció observada en el consum i l'augment de la preocupació social durant la sequera de 2023-2024 viscuda a Catalunya.

La recollida d'aigua de pluja per a la seva reutilització es va relegar a la darrera posició de prioritat, a causa de la baixa pluviometria de la regió. Les millores en els processos de diàlisi i en el tractament d'aigua in situ per a la reutilització no potable es veuen limitades per les infraestructures existents i, en general, només es consideren viables en edificacions de nova construcció. Els actors també van remarcar la importància d'incloure clàusules verdes en la contractació d'equipament de diàlisi i d'esterilització.

Taula 8. Resultats de la categoria de farmàcia i inhaladors.

Farmàcia i Inhaladors		Nivell d'implementació			Nivell de viabilitat
Accions de mitigació - Prioritzades		✓	≈	✗	
#1	Afrontar la sobreprescripció mitjançant la formació dels professionals de la salut i l'educació dels pacients	60%	20%	20%	Viàble amb limitacions d'acceptació
#2	Educar els pacients sobre l'impacte ambiental dels inhaladors i el seu ús adequat.	22.2%	55.6%	22.2%	Viàble amb limitacions d'acceptació
#3	Canvi en la prescripció i l'ús d'inhaladors de dosi mesurada (MDI) a inhaladors de pols seca (DPI) o inhaladors de boira suau (SMI).	11.1%	66.7%	22.2%	Viàble amb limitacions d'acceptació
#4	Prioritzar la prescripció i l'ús d'MDI amb menor intensitat de carboni; substituir els inhaladors amb HFA227 (p. ex., Flutiform o Symbicort) per formulacions amb HFA134a o equivalents clínics de salbutamol.	33.3%	33.3%	33.3%	Viàble amb limitacions d'acceptació
#5	Quan sigui clínicament apropiat, ús del broncodilatador de gran volum (p. ex., Ventolin Evohaler) per petit volum (p. ex., Salamol).	11.1%	55.6%	33.3%	Viàble amb limitacions d'acceptació
#6	Promoció de productes farmacèutics de baix carboni tenint en compte els seus impactes ambientals.	30%	30%	40%	Viabilitat moderada
#7	Centralització de les compres de productes farmacèutics, cosa que pot facilitar les devolucions de medicaments no utilitzats.	40%	10%	50%	Viabilitat moderada
#8	Medicació en unidosi, que els pacients rebin exactament la medicació prescrita ajustada al tractament.	Nova			Baixa viabilitat
#9	Fer més eficient la logística per al lliurament dels medicaments als centres.	Nova			Viabilitat moderada
#10	Sensibilització dels pacients per a la correcta disposició de residus farmacèutics (incloent inhaladors) i productes expirats (ex. Punt SIGRE).	45.5%	27.3%	27.3%	Viàble amb limitacions d'acceptació

La majoria d'accions d'aquesta categoria es van considerar viables, però amb un grau limitat d'acceptació, principalment per la necessitat de formació tant dels professionals mèdics com dels pacients, així com per la manca de protocols oficials que integrin criteris ambientals en la pràctica de la prescripció. Això s'aplica tant als inhaladors com a altres fàrmacs, sempre garantint els criteris clínics i la seguretat del pacient.

La formació és especialment rellevant per abordar la sobremedicació, identificada com una prioritat clau per les seves implicacions ambientals, de salut pública i econòmiques. Els actors van destacar la necessitat de dotar els metges d'habilitats comunicatives per explicar quan els medicaments no són necessaris i per desincentivar l'autodiagnosi i l'automedicació.

També van remarcar la importància d'educar els pacients sobre l'ús correcte dels inhaladors de dosi mesurada pressuritzats i sobre la gestió adequada dels medicaments caducats o utilitzats a través del sistema SIGRE. Tanmateix, aquesta darrera acció va ser situada en l'últim lloc de prioritat, a causa de l'existència consolidada d'aquest sistema.

Pel que fa a la centralització de les compres farmacèutiques, els actors van advertir que podria comportar sobreestocs i un increment de productes caducats. Per aquest motiu, van reclamar controls estrictes sobre les quantitats, els tipus i els proveïdors, així com la inclusió de clàusules ambientals per reduir els residus vinculats als formats d'envasos. També van subratllar que les mides dels envasos, com ara els vials de vidre i les quantitats per lot, haurien d'optimitzar-se per minimitzar els residus.

Una nova acció proposada va ser la introducció de medicaments en unidosi per ajustar-se de manera precisa a les necessitats dels pacients i reduir el malbaratament. No obstant això, aquesta opció no es va prioritzar i es considera actualment inviable en l'àmbit de l'atenció ambulatoria, atesa l'envergadura del canvi sistèmic necessari. El suport polític seria essencial per a la seva implementació a l'Estat espanyol.

Taula 9. Resultats de la categoria d'alimentació

Alimentació		Nivell d'implementació			Nivell de viabilitat
Accions de mitigació - Prioritzades		✓	≈	✗	
#1	Disseny de menús saludables, basats en vegetals locals i de temporada.	83.3%	8%	8%	Viable i en tendència
#2	Evitar el malbaratament alimentari fent un ús segur de les sobres per a noves dietes, donacions a ONGs i compost.	36.4%	27.3%	36.4%	Viabilitat moderada
#3	Eliminació d'elements de càtering d'un sol ús: ampolles, coberteria, tasses/gots, carmanyoles, etc.	83.3%	8%	8%	Viable i en tendència
#4	Optimització de la refrigeració per a la reducció del consum d'energia i el malbaratament d'aliments.	63.6%	27.3%	9.1%	Altament viable i implementat

En la categoria d'alimentació, l'acció més prioritzada i considerada més viable va ser el disseny de menús saludables basats en ingredients estacionals, locals i d'origen vegetal. Tot i això, els actors van assenyalar la necessitat de més formació per vincular les dietes saludables amb la sostenibilitat ambiental i d'una major implicació dels pacients. Es van expressar preocupacions sobre l'abastiment de productes hortícoles locals a causa de la limitada capacitat de producció, especialment en entorns urbans.

Pel que fa a la donació d'excedents alimentaris, les opinions van ser diverses: els actors van mostrar preferència per prioritzar millors pràctiques de compra i d'eficiència per evitar excedents, reservant la donació per a casos inevitables, com ara altes hospitalàries imprevistes. Aquesta acció es va considerar de viabilitat moderada a causa de limitacions logístiques, normatives i econòmiques.

L'eliminació d'articles d'un sol ús en el servei de càtering és una de les mesures més àmpliament implementades, juntament amb el disseny de menús saludables, principalment perquè la normativa del sector públic ja prohibeix aquest tipus de productes d'un sol ús. També s'ha establert un sistema de retorn per a la reutilització d'envasos alimentaris en la sanitat pública i en alguns centres privats. En canvi, la renovació dels equips de refrigeració es va situar en l'últim lloc de prioritat, ja que s'assumeix que les millores d'eficiència es produeixen de manera natural en el moment de la seva substitució.

5. ESCENARIS DE MITIGACIÓ DE GEH AL SISTEMA DE SALUT DE CATALUNYA

5.1 Metodologia

5.1.1 Metodologia de càlcul de la petjada de carboni

En aquesta anàlisi, la petjada de carboni del sistema de salut de Catalunya s'ha estimat mitjançant un enfocament híbrid. El mètode combina una avaluació *bottom-up* basada en dades d'activitat recollides directament dels centres sanitaris, amb factors d'emissió basats en la despesa econòmica per a determinats grups de productes (consumibles, equipament i fàrmacs). Tot i que els factors d'emissió basats en la despesa poden introduir un grau més elevat d'incertesa, aquest enfocament híbrid s'ajusta a l'estàndard *GHG Protocol Corporate Standard* i permet incloure una part substancial de la cadena de subministrament sanitària, que sovint queda infrarepresentada en les avaluacions de tipus *bottom-up* (WBCSD & WRI, 2004).

Límits del sistema

El límit geogràfic de l'estudi és Catalunya (Espanya), i el límit temporal comprèn els anys naturals 2022 i 2023. Els anys d'anàlisi s'han seleccionat amb l'objectiu de minimitzar l'impacte de la pandèmia de la COVID-19 sobre els resultats. A més, com que la recollida de dades es va iniciar el 2024, aquests anys proporcionen la informació més recent disponible.

S'han inclòs els hospitals, els hospitals de llarga i mitjana estada i l'atenció primària que figuren al registre oficial del sistema sanitari establert pel Ministeri de Sanitat d'Espanya (Ministerio de Sanidad, 2023). Centrant-se en els tres tipus de centres sanitaris inclosos, que també inclouen l'ús de productes farmacèutics tant als hospitals com els prescrits a l'atenció primària, l'estudi aborda els segments amb major intensitat de carboni del sistema de salut.

Taula 10. Tipus de centres sanitaris inclosos a l'estudi.

Sistema de salut de Catalunya (públic, concertat i privat). Anys 2022 i 2023	
✓ Serveis assistencials inclosos a l'estudi	✗ Serveis assistencials exclosos de l'estudi
Hospitals: 112 hospitals - Hospitals d'aguts - Hospitals d'alta tecnologia - Hospitals comarcals i comarcals aïllats - Hospitals d'alta resolució - Hospitals de referència - Hospitals monogràfics - Hospitals especialitzats Hospitals de mitjana i llarga estada: 73 hospitals - Centres sociosanitaris - Residències - Hospital d'atenció intermèdia Atenció primària: ≈ 1.200 centres - CAPs - CUAPs - Unitats d'atenció primària - Consultoris locals	Serveis que estan ubicats fora dels hospitals i centres d'atenció primària: - Centres de salut mental i de toxicomanies - Centres polivalents i atenció intermèdia - Clíriques ambulatories - Centres dentals i de diagnòstic - Centres de rehabilitació - Laboratoris - Serveis privats i altres centres especialitzats - Centres penitenciaris - Centres de Reproducció Humana Assistida - Farmàcies - Oficines de l'administració pública

Els serveis assistencials exclosos ho són a causa de la manca de dades suficients, de la predominança d'entitats del sector privat, que dificulta la recollida d'informació per la seva fragmentació, i de la seva representativitat limitada dins del conjunt del sistema de salut.

Abast i factors d'emissió

Les fonts d'emissió incloses s'han classificat seguint l'estàndard GHG Protocol. Els Abasts 1 i 2 s'han incorporat íntegrament. Pel que fa a l'Abast 3, l'estudi ha considerat les emissions associades al transport (incloent el transport diari de treballadors i pacients), al tractament de residus, al consum d'aigua, a l'ús d'inhaladors i als àpats servits a pacients hospitalitzats. Totes aquestes categories s'han quantificat mitjançant un enfocament *bottom-up* basat en dades d'activitat.

A més, a l'Abast 3 s'han inclòs altres emissions indirectes derivades de la xarxa de subministrament sanitària mitjançant un enfocament *top-down* basat en dades de despesa econòmica. Aquestes emissions corresponen a productes farmacèutics, equipament mèdic (electromecànic), equipament informàtic i instruments i consumibles mèdics. Les intensitats d'emissió aplicades a aquests quatre grups de productes provenen de factors d'emissió basats en la despesa, obtinguts a partir dels resultats del model EXIOBASE v3.8.2 per a productes de l'any 2019. Posteriorment, aquestes intensitats s'han ajustat als valors corresponents al període 2022–2023 utilitzant l'Índex de Preus al Consum (IPC) d'Espanya (Keil, 2023).

Taula 11. Abast de la petjada de carboni i fonts dels factors d'emissió

ABAST	METOD.	CATEGORIA D'EMISSIÓ	UNITAT	FONT DEL FACTOR D'EMISSIÓ
1	<i>Bottom-up</i>	<u>Combustió de fonts fixes</u> : consum de gas natural, gasoil i dièsel	kWh (natural gas) L (gasoil, dièsel)	Oficina Catalana del Canvi Climàtic (OCCC), 2024
		<u>Gasos anestèsics</u> : òxid nitrós, sevoflurà, desflurà i isoflurà	kg	Oficina Española de Cambio Climático (OECC), 2024
		Gasos d'extinció d'incendis	kg	OECC, (2024)
		Gasos refrigerants	kg	OECC, (2024)
		Flota pròpia (desplaçaments anuals)	km (distància)	OECC, (2024)
2	<i>Bottom-up</i>	Consum d'electricitat adquirida (renovable i no renovable)	kWh	OCCC, (2024)
		Autoproducció d'energia renovable	kWh	OCCC, (2024)
		Refrigeració, calefacció i vapor procedents d'altres fonts	kWh	DistricClima, (2024)
3	<i>Top-down</i>	<u>Compra de béns i serveis</u> : · productes farmacèutics, · equipament mèdic (electromedicina), · equipament electrònic (TIC), i · instruments i consumibles mèdics.	€	Keil, M. (2023) from EXIOBASE v3.8.2. Conversió als anys 2022 i 2023 basada en l'Índex de Preus al Consum (IPC) d'Espanya (relatiu a 2019 = 1) (World Bank, 2024)
	<i>Bottom-up</i>	<u>Consum d'inhaladors</u> : pMDI (salbutamol, altres pMDI), SMI i DPI	uds.	Wilkinson AJK et al., (2019)
		Consum d'aigua i aigua de reg	m³	OCCC, (2024)
		<u>Generació i tractament de residus</u> : matèria orgànica, cartró/paper, envasos de plàstic, residus urbans mixtos, residus sanitaris perillosos,	Tn	OCCC (2024) per a: matèria orgànica, cartró/paper, envasos de plàstic, residus urbans mixtos, absorbents contaminats, residus

		absorbents contaminats, residus citostàtics/citotòxics, residus industrials, tèxtils, raigs X, fusta/mobles, runa, ferralla, vidre, RAEE i fluorescents, bateries, tòners i aerosols.		citostàtics/citotòxics, residus industrials, fusta/mobles, ferralla, vidre i aerosols. <u>Ecoinvent Association (2024)</u> per a: raigs X i tòners. <u>DEFRA (2024)</u> per a: runa, RAEE i fluorescents, bateries, tèxtils i olis i greixos de cuina.
		Transport adquirit i de lloguer	km	OECC, (2024)
		Viatges per motius professionals	km	OECC, (2024)
		Desplaçaments diaris del personal	km	OCCC, (2024)
		Desplaçaments dels pacients als centres	km	OCCC, (2024)
		Àpats administrats a pacients (alimentació)	kg	AGRIBALYSE®, (2023)

Fonts i tractament de les dades

Per elaborar una mostra estadísticament representativa del sistema de salut de Catalunya, es va desenvolupar un inventari de dades a partir de la recopilació directa dels principals actors del sistema. Es va establir col·laboració amb organitzacions sanitàries tant públiques com privades. Es van prioritzar les fonts primàries (dades originals), obtingudes directament d'aquests actors.

Les fonts secundàries van incloure la base de dades d'ECODES (eina ScopeCO2), així com dades estadístiques sobre la despesa sanitària i el consum farmacèutic procedents de les bases de dades oficials de la Generalitat de Catalunya. Addicionalment, es van consultar les declaracions dels sistemes de gestió i auditoria ambientals (EMAS) i els informes anuals de les institucions sanitàries.

Les fonts primàries i secundàries van conformar conjuntament la mostra, que inclou hospitals generals i especialitzats: 53 dels 112 hospitals, que representen un 68% del total de llits hospitalaris. També es van considerar els hospitals de mitjana i llarga estada o centres sociosanitaris, amb 24 dels 73 equipaments, equivalents al 35% dels llits.

Pel que fa a l'atenció primària, la mostra va incloure el 89% de tots els centres, tots ells gestionats per l'Institut Català de la Salut (ICS). Per facilitar l'anàlisi, els centres d'atenció primària (més de 1.000) es van agrupar segons les nou regions sanitàries establertes pel Departament de Salut de la Generalitat de Catalunya. Les categories d'emissió considerades per l'atenció primària, i per tant el tipus de dades recollides, són les mateixes que per hospitals i hospitals de mitjana i llarga estada, excloent-hi gasos anestèsics (Abast 1) i àpats a pacients (Abast 3), que no apliquen en aquest cas per les característiques de les activitats que se desenvolupen en aquests centres.

Per als hospitals i centres d'atenció primària dels quals no es disposava de dades, es van estimar i escalar els valors utilitzant la informació existent de centres de dimensions similars. En el cas dels hospitals, el nombre de llits va actuar com a factor d'escalat, i aquests es van classificar en quatre grups: fins a 99 llits, de 100 a 199, de 200 a 499 i més de 500 llits.

Per evitar l'efecte dels valors extrems, es va calcular la mediana de la petjada de carboni per rang de llits i posteriorment es va multiplicar pel nombre de llits dels hospitals restants dins de cada grup i per a cada categoria d'emissió. De manera similar, es va estimar la mediana de la petjada de carboni dels centres d'atenció primària, emprant en aquest cas el nombre de visites de pacients com a factor d'escalat. Aquest procediment es va aplicar de manera independent a cadascuna de les categories d'emissió considerades en l'estudi.

Estimacions i limitacions

En els casos en què no es van poder obtenir dades primàries ni secundàries per a determinades categories d'emissió, les mancances es van cobrir emprant les dades de centres similars segons la seva dimensió i extrapolant-les mitjançant el nombre de llits. Aquestes mancances es van donar principalment en l'ús d'inhaladors, en l'ús de gasos anestèsics i en les despeses monetàries d'alguns hospitals privats.

Les mancances de dades sobre els desplaçaments diaris del personal es van resoldre mitjançant l'estimació d'un *proxy*, utilitzant els modes de transport i les distàncies mitjanes de les enquestes oficials de mobilitat quotidiana de Catalunya, assumint que el personal es desplaça fins al centre i en torna cinc dies a la setmana durant un any (Institut Metròpoli i ATM, 2024). De manera anàloga, per als desplaçaments dels pacients es va emprar la mateixa enquesta, tenint en compte el nombre de visites anuals a cada hospital i als centres d'atenció primària.

Per estimar les emissions associades als àpats servits als pacients hospitalitzats, es va desenvolupar un *proxy* basat en un àpat diari basal estàndard, definit en consulta amb els hospitals. Aquest àpat es va multiplicar pel nombre d'hospitalitzacions per centre i per l'estada mitjana hospitalària, obtenint així una estimació, en quilograms, dels diferents productes alimentaris subministrats als pacients en un any.

Tot i que les categories d'emissió incloses en aquest estudi segueixen els criteris obligatoris de les noves guies de l'OMS en matèria de mesurament d'emissions GHG en sistemes de salut (OMS, 2025b), la categoria d'emissió de béns i serveis adquirits (Abast 3) es va restringir parcialment a quatre grups de productes mèdics: productes farmacèutics, equipament mèdic (electromecànic), equipament informàtic i instruments i consumibles mèdics. Aquesta restricció respon a les dificultats per obtenir dades d'entrada fiables i a la manca de factors d'emissió oficials basats en la despesa per altres tipus de productes de la xarxa de subministrament sanitària. La selecció d'aquest quatre grups de productes s'ha basat en els criteris de rellevància per al desenvolupament de polítiques i en la disponibilitat de dades, d'acord amb el GHG Protocol Standard (WBCSD & WRI, 2004).

Aquesta limitació d'abast de la xarxa de subministrament fa que els resultats per aquesta categoria donin una imatge incompleta o parcial de l'impacte total dels productes i serveis que tenen relació amb el sistema de salut català. Així mateix, per als grups de productes que han sigut inclosos al l'estudi, encara que els quatre factors d'emissió basats en la despesa ja s'havien utilitzat prèviament (Keil, M., 2023) i s'han ajustat en aquest estudi segons la inflació espanyola dels anys 2022 i 2023, també és possible que introdueixin un grau d'incertesa rellevant en els resultats. La Taula 12 resumeix, per categories, les fonts de l'inventari de dades, detallant la mida de la mostra, els *proxies* utilitzats per a cada categoria i les possibles fonts d'incertesa.

Taula 12. Fonts de dades de la petjada de carboni, proxies utilitzats i fonts d'incertesa.

ABAST	CATEGORIA D'EMISSION	FONT DE L'INVENTARI DE DADES	PROXIES/ASSUMPCIONS	FONTS D'INCERTESA
1	Combustió de fonts fixes	· Primària: dades obtingudes directament dels actors i de l'eina ScopeCO2 · Escalat: hospitals (53%), centres de mitjana i llarga estada (68%) i atenció primària (10%)	NA	Representativitat de la mostra
	Gasos anestèsics	· Primària: dades obtingudes directament dels actors implicats i de la base de dades de l'eina ScopeCO2 · Escalat: hospitals (87%). No aplica per hospitals de mitjana i	Algunes mancances de dades en entitats sanitàries privades, extrapolades a partir d'altres entitats sanitàries similars.	· Representativitat de la mostra · Mancances de dades dins de la mostra

		llarga estada ni per a l'atenció primària		
	Gasos d'extinció d'incendis	- Primària: dades obtingudes directament dels actors implicats i de la base de dades de l'eina ScopeCO2 - Escalat: hospitals (53%), centres de mitjana i llarga estada (68%) i atenció primària (10%)	NA	Representativitat de la mostra
	Gasos refrigerants	- Primària: dades obtingudes directament dels actors implicats i de la base de dades de l'eina ScopeCO2 - Escalat: hospitals (53%), centres de mitjana i llarga estada (68%) i centres d'atenció primària (10%)	NA	Representativitat de la mostra
	Flota pròpia (desplaçaments anuals)	- Primària: dades obtingudes directament dels actors implicats i de la base de dades de l'eina ScopeCO2 - Escalat: hospitals (53%), centres de mitjana i llarga estada (68%) i atenció primària (10%)	NA	Representativitat de la mostra
2	Consum d'electricitat adquirida (renovable i no renovable)	- Primària: dades obtingudes directament dels actors implicats i de la base de dades de l'eina ScopeCO2 - Escalat: hospitals (53%), centres de mitjana i llarga estada (68%) i atenció primària (10%)	NA	Representativitat de la mostra
	Autoproducció d'energia renovable	Primària: dades obtingudes directament dels actors implicats	NA	Representativitat de la mostra
	Refrigeració, calefacció i vapor procedents d'altres fonts	Primària: dades obtingudes directament dels actors implicats	NA	Representativitat de la mostra
3	<u>Compra de béns i serveis:</u> productes farmacèutics, equipament mèdic (electromedicina, equipament electrònic (TIC), instruments i consumibles mèdics	- Principalment fonts secundàries: pressupostos anuals oficials de cada institució sanitària i base de dades del Departament de Salut per a les entitats públiques (SISCAT) - Escalat: hospitals (47%), centres de mitjana i llarga estada (74%) i atenció primària (10%)	- El factor d'emissió per als productes farmacèutics és la mitjana aritmètica dels descrits per Keil, M. (2023) per a l'any 2019. Posteriorment, s'ha convertit als anys 2022 i 2023 segons l'Índex de Preus al Consum d'Espanya (relatiu a 2019 = 1) (World Bank, 2024). - Algunes mancances de dades en entitats sanitàries privades s'han extrapolat a partir d'altres entitats sanitàries similars.	- Representativitat de la mostra - Mancances de dades dins de la mostra - Factors d'emissió basats en la despesa - Representació parcial de la xarxa de subministrament.
	Consum d'inhaladors	- Primària: dades obtingudes directament dels actors implicats i de la base de dades de l'eina ScopeCO2 - Escalat: hospitals (88%) i atenció primària (10%)	- Algunes mancances de dades en entitats sanitàries privades s'han extrapolat a partir d'altres entitats sanitàries similars. - Per a l'ICS: només s'han considerat els quatre inhaladors	- Representativitat de la mostra - Mancances de dades dins de la mostra

		més consumits de cada tipus (pMDI, SMI, DPI).	
Consum d'aigua	· Primària: : dades obtingudes directament dels actors implicats i de la base de dades de l'eina ScopeCO2 · Escalat: Hospitals (53%), centres de mitjana i llarga estada (68%), i atenció primària (10%)	NA	Representativitat de la mostra
Generació i tractament de residus	· Primària: dades obtingudes directament dels actors implicats i de la base de dades de l'eina ScopeCO2 · Escalat: hospitals (53%), centres de mitjana i llarga estada (68%) i atenció primària (10%)	NA	Representativitat de la mostra
Transport adquirit i de lloguer	Proxy (100% centres: hospitals, hospitals de mitjana i llarga estada)	La ràtio per empleat de cada mode de transport es va estimar en col·laboració amb un hospital.	· Representativitat de la mostra · Incertesa associada al proxy
Viatges per motius professionals	Proxy (100% centres: hospitals, hospitals de mitjana i llarga estada)	La ràtio per empleat de cada mode de transport es va estimar en col·laboració amb un hospital.	· Sample size · Incertesa associada al proxy
Desplaçaments diaris del personal	· Primària procedent només d'alguns hospitals (13%) · Proxy per als centres restants: hospitals (87%), centres de mitjana i llarga estada (100%) i atenció primària (100%)	Per cobrir les mancances de dades, es van consultar les enquestes oficials de mobilitat quotidiana per província elaborades per l'Institut Metròpoli i l'ATM (2022, 2023), amb l'objectiu d'estimar la distància mitjana i les proporcions dels modes de transport. La distància es va multiplicar pel nombre de treballadors, assumint desplaçaments cinc dies a la setmana durant un any.	· Representativitat de la mostra · Incertesa associada al proxy
Desplaçaments dels pacients als centres sanitaris	Proxy (100% centres: hospitals, hospitals de mitjana i llarga estada)	S'ha aplicat el mateix enfocament que per als desplaçaments del personal per estimar la distància mitjana i els modes de transport. El nombre de pacients (anada i tornada) s'ha estimat a partir del nombre de visites a l'atenció primària i del nombre d'actes assistencials als hospitals. El nombre d'actes assistencials correspon a la suma de les cirurgies, les consultes externes, les sessions d'hospital de dia, les proves diagnòstiques i les altes hospitalàries.	· Representativitat de la mostra · Incertesa associada al proxy

	Àpats administrats a pacients (alimentació)	Proxy (100% hospitals i hospitals de mitjana i llarga estada. No aplica per a l'atenció primària)	Es va definir un àpat basal estàndard d'un dia (esmorzar, dinar, berenar i sopar) per als pacients hospitalitzats, que va ser validat pels hospitals participants. L'àpat es pot consultar al Capítol 5, Taula 16 (Àpat 1). Aquest àpat es va multiplicar pel nombre d'hospitalitzacions i pels dies d'estada mitjana de cada hospital. Els resultats van permetre obtenir els quilograms de cada ingredient corresponents a un any per a cada hospital.	· Representativitat de la mostra · Incertesa associada al proxy
--	---	---	--	--

5.1.2 Metodologia per a la modelització dels escenaris de mitigació

Marc dels escenaris

La base de referència d'emissions de GEH dels escenaris correspon a la petjada de carboni del sistema de salut de Catalunya per a l'any 2022. A partir del potencial de mitigació estimat, els escenaris projecten la petjada de carboni del sistema sanitari català per als anys 2030, 2040 i 2050. Per a la modelització de les emissions s'han definit tres escenaris principals. La Taula 13 resumeix el marc conceptual dels escenaris de mitigació, on es descriuen les reduccions internes (mesures adoptades pels centres sanitaris) i les reduccions externes (reduccions addicionals intersectorials en els àmbits de l'energia, el transport i la cadena de subministrament).

Taula 13. Marc dels escenaris de mitigació.

		BUSINESS AS USUAL (BAU)	FRONTRUNNERS (FRONT.)	DESIRABLE (DESIR.)
Abast d'implementació		Tot el sistema de salut de Catalunya	Mostra d'institucions sanitàries que van participar en el procés de co-creació	Tot el sistema de salut de Catalunya
2030	Internes (dins dels centres sanitaris)	Sense implementació addicional de cap mesura	Implementació de les mesures previstes a curt termini (segons l'enquesta)	Implementació de les mesures previstes a curt termini (segons l'enquesta)
	Externes (intersectorial)	Reduccions basades en les polítiques implementades descrites als PNIEC	Reduccions basades en l'escenari d'assoliment del Pacte Verd Europeu en els àmbits de l'energia, el transport i la cadena de subministrament	Reduccions basades en l'escenari <i>Beyond</i> Pacte Verd Europeu en els àmbits de l'energia, el transport i la cadena de subministrament
2040	Internes (dins dels centres sanitaris)	Sense implementació addicional de cap mesura	Implementació de totes les mesures classificades com a "viables"	Implementació de totes les mesures classificades com a "viables"
	Externes (intersectorial)	Reduccions basades en les polítiques implementades descrites als PNIEC	Reduccions basades en l'escenari d'assoliment del Pacte Verd Europeu en els àmbits de l'energia, el transport i la cadena de subministrament	Reduccions basades en l'escenari <i>Beyond</i> Pacte Verd Europeu en els àmbits de l'energia, el transport i la cadena de subministrament
2050	Internes (dins dels centres sanitaris)	Sense implementació addicional de cap mesura	Implementació de la resta de mesures	Implementació de la resta de mesures
	Externes (intersectorial)	Reduccions basades en les polítiques implementades descrites als PNIEC	Reduccions basades en l'escenari d'assoliment del Pacte Verd Europeu en els àmbits de l'energia, el transport i la cadena de subministrament	Reduccions basades en l'escenari <i>Beyond</i> Pacte Verd Europeu en els àmbits de l'energia, el transport i la cadena de subministrament

Canvi demogràfic	La petjada de carboni augmenta en tots els escenaris a causa del creixement demogràfic i l'envelliment projectats de la població.
-------------------------	---

Reduccions internes i externes

Les reduccions internes representen l'estalvi de carboni aconseguit pels centres sanitaris mitjançant l'aplicació de mesures de mitigació. Les mesures de mitigació són el resultat del procés de revisió científica i de co-creació descrits als capítols anteriors.

A més de les estratègies de mitigació adoptades dins dels centres sanitaris, també s'han incorporat al model les reduccions externes en petjada de carboni. Aquestes recullen reduccions addicionals i intersectorials de GEH en els àmbits de l'energia, el transport i la xarxa de subministrament (ús energètic industrial). Les reduccions externes, desenvolupades per Kiesewetter et al. (2024), es basen en les estimacions dels escenaris de referència (assimilats a l'escenari tendencial o BAU), Pacte Verd Europeu i *Beyond* Pacte Verd Europeu.

Dades d'entrada:

- **Línia de referència:** resultats de la petjada de carboni del sistema de salut de Catalunya corresponents a l'any 2022.
- **Canvi demogràfic:** increment de la petjada de carboni basat en les estimacions de creixement poblacional projectades per als anys 2030, 2040 i 2050 segons l'escenari mitjà elaborat per l'Idescat (Idescat, 2022). També incorpora l'augment de la petjada de carboni derivat de l'increment de la demanda sanitària associada a l'envelliment de la població dins del sistema de salut de Catalunya. Aquesta anàlisi es fonamenta en els patrons d'ús dels serveis sanitaris per part de les persones majors de 65 anys l'any 2022, així com en les projeccions sobre la dimensió d'aquest grup d'edat fins al 2050.
- **Reduccions internes:**
 - a) **Llistat de mesures de mitigació** obtingudes a partir de la revisió bibliogràfica (Capítol 3).
 - b) **Nivells d'implementació i de viabilitat de les mesures de mitigació.** Aquests nivells s'han obtingut del procés de co-creació amb els actors: els nivells d'implementació, mitjançant l'enquesta, i els de viabilitat, a partir dels tallers de co-creació (Capítol 4).
 - c) **El potencial de reducció de la petjada de carboni** es defineix com el percentatge estimat de disminució de les emissions que pot assolir-se amb la implementació d'una mesura de mitigació concreta. Aquestes estimacions provenen principalment de dades de rendiment reportades en bones pràctiques documentades, prioritzant els exemples reals implementats en centres sanitaris de Catalunya per garantir la rellevància contextual.
Les fonts de dades inclouen ICS Verds, els Acords Voluntaris de l'Oficina Catalana del Canvi Climàtic (OCCC), les declaracions ambientals, els informes anuals de les institucions sanitàries i les reduccions de carboni identificades a través de les bones pràctiques compartides durant els tallers de co-creació. Quan no s'ha disposat de dades locals, s'han emprat estimacions addicionals procedents de la literatura científica, prenent com a referència principal el Servei Nacional de Salut del Regne Unit (NHS). La Taula A.1 i A.2 de l'Apèndix¹ recullen el percentatge de reducció i la font de dades de cada mesura, així com el potencial de reducció de carboni de cada mesura per any i escenari.

¹ Apèndix disponible a petició per correu electrònic.

- **Reduccions externes – Reduccions addicionals dels escenaris BAU, Pacte Verd Europeu i *Beyond* Pacte Verd Europeu:** aquestes reduccions externes de la petjada de carboni provenen de l'informe elaborat per Kieseewetter et al. (2024) dins de “*Emission Scenarios for CATALYSE Deliverable D-2.1*”. Per a més detalls, vegeu la Taula A.3 de l'Apèndix.

Tot i que els escenaris consideren l'increment de la petjada de carboni associada al creixement demogràfic projectat a Catalunya, altres factors externs no s'han inclòs en el model per manca de dades rellevants per a aquest estudi. Entre aquests factors hi compten, per exemple, l'augment de determinades malalties i pandèmies, o els impactes sobre la salut derivats dels fenòmens meteorològics extrems i d'esdeveniments catastròfics.

5.2 Resultats

5.2.1 Petjada de carboni 2022-2023

D'acord amb els resultats, el sector sanitari de Catalunya va ser responsable d'aproximadament el 3,1% del total d'emissions de GEH de la regió l'any 2022, amb un total d'1.261 ktCO₂e. Aquesta proporció és coherent amb les estimacions globals i estatals, que situen les emissions associades al sector salut en aproximadament un 4,2% a escala mundial (Romanello et al., 2025) i un 5,5% per a Espanya (Pichler et al., 2019).

Les diferències entre els resultats obtinguts per a Catalunya en aquest estudi (3,1%) i els percentatges reportats anteriorment (global i nacional) s'expliquen principalment pels límits de l'Abast 3 en la categoria de béns i serveis adquirits, ja que en el present estudi només s'inclouen en aquesta categoria els productes farmacèutics, l'equipament mèdic i d'IT, i els consumibles mèdics. En canvi, en els altres estudis esmentats, calculats íntegrament amb la metodologia *d'input-output* multiregional, també s'hi inclouen altres sectors relacionats amb les activitats de salut, com ara la construcció, els tèxtils, els productes i els serveis de neteja, i altres serveis empresarials relacionats. Per tant, s'espera que la petjada de carboni realista del sistema sanitari català sigui molt més elevada a l'abast 3 que els resultats d'aquest estudi, ja que caldria incorporar la resta d'àrees de la xarxa de subministrament.

La Figura 5 mostra els principals resultats totals segons aquest estudi, per tipus de centre sanitari i segons indicadors relatius. Entre els anys 2022 i 2023, la petjada total de carboni va augmentar un 4,4%, passant d'1.261 a 1.319 ktCO₂e.

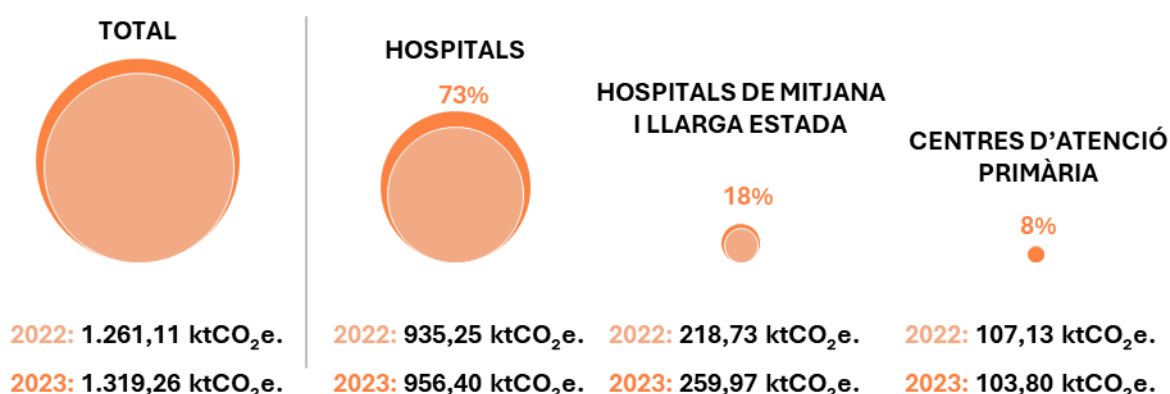


Figura 5. Petjada de carboni 2022-2023.

Aquest creixement va ser impulsat íntegrament per les emissions de l'Abast 3, que van incrementar-se un 8,2%, mentre que les emissions dels Abasts 1 i 2 van disminuir un 16,4% i un 6,3%, respectivament. Tant el 2022 com el 2023, la major part de les emissions de GEH provenien de l'Abast 3, que representa més del 80% de la petjada total, mentre que l'Abast 1 representa entre el 9% i el 12%, i l'Abast 2 al voltant del 5%. La Taula 14 presenta la distribució de la petjada de carboni per categories d'emissió per a ambdós anys.

Els principals contribuents en tots dos períodes van ser els instruments i consumibles mèdics (23–25% del total d'emissions), els productes farmacèutics (17–19%) i els desplaçaments dels pacients als centres sanitaris (15–17%). Tot i que els desplaçaments dels pacients no s'inclouen en el *Greenhouse Gas Protocol*, s'han incorporat en aquest estudi seguint l'enfocament proposat per Tennison et al. (2021) per al NHS del Regne Unit. Aquest resultat posa de manifest la importància de reforçar opcions de transport públic eficients tant en zones urbanes com en zones rurals del territori català.

Taula 14. Distribució de la petjada de carboni per categories d'emissió.

Petjada de carboni: distribució per categories d'emissió		2022		2023	
Abast	Categories d'emissió	ktCO ₂ e.	%	ktCO ₂ e.	%
Abast 1	Combustió de fonts fixes	108,27	8,6%	86,07	6,5%
	Gasos anestèsics	26,59	2,1%	22,95	1,7%
	Gasos d'extinció d'incendis	0,00	0,0%	0,00	0,0%
	Gasos refrigerants	7,95	0,6%	11,24	0,9%
	Flota pròpia (desplaçaments anuals)	3,28	0,3%	1,82	0,1%
Abast 2	Consum d'electricitat adquirida	63,51	5,0%	59,92	4,5%
Abast 3	Productes farmacèutics	235,89	18,7%	230,14	17,4%
	Equipament mèdic (electromedicina)	63,67	5,0%	121,55	9,2%
	Equipament electrònic (TIC)	2,21	0,2%	0,00	0,0%
	Instruments i consumibles mèdics	295,76	23,5%	324,73	24,6%
	Consum d'inhaladors	48,46	3,8%	41,22	3,1%
	Consum d'aigua	1,98	0,2%	1,87	0,1%
	Generació i tractament de residus	47,17	3,7%	44,85	3,4%
	Transport adquirit i de lloguer	4,76	0,4%	5,81	0,4%
	Viatges per motius professionals	0,69	0,1%	1,04	0,1%
	Desplaçaments diaris del personal	62,09	4,9%	59,77	4,5%
	Desplaçaments dels pacients als centres	210,01	16,7%	207,61	15,7%
	Àpats administrats a pacients (alimentació)	78,81	6,2%	98,65	7,5%
Total d'emissions		1.261,11		1.319,27	

Les emissions derivades de l'equipament mèdic i la maquinària gairebé es van duplicar, amb un increment de 58 ktCO₂e., fet que representa l'augment interanual més significatiu. Aquest increment reflecteix un major volum de compres, ja que la seva petjada de carboni es calcula en funció de la despesa econòmica. Aquesta tendència també és evident en el cas dels instruments i consumibles mèdics, que van experimentar augments similars impulsats per l'increment de la despesa.

Tal com era d'esperar, la xarxa de subministrament és un clar punt crític de carboni, fet que posa de manifest la necessitat d'avançar cap a la compra i l'ús eficient i responsable de productes farmacèutics i mèdics, així com la importància d'una implementació efectiva de pràctiques de compra verda.

Tot i que la petjada de carboni associada a l'equipament informàtic continua sent relativament baixa en comparació amb altres béns adquirits, les emissions reportades corresponen únicament a l'adquisició de nous dispositius. No s'han considerat les emissions indirectes relacionades amb l'ús d'internet. Tanmateix, atès l'augment de la telemedicina i de l'aplicació de la intel·ligència artificial en el sector sanitari, aquest podria esdevenir un àmbit rellevant per a estudis futurs.

Per tal d'efectuar una anàlisi més detallada dels resultats, l'anàlisi es centra en la petjada de carboni de 2022, que serveix com a línia de referència per als escenaris de mitigació. Pel que fa a les emissions de carboni per regions sanitàries, la Figura 6 mostra com Barcelona ciutat és la més intensiva en carboni, amb el 33% del total de la petjada, seguida de l'Àrea Metropolitana (18% al nord i 15% al sud).

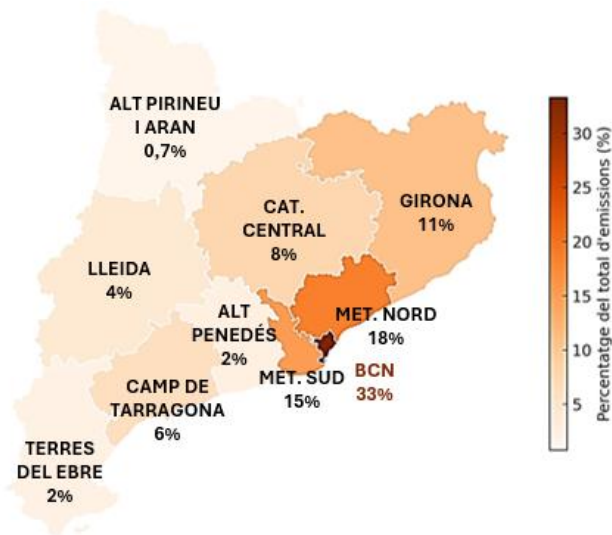


Figura 6. Petjada de carboni 2022 per regions sanitàries.

L'elevada concentració d'hospitals de grans dimensions i de població en aquestes zones explica aquesta distribució. En canvi, la regió rural de l'Alt Pirineu i Aran aporta la proporció més petita, amb només un 0,74% de les emissions totals. Si contrastem aquests resultats amb la densitat de població de cada regió sanitària i els separem per tipus de servei, Barcelona ja no és l'àrea més intensiva en carboni per a l'atenció primària.

L'anàlisi de la distribució de la petjada de carboni per categories d'emissió entre els diferents tipus de centres sanitaris mostra diferències significatives entre l'atenció primària i els hospitals, estretament vinculades a la naturalesa dels seus serveis. Tal com s'ha mostrat anteriorment a la Figura 5, els hospitals representen aproximadament el 70% de les emissions totals, seguits pels hospitals de mitjana i llarga estada amb un 17%, i per l'atenció primària amb un 12%.

Tanmateix, la Figura 7 que és a continuació, mostra la petjada de carboni per font d'emissió i per tipus de centre, on s'evidencia novament la contribució predominant dels hospitals. La figura també indica el pes relatiu (%) de cada font d'emissió dins la petjada de carboni de cada tipus de centre, fet que permet identificar diferències rellevants en la distribució interna de les emissions, especialment en l'àmbit de l'atenció primària.

En aquests centres, els desplaçaments dels pacients (és a dir, els viatges d'anada i tornada a les cites mèdiques) representen la proporció més gran, amb un 42%. Les emissions associades als productes farmacèutics prescrits ocupen la segona posició, amb un 39%. En canvi, les emissions derivades de la compra d'instruments i consumibles mèdics són molt inferiors a les dels hospitals, situant-se només entre l'1 i el 5%.

Les emissions de l'Abast 2 són relativament baixes en comparació amb altres fonts d'emissió i es basen en electricitat renovable certificada pel sistema de Garanties d'Origen (GdO). En canvi, les emissions de l'Abast 1 derivades de la combustió de fonts fixes continuen sent significatives, entre el 8% i l'11% tant a l'atenció primària com als hospitals. Tot i que la descarbonització del sistema elèctric i l'electrificació del consum energètic podrien reduir aquestes emissions, esdeveniments recents, com el tall elèctric generalitzat a Espanya l'abril de 2025, han recordat la necessitat de mantenir sistemes de suport o fonts d'energia descentralitzades per garantir la resiliència i la seguretat energètica.

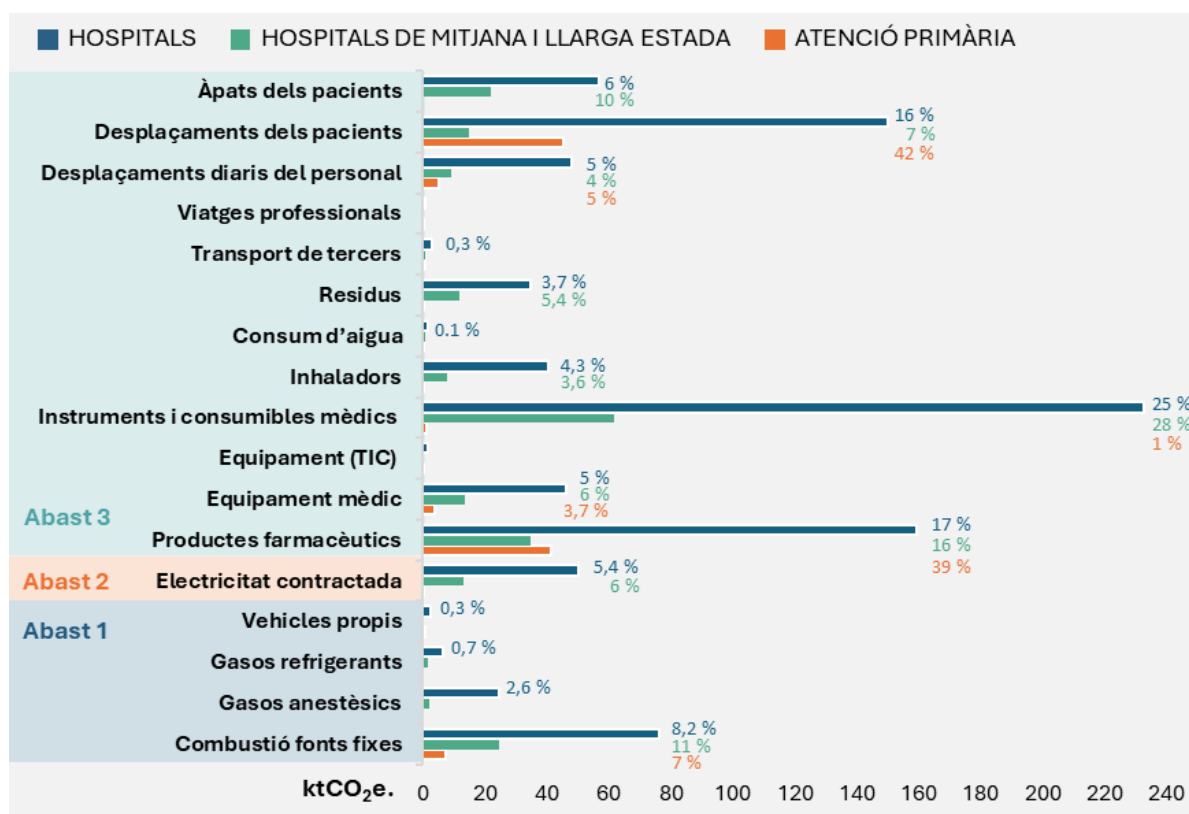


Figura 7. Distribució de la petjada de carboni per categories d'emissió i tipus de servei sanitari.

Tal com es mostra a la Figura 7, els hospitals són, amb diferència, els principals emissors, amb un perfil d'emissions divers dominat pels béns adquirits (<30%), els productes farmacèutics (16%), els desplaçaments quotidians del personal i dels pacients (21%) i els serveis d'alimentació per a pacients hospitalitzats (6%). Cal destacar que els gasos anestèsics (2,6%) i els inhaladors (4,3%) també contribueixen de manera significativa, a causa del seu elevat potencial d'escalfament global en comparació amb altres productes farmacèutics.

En analitzar la petjada de carboni per capacitat de llits, la tendència mostra que els hospitals més grans (amb més de 500 llits) presenten una intensitat de carboni per llit més elevada, amb una mitjana de 59,28 tCO₂e. per llit. A mesura que disminueix la capacitat de llits, també ho fa la petjada de carboni, fins a arribar a 31,11 tCO₂e. per llit en hospitals amb menys de 100 llits. Aquesta pauta s'explica principalment per les emissions de l'Abast 3, ja que els hospitals més grans són més intensius en emissions, en part, a causa de la major disponibilitat de recursos econòmics, ja que els factors d'emissió de la categoria de compra i ús de béns i serveis es basen en la despesa econòmica. Tanmateix, per a l'Abast 1, que inclou els gasos anestèsics, i per al tractament de residus (Abast 3), els hospitals amb entre 100 i 199 llits van mostrar la intensitat més alta per llit.

La metodologia de càlcul de la petjada de carboni d'aquest estudi presenta algunes limitacions que fan que els resultats estiguin subjectes a incertesa. Una anàlisi d'incertesa que combina la matriu *Pedigree* i una simulació de Monte Carlo (10.000 iteracions), va indicar intervals de confiança relativament estrets per als Abasts 1 i 2 (coeficients de variació del 20–45%).

L'Abast 3 presenta la incertesa més alta, principalment per l'ús de factors d'emissió basats en la despesa per als productes vinculats a l'adquisició de productes farmacèutics, d'equipament mèdic i d'IT i de consumibles mèdics. Les emissions associades als desplaçaments van presentar coeficients de variació del 65–70% a causa dels *proxies* aplicats, descrits a l'apartat de metodologia, Taula 12.

Una incertesa addicional va derivar de la dispersió observada en algunes de les dades primàries d'activitat reportades pels centres participants. Tot i que es va realitzar una extrapolació al conjunt del sistema evitant valors extrems, aquesta dispersió pot haver influït igualment en els resultats globals. Encara que són incerteses comunes en estudis d'aquesta tipologia, posen de manifest la necessitat d'enfortir els sistemes de gestió i control de dades al servei dels gestors ambientals, tant a escala pública com a escala de cada centre sanitari.

5.2.2 Escenaris de mitigació del sistema de salut català

Els escenaris modelitzats estimen els valors de la petjada de carboni del sistema sanitari català per als anys 2030, 2040 i 2050. La petjada de carboni de referència és la de 2022 i les estimacions de reducció es basen en els nivells d'implementació i de viabilitat d'un conjunt d'accions de mitigació co-creades amb professionals del sector sanitari (reduccions internes). També s'hi incorporen les reduccions externes addicionals modelitzades per Kiesewetter et al. (2024) segons els escenaris del Pacte Verd Europeu i del *Beyond* Pacte Verd Europeu. Aquestes reduccions externes estan relacionades amb els sectors de l'energia, el transport i la xarxa de subministrament.

- **L'escenari BAU** (*Business as usual*) representa la situació base sense cap implementació de mesures addicionals per part dels centres sanitaris. Les reduccions externes corresponen exclusivament a les polítiques implementades descrites als PNIEC.
- **L'escenari FRONT** (*Frontrunners* o capdavaners) assumeix la implementació de mesures de mitigació per part de les institucions sanitàries (actors) que van participar en el procés de co-creació, a més de les reduccions externes corresponents a l'assoliment del Pacte Verd Europeu en els àmbits de l'energia, el transport i la xarxa de subministrament.
- **L'escenari DESIR** (*Desirable*) assumeix el mateix nivell d'implementació que l'escenari FRONT, però estès a tot el sistema de salut de Catalunya, i hi afegeix les reduccions externes addicionals derivades dels supòsits de *Beyond* Pacte Verd Europeu.
- Els tres escenaris consideren l'increment de la petjada de carboni del sistema sanitari associat al **creixement demogràfic i l'envelliment de la població**. El potencial de reducció de cada mesura de mitigació per escenari i any es pot consultar la Taula A.2 de l'Apèndix.

La Figura 8 presenta les reduccions d'emissions de GEH per als tres escenaris entre 2022 i 2050. En l'escenari BAU, les emissions augmenten gradualment en un 8%, de 1.261,11 ktCO₂e. el 2022 a 1.363,47 ktCO₂e. el 2050. Aquest augment està impulsat pels canvis demogràfics, el creixement i l'envelliment de la població, que incrementen la demanda de serveis sanitaris. L'augment seria superior si no s'haguessin incorporat les reduccions externes de l'escenari BAU. En absència d'aquestes reduccions externes (polítiques implementades descrites als PNIEC), la petjada de carboni del sistema de salut de Catalunya arribaria a 1.591,57 ktCO₂e. l'any 2050.

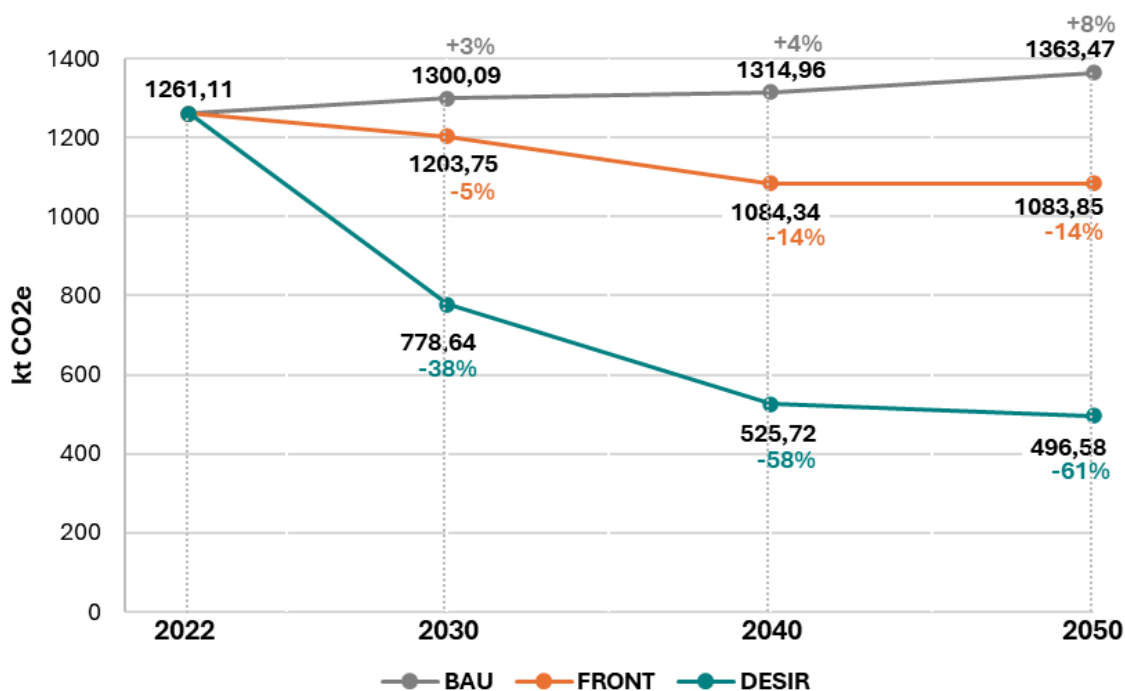


Figura 8. Projeccions de la petjada de carboni per als tres escenaris entre 2022 - 2050.

L'escenari FRONT aconsegueix una reducció moderada del 14% de les emissions l'any 2050, mentre que l'escenari més ambiciós, DESIR, genera una disminució d'emissions molt més elevada, assolint 496,58 ktCO₂e. l'any 2050, és a dir, una reducció del 61% de la petjada de carboni respecte a 2022.

Aquests potencials de mitigació posen de manifest els reptes per assolir la neutralitat climàtica l'any 2050 sense una transformació sistèmica i a gran escala en sectors clau com l'energia, el transport, l'agricultura (alimentació) i la xarxa de subministrament sanitària. Per determinar la distància entre els potencials de reducció dels escenaris i els objectius climàtics europeus, seria necessari retroprojectar la línia base de la petjada de carboni fins a l'any 1990. Tot i això, és evident que, fins i tot modelitzant la totalitat de mesures de mitigació juntament amb les reduccions externes, els objectius de la Unió Europea són molt difícils d'assolir, principalment a causa de les emissions de l'Abast 3. Malgrat això, assolir la neutralitat climàtica pel que fa a les emissions directes podria ser factible, com ho demostra el cas de l'Hospital Fundació Sanitària de Mollet (FSM, 2024).

La Figura 9 distingeix entre les reduccions assolides per les mesures de mitigació implementades pels centres sanitaris (internes), i aquelles reduccions externes assumides en els escenaris BAU, Pacte Verd Europeu i *Beyond* Pacte Verd Europeu.

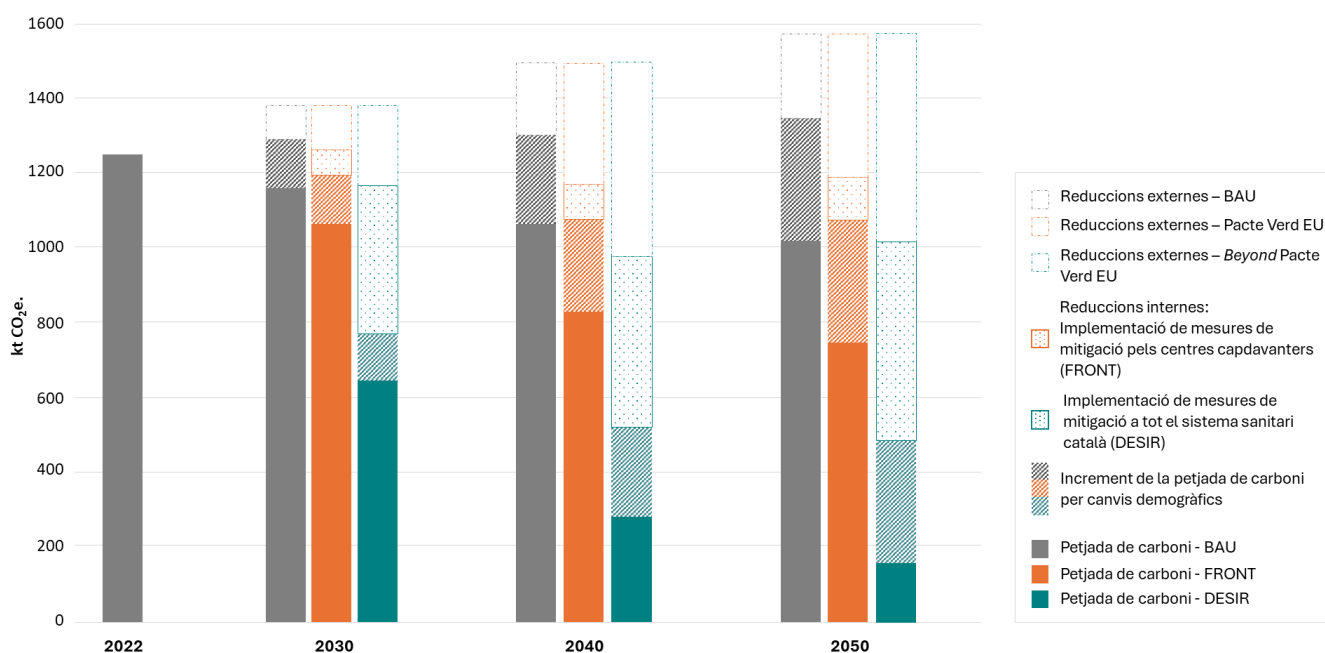


Figura 9. Escenaris de mitigació, reduccions internes i externes.

La Figura 9 il·lustra fins a quin punt una reducció significativa del sistema depèn no només dels límits operatius dels centres sanitaris, sinó també dels sectors intensius en carboni que participen més indirectament en el sector de la salut. Per exemple, l'any 2050, les reduccions totals de la petjada de carboni en l'escenari DESIR oscil·len entre un 61% quan s'inclouen les reduccions externes i gairebé la meitat quan aquestes no es consideren. En canvi, en l'escenari FRONT, sense reduccions externes, les mesures de mitigació implementades únicament dins dels centres sanitaris serien insuficients per compensar l'augment de la petjada de carboni provocat pels canvis demogràfics.

Tot i que la prestació sanitària pot esdevenir progressivament més sostenible des del punt de vista ambiental, continua sent un sector essencial i d'ús creixent. Ha de continuar garantint una atenció de qualitat davant l'augment de la demanda i els reptes climàtics i socioeconòmics presents i futurs. Per

això, encara que els esforços de mitigació dins del sector són fonamentals, aquests han d'anar acompanyats d'una descarbonització efectiva dels altres sectors intensius en carboni dels quals depèn el sistema de salut.

L'envelliment de la població

L'envelliment de la població representa un canvi demogràfic significatiu amb implicacions profundes per als sistemes de salut. A Catalunya, el nombre de persones majors de 65 anys s'ha duplicat des del 1987, mentre que la població de més de 85 anys s'ha quadruplicat. L'any 2022, més d'1,5 milions de residents tenien 65 anys o més, fet que representa aproximadament el 19% de la població. Segons l'escenari mitjà de projecció de l'IDECAT, aquesta proporció augmentarà fins al 22% l'any 2030, al 25% el 2040 i al 29% el 2050, l'equivalent a uns 2,5 milions de persones. També s'espera que l'esperança de vida augmenti, i que el grup de majors de 85 anys passi del 3% de la població el 2022 al 5% el 2050 (IDECAT, 2022).

Les persones majors de 65 anys són:

- hospitalitzades 2,5 vegades més sovint del que correspondria segons el seu pes poblacional (53% de les hospitalitzacions)
- visiten els serveis d'atenció primària 1,9 vegades més (36,6% del total de visites)
- representen 3,18 vegades més despesa en productes farmacèutics prescrits (61,4% del total de la despesa) (AQuAS, 2024).

Si s'assumeix que la intensitat d'ús dels serveis sanitaris per part d'aquest grup es manté constant en el temps, és a dir, que no hi haurà millores ni empitjoraments significatius en la salut pública que afectin les taxes d'hospitalització, ni canvis estructurals en l'atenció primària o domiciliària que redistribueixin la càrrega assistencial, les emissions de GEH augmentarien en:

- 27,14 ktCO₂e. el 2030,
- 92 ktCO₂e. el 2040,
- 144,41 ktCO₂e. el 2050.

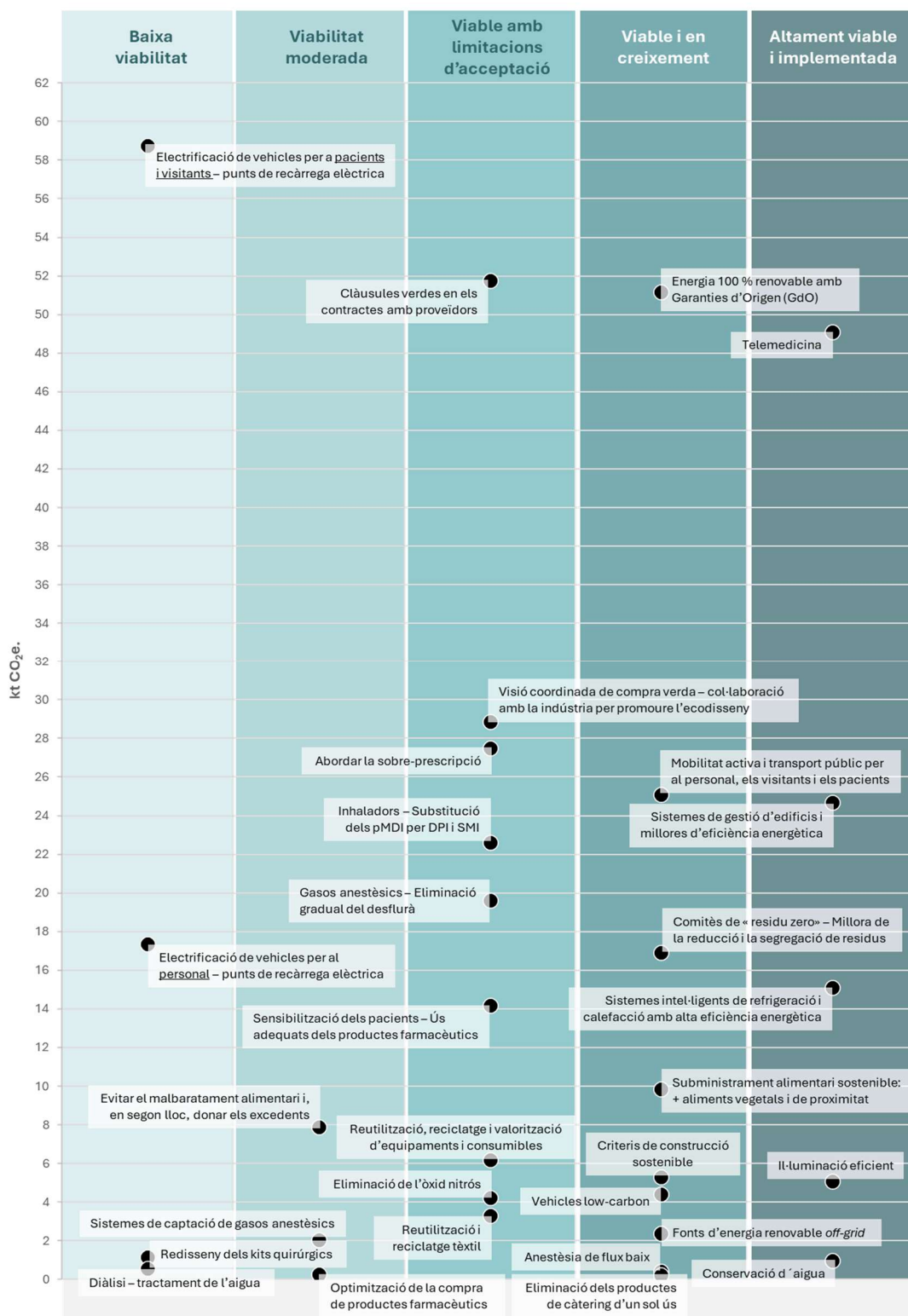
Quan es combina aquest increment per envelliment amb l'augment projectat de la petjada de carboni degut al creixement poblacional general (186 ktCO₂e. addicionals), les emissions totals arribarien a 1.591,57 ktCO₂e. el 2050 sota l'escenari BAU, assumint que no hi ha reduccions externes. Tal com es mostra a la Figura 9, sota l'escenari DESIR l'any 2050, l'augment de la petjada de carboni associat al canvi demogràfic és aproximadament el doble de la petjada de carboni restant després d'aplicar les reduccions internes i externes. A més, les reduccions d'emissions assolides sota l'escenari FRONT serien insuficients per compensar l'augment addicional de la petjada de carboni derivat tant del creixement de la població com de l'envelliment.

Aquesta tendència és especialment preocupant si es té en compte que prop del 5% de la població concentra la meitat de la despesa sanitària, gran part de la qual es destina a grups d'edat molt avançada. Paral·lelament, la demanda de cures de llarga durada està augmentant, impulsada no només per l'envelliment demogràfic, sinó també pels canvis en els models de convivència de les persones grans. La pandèmia de la COVID-19 va evidenciar les vulnerabilitats dels sistemes de cures de llarga durada. Tanmateix, aquests sectors continuen rebent una atenció política insuficient segons l'OMS (OMS, 2023).

5.2.3 Potencial de mitigació de les mesures proposades

La Figura 10 mostra el potencial de reducció de carboni de 30 accions dins del sistema de salut de Catalunya (reduccions internes), avaluades segons dues dimensions principals:

- **Eix Y:** potencial de reducció de carboni (en ktCO₂e.), calculat per al període 2022–2050, assumint la implementació de tot el sistema sanitari català (escenari DESIR);
- **Eix X:** nivell de viabilitat, avaluat durant els tallers de co-creació amb professionals.



Transport de pacients i visitants

Segons la Figura 10, l'electrificació dels vehicles de pacients i visitants presenta el major potencial de reducció d'emissions. Això es deu principalment a les significatives emissions generades pels desplaçaments dels pacients als centres sanitaris. Tanmateix, els actors van qualificar aquesta mesura com de baixa viabilitat, a causa de la limitada penetració dels vehicles elèctrics al mercat domèstic. El potencial de reducció d'emissions s'estima en un 48% de les emissions de transport associades als desplaçaments, segons dades del Regne Unit (NHS England, 2021).

Una altra mesura amb un potencial de mitigació rellevant, també vinculada al transport de pacients, és la telemedicina i l'intercanvi digital d'informació. Més enllà de reduir els desplaçaments innecessaris dels pacients, aquestes eines digitals també permeten estalviar paper i recursos d'impressió, i faciliten una col·laboració més àgil entre professionals de diferents centres. Tot i que la telemedicina ja es trobava en fase de desenvolupament, la pandèmia de la COVID-19 va actuar com a palanca per a la digitalització de diversos processos sanitaris. Aquesta tendència continua en expansió, impulsada principalment per objectius d'eficiència i innovació, alhora que aporta beneficis ambientals significatius, tal com demostren nombrosos estudis acadèmics (Vidal-Alaball et al., 2019).

Descarbonització del mix energètic

L'adquisició d'un subministrament elèctric 100% renovable és la tercera mesura amb més potencial de reducció d'emissions. Segons els actors, aquesta acció no es va classificar com a «altament viable i implementada», tot i la forta voluntat dels centres sanitaris d'adoptar-la. Actualment, hi ha una plataforma centralitzada que permet la compra agregada d'energia per part dels centres sanitaris. No obstant això, si aquesta plataforma no pot garantir una cobertura del 100% d'energia renovable, podria ser necessari considerar proveïdors alternatius, possiblement amb un cost econòmic més elevat.

Tot i que aquesta mesura constitueix un pas bàsic per als centres que encara no disposen de contractes d'electricitat renovable, l'any 2022 més del 60% dels centres enquestats ja comptaven amb subministrament d'energia amb GdO (total o parcial), i un 27% addicional preveia adoptar-lo a curt termini. Aquest primer grup inclou tots els equipaments gestionats per l'ICS, que cobreix més del 90% dels centres d'atenció primària i vuit hospitals, on el subministrament energètic és 100% renovable mitjançant el sistema de GdO.

Cal destacar que, segons l'estàndard GHG Protocol, les emissions de GEH associades a l'electricitat renovable es reporten com a zero emissions (WBCSD & WRI, 2004). No obstant això, un estudi sobre el sistema espanyol de Garanties d'Origen (GdO) ha conclòs que, tot i que aquest mecanisme millora la transparència i la traçabilitat del consum d'energia renovable, encara afronta reptes com les ineficiències administratives, la manca d'harmonització normativa i el risc de doble recompte en la comptabilització nacional del carboni (Muñoz i Cato, 2024).

El potencial de mitigació derivat de la instal·lació de fonts d'energia renovable fora de la xarxa (*off-grid*) s'ha quantificat considerant que el subministrament elèctric amb GdO es comptabilitza com a zero emissions (Abast 2). Aquesta condició pot subestimar el potencial real d'aquesta mesura, que no només contribueix a reduir les emissions de GEH, sinó que també millora la seguretat i resiliència energètica. A més, està recollida a les Directives d'Energies Renovables (RED) de la Comissió Europea als edificis públics. Aquesta mesura contribueix també al compliment de l'objectiu vinculant de la UE segons el qual, l'any 2030, el 49% del consum energètic dels edificis públics haurà de provenir de fonts renovables (European Commission, 2024).

Compra verda

La incorporació de clàusules ambientals en els contractes de compra pública és la segona mesura amb més potencial de reducció d'emissions, considerada viable però condicionada per certes barreres d'acceptació social. La inclusió de clàusules verdes en els contractes amb proveïdors implica compromisos de reducció d'emissions, de transparència en l'impacte de carboni i de certificació ambiental, i pot incloure també la responsabilitat ampliada del productor en aspectes com la reparació, el transport o el reciclatge per a determinats productes.

Com que la compra de béns i serveis és la principal font d'emissions del sector sanitari, la compra verda ofereix un potencial de mitigació molt rellevant. Tot i que els productes i grans proveïdors no depenen completament dels centres sanitaris individuals, de manera conjunta aquests poden exercir el seu poder de compra per influir en els proveïdors cap a productes amb un disseny més ecològic o cap a pràctiques més sostenibles al llarg de la xarxa de subministrament. En aquest sentit, cal destacar l'exemple d'alguns hospitals del NHS al Regne Unit, que han aconseguit reduir les seves emissions de carboni en un 14% en cinc anys gràcies a la implementació de polítiques de compra verda i a la implicació dels proveïdors (*King's College Hospital NHS Foundation Trust*, 2021).

Segons els actors consultats, l'administració pública de Catalunya és capdavantera a l'Estat espanyol en la posada en pràctica de clàusules ambientals, i la conscienciació en altres centres sanitaris privats està creixent: el 42% dels participants van declarar haver implementat ja clàusules verdes, i un 33% addicional preveuen fer-ho a curt termini. L'ICS ha aplicat aquest tipus de clàusules en contractes de serveis de neteja i bugaderia, amb l'objectiu de fomentar la contractació local i reduir la generació de residus (ICS, 2024). Tot i això, la seva aplicació en àmbits més amplis, especialment en equipament mèdic i consumibles, continua sent més moderada tot i estar en creixement.

La resistència al canvi per part d'alguns proveïdors i la manca de formació (i de temps) del personal tècnic de compres són les principals barreres socials. Encara que la legislació catalana exigeix que el 50% dels contractes de compra pública incloguin clàusules ambientals (Generalitat de Catalunya, 2022), en la pràctica la seva aplicació depèn sovint de la iniciativa personal del responsable de contractació. Hi ha, per tant, una demanda clara de més orientació sobre quins contractes cal prioritzar i de mecanismes de seguiment que garanteixin l'aplicació efectiva d'aquestes clàusules verdes al llarg del temps.

Gestió de residus i de l'aigua

La petjada de carboni associada a la gestió de residus i de l'aigua és relativament baixa en comparació amb altres categories d'emissió, ja que representa només el 3,9% del total d'emissions del sector sanitari. Per aquest motiu, el seu potencial de mitigació pot semblar limitat. Tanmateix, la Figura 10 probablement en subestima el seu impacte ambiental real, ja que el còmput de carboni sovint no recull altres conseqüències ecològiques més àmplies. El sector de la salut genera volums importants de residus per motius higiènics i operatius, fet que planteja greus preocupacions ambientals i de salut pública.

De la mateixa manera, la gestió de l'aigua és d'importància crítica en regions com Catalunya. Entre el 2021 i el 2024, el territori va experimentar la sequera més greu registrada des que hi ha dades, l'any 1905 (ACA, 2024). Aquestes condicions exigeixen una atenció especial a l'ús de l'aigua i a la planificació de la resiliència, juntament amb l'avaluació de la petjada hídrica, per oferir una visió més clara dels impactes del consum d'aigua a escala local. Diversos hospitals han mostrat una gran preocupació i, a més d'implementar mesures per reduir el consum, han dut a terme campanyes de sensibilització dins dels seus centres (Fundació Althaia, 2023) o han elaborat guies d'estalvi d'aigua (CSC, 2024).

Mes enllà de la petjada de carboni

Els escenaris de mitigació es basen en la petjada de carboni, tenint en compte únicament el potencial d'escalfament global derivat dels GEH emesos. La petjada ambiental del sector sanitari més enllà del canvi climàtic ha estat poc estudiada en la literatura científica. Un exemple destacat és l'avaluació del sector sanitari dels Països Baixos (Steenmeijer et al., 2022), els resultats de la qual mostren que la major part de l'impacte ambiental nacional provenia de l'extracció de materials (13%), seguida de l'ús d'aigua (7,5%), les emissions de GEH (7,3%), l'ocupació del sòl (7,2%) i la producció de residus (4,2%).

Entre els principals factors que impulsen aquests impactes s'identifiquen els productes farmacèutics i altres substàncies químiques. Mentre que les emissions relacionades amb el canvi climàtic s'associen a una àmplia gama de sectors, altres impactes ambientals són més específics. Per exemple, l'extracció de materials s'associa principalment a la indústria minera dins de la xarxa de subministrament, mentre que l'ús d'aigua i l'ocupació del sòl es vinculen sobretot a la producció d'aliments (Steenmeijer et al., 2022).

L'anàlisi de cicle de vida, gràcies a la informació que aporta sobre els altres impactes ambientals i sobre la salut humana, permet també fer una anàlisi dels *trade-offs* i dels co-beneficis per a la salut de la implementació de mesures de mitigació específiques. Els *trade-offs* es defineixen com possibles impactes addicionals en altres categories d'impacte ambiental que sorgeixen quan s'implementa una mesura de mitigació, es a dir, encara que les emissions de CO₂e. es redueixen, altres impactes ambientals (com l'ús de l'aigua, l'acidificació o l'ús de minerals) podrien augmentar.

Els co-beneficis, en canvi, es defineixen com els beneficis conjunts d'aplicar mesures de mitigació per la salut humana, de manera que la reducció de la petjada de carboni també aporta beneficis per la salut pública. A continuació, com a exemple, es presenten els *trade-offs* i els co-beneficis per a la salut de quatre mesures específiques de mitigació amb un alt potencial de reducció de carboni. La referència principal d'aquest estudi per determinar els co-beneficis és el model conceptual desenvolupat per Tonne et al. (2025) en el marc del projecte CATALYSE Horizon.

- **Desplaçaments del personal i dels pacients – Electrificació de vehicles**

Aquest ACV compara l'ús d'un vehicle amb motor de combustió interna (ICEV) i d'un vehicle elèctric (EV) per a un trajecte d'anada i tornada a un centre sanitari, amb una distància mitjana de 15 km per trajecte, utilitzant el mix elèctric espanyol de 2023 per a la recàrrega del vehicle elèctric.

Taula 15. Trade-offs i co-beneficis de l'electrificació de vehicles

TRADE-OFFS	L'eutrofització d'aigües dolces associada al procés d'extracció de materials, principalment per a la fabricació de les bateries dels vehicles elèctrics. Tanmateix, aquests impactes es compensen generalment durant la fase d'ús després d'aproximadament entre 1,5 i 2 anys.
CO-BENEFICIS PER A LA SALUT	· Ús de vehicles elèctrics: La reducció de la contaminació atmosfèrica, amb la consegüent disminució de la mortalitat i la morbiditat. Una menor contaminació acústica. · Mobilitat activa: L'augment dels nivells d'activitat física redueix la mortalitat i la morbiditat. Menor incidència de lesions derivades del trànsit rodant.

- **Energia renovable – Compra del 100% del subministrament elèctric renovable amb GdO**

En el càlcul de la petjada de carboni, l'energia certificada sota el marc GdO s'assigna habitualment amb un potencial d'escalfament global igual a zero. Amb aquest impacte considerat com a neutre, sovint s'ignoren els impactes ambientals associats a la producció de les diverses fonts d'energia renovable, tot i que siguin molt inferiors als dels combustibles fòssils. Aquest ACV compara la producció d'1 kWh d'electricitat procedent de diferents fonts d'energia renovable (GdO) amb la d'1 kWh procedent del mix elèctric espanyol.

Taula 16. Trade-offs i co-beneficis de la producció d'energia renovable.

TRADE-OFFS	L'electricitat produïda amb energia fotovoltaica presenta un impacte relativament superior en la destrucció de la capa d'ozó, en l'ús de recursos minerals i metalls i en la toxicitat humana en comparació amb altres fonts d'energia renovable (hidràulica i eòlica).
CO-BENEFICIS PER A LA SALUT	Reducció de la contaminació atmosfèrica: disminució de la mortalitat i la morbiditat.

- **Incorporació de clàusules verdes en els contractes amb proveïdors**

Aplicar una ACV a tots els productes o serveis dins del procés de compra seria altament exigent en termes de recursos i requeriria coneixements tècnics especialitzats. [HealthcareLCA](#) (Drew et al., 2022) és una base de dades específica per al sector sanitari que recull estudis d'impacte ambiental per donar suport a una presa de decisions ambientalment més informada. Aquest exemple d'ACV avalua un electrocardiògraf (ECG) biodegradable de base cel·lulòsica (biomaterial), i el compara amb els elèctrodes convencionals d'un sol ús d'Ag/AgCl.

Taula 17. Trade-offs i co-beneficis de la compra de productes amb materials biodegradables.

TRADE-OFFS	Un ECG biodegradable suposa un increment molt lleu en l'ús de l'aigua i la destrucció de la capa d'ozó, però compensa amb la resta de beneficis.
CO-BENEFICIS PER A LA SALUT	Una menor demanda energètica durant la producció redueix la contaminació atmosfèrica i, en conseqüència, disminueix la mortalitat i la morbiditat associades.

- **Alimentació – Disseny de menús més sostenibles per a pacients hospitalitzats**

El sector agrícola comporta altres impactes ambientals, especialment sobre l'ús del sòl i de l'aigua, que no queden reflectits en una avaluació de petjada de carboni. Per aquest motiu, s'ha realitzat una ACV comparant dos menús diaris d'un contingut calòric similar per a un pacient hospitalitzat. El Menú 1 és l'estàndard que s'ha fet servir per al càlcul de la petjada de carboni. El Menú 2 és una opció alternativa, que substitueix la carn (vedella i pollastre) per peix i ingredients d'origen vegetal.

Taula 18. Trade-offs i co-beneficis del disseny d'un àpat diari alternatiu sense carn.

TRADE-OFFS	Els <i>trade-offs</i> només es detecten en l'ingredient associat al peix (congelat) del Menú 2, en lloc del pollastre rostit del Menú 1. La resta d'ingredients no presenten cap <i>trade-off</i> .
CO-BENEFICIS PER A LA SALUT	L'optimització de la ingesta calòrica i dietes baixes en carboni s'associen a millors resultats en salut. Tanmateix, la reducció de la contaminació atmosfèrica (partícules fines) s'associa a nivells més baixos de mortalitat i morbiditat.

6. RECOMANACIONS PER A LA MITIGACIÓ DE GEH AL SISTEMA DE SALUT DE CATALUNYA

Aquest informe pretén generar dades quantitatives i evidències científiques que permetin donar suport a recomanacions coherents i actualitzades per a l'avaluació i la mitigació dels GEH en el sector de la salut català. El procés ha estat dissenyat perquè es pugui replicar i aplicar en altres contextos europeus.

Fins avui, s'han desenvolupat diverses guies de referència que estableixen els principis d'acció per a la mitigació en els sistemes sanitaris. L'OMS va establir el marc per a sistemes de salut sostenibles i resilients baixos en carboni (2023b) i, mitjançant la iniciativa ATACH, continua desenvolupant recursos de capacitació. De manera similar, *Health Care Without Harm* (HCWH) proporciona orientacions sobre com implicar els diferents actors en el procés de creació d'un full de ruta per a la mitigació dels GEH (HCWH, 2022). A escala estatal, la Fundació ECODES, a través de la plataforma [#Sanidad por el Clima](#), promou la iniciativa *Race to Zero* dins del sistema sanitari espanyol i ofereix tant guies de mitigació com una eina de càlcul de la petjada de carboni a escala de centre sanitari o farmàcia (ScopeCO2).

A Catalunya, el Consell de Col·legis de Metges de Catalunya ([CCMC, 2021](#)), va publicar un document de posició voluntari sobre Salut Planetària (2021), en què s'hi destacava explícitament la necessitat de mitigar l'impacte ambiental del sistema sanitari. El Consorci de Salut i Social de Catalunya ([CSC](#)) i la Unió Catalana d'Hospitals ([La Unió](#)), ambdues associacions d'entitats sanitàries, també han impulsat iniciatives de sensibilització climàtica entre els seus membres.

El Col·legi Oficial de Metges de Barcelona ([COMB](#)) ha creat una Comissió de Canvi Climàtic i Salut Planetària amb l'objectiu d'informar els seus col·legiats sobre els impactes del canvi climàtic en la salut i en els sistemes sanitaris, així com de promoure accions per reduir la petjada ambiental del sector. Recentment, també s'ha creat el [Centre de Desenvolupament de Salut Planetària](#), liderat per ISGlobal i la Fundació Sanitària de Mollet, com un laboratori catalitzador de solucions pràctiques per incorporar la perspectiva de la salut planetària en l'activitat sanitària.

A més, existeixen diversos exemples de bones pràctiques implementades per hospitals i altres centres sanitaris al territori català, reconeguts tant a escala nacional com a escala internacional. Aquestes institucions capdavanteres, que a més col·laboren amb el projecte *CATALYSE Horizon*, són: l'Institut Català de la Salut (ICS), la Xarxa Santa Tecla, Althaia, l'Institut Guttmann, el Clínic Barcelona, l'Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, l'Hospital del Mar, el Consorci Hospitalari de Vic, els Germans Trias i Pujol, el Consorci Sanitari del Maresme, el Consorci Sanitari de l'Alt Penedès-Garraf, la Vall d'Hebron, entre d'altres institucions sanitàries que conformen el sistema de salut català.

L'objectiu d'aquest informe, per tant, no és elaborar noves directrius, sinó adaptar el coneixement i les pràctiques existents al context català, combinant tant resultats quantitius (petjada de carboni i escenaris) com resultats qualitatius (procés de co-creació). Aquest procés s'ha d'entendre tenint en compte les seves limitacions, com ara la incertesa inherent als càlculs i l'abast de la participació dels actors implicats, que s'ha centrat principalment en perfils de gestió. De cara als passos futurs, seria interessant ampliar el procés de co-creació per incorporar diferents grups d'acció (responsables polítics, professionals clínics, proveïdors industrials), i així impulsar una col·laboració més àmplia.

Figura 10. Potencial de reducció de la petjada de carboni i nivells de viabilitat de les mesures de mitigació.

Abordar les emissions de GEH de manera col·lectiva: Protegir la salut

Per assolir una implementació real i efectiva, tots els actors han d'assumir la seva responsabilitat en l'aplicació de mesures de mitigació en la seva pràctica diària. La Figura 12 mostra la distribució de les mesures de mitigació modelitzades en el capítol anterior segons els principals grups d'actors i presenta, a més, recomanacions transversals i estratègiques que faciliten i donen suport a la implementació, no només de les mesures de mitigació, sinó també d'un enfocament més ampli.

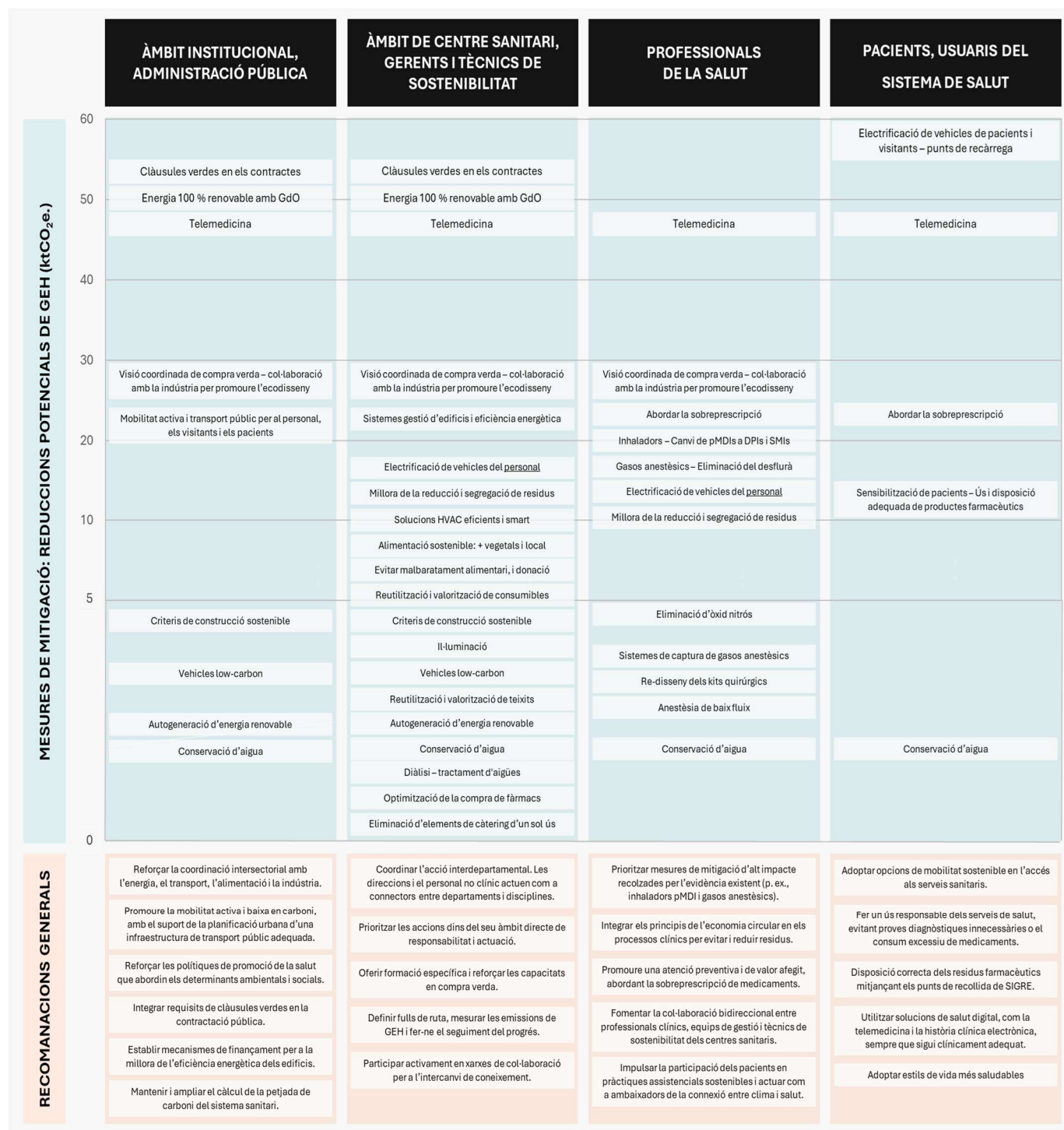


Figura 12. Mesures de mitigació, diferenciades per grups d'actors, i recomanacions estratègiques.

ÀMBIT INSTITUCIONAL – ADMINISTRACIÓ PÚBLICA

Els escenaris de mitigació desenvolupats en aquest estudi han posat de manifest la magnitud del repte que suposa assolir tant els objectius europeus com els de descarbonització establerts per la Generalitat de Catalunya. Fins i tot en l'escenari més ambiciós, en què tots els hospitals i el conjunt del sistema sanitari apliquen plenament les mesures de mitigació proposades, la reducció màxima potencial seria del 38% l'any 2030, del 58% el 2040 i del 61% el 2050.

Malgrat això, les àrees prioritàries identificades en el compromís català per a la descarbonització del sistema sanitari abans de 2030 són, en termes generals, coherents amb els potencials de mitigació més elevats estimats en aquest informe, especialment en relació a:

- Promoure la mobilitat activa de pacients i professionals sanitaris;
- Descarbonitzar el mix energètic i la infraestructura dels centres sanitaris, especialment tenint en compte que els hospitals, majoritàriament edificis públics, són grans consumidors d'energia i operen de manera continuada;
- Contractació verda, aplicant principis d'economia circular des de l'origen;
- Prescripció d'inhaladors i pràctiques anestèsiques més sostenibles.

Tot i que Catalunya compta amb hospitals pioners i iniciatives de sostenibilitat des de fa anys, la publicació d'un compromís específic de descarbonització per al sector sanitari per part del Govern de la Generalitat ha estat molt recent (any 2025).

Recomanacions:

1. **Reforçar la coordinació intersectorial** amb els representants dels àmbits de l'energia, el transport, l'agroalimentació, la indústria i les polítiques climàtiques, posant èmfasi en els co-beneficis per a la salut derivats de la reducció d'emissions en tots els sectors, així com la seva importància, que és clau per avançar en la descarbonització, atès que estan intrínsecament vinculats a les activitats del sector de la salut. Aquesta acció està relacionada amb les reduccions externes (intersectorials) aplicades en els escenaris de mitigació modelitzats.
2. **Promoure la mobilitat activa i baixa en carboni**, recolzada per la planificació urbana i el desplegament d'una infraestructura de transport públic adequada als entorns urbans, periurbans i rurals de Catalunya. Això pot reduir de manera substancial les emissions associades als desplaçaments de pacients i personal sanitari. Tal com s'ha mostrat en aquest estudi, el transport dels pacients presenta el potencial més elevat de reducció de carboni, principalment mitjançant el canvi modal cap al transport públic i actiu, combinat amb la progressiva electrificació de les flotes de vehicles.
3. **Reforçar les polítiques de promoció de la salut pública** que aborden els determinants ambientals i socials de la salut. Les prioritats inclouen: la reducció de la contaminació atmosfèrica, la promoció de dietes saludables i sostenibles, la lluita contra la pobresa energètica i l'estrès tèrmic, la millora de les condicions d'habitatge i laborals i la prioritització de la salut mental. Aquestes mesures busquen millorar la salut de la població i, com a conseqüència, reduir la demanda futura de serveis sanitaris, incloent-hi l'ús excessiu de productes farmacèutics. El canvi demogràfic per si sol ja preveu un augment substancial de la demanda, al qual s'afegiran les malalties i els impactes en la salut relacionats amb el canvi climàtic. Això incrementa la pressió sobre un sistema sanitari ja tensionat, fet que comporta un augment de la seva petjada de carboni i dificulta els esforços de mitigació.

- 4. Integrar clàusules ambientals en la contractació pública** de béns i serveis, reconeixent que més del 70% de la petjada de carboni del sector sanitari s'origina en la xarxa de subministrament. Això requereix formació específica i l'enfortiment de capacitats per al personal responsable de compres, de manera que puguin identificar i seleccionar opcions amb menor intensitat de carboni, incorporant des de l'origen els principis de l'economia circular.

El *EU's Strategic Public Procurement framework* ofereix criteris ambientals basats en el cicle de vida (Comissió Europea, 2020; 2021), però aquests continuen sent de caràcter voluntari. Atès que la descarbonització completa abans de 2050 és inassolible sense abordar les emissions de l'Abast 3 (Scope 3), les autoritats nacionals haurien de considerar fer obligatoris aquests criteris. Alguns impactes futurs de l'Abast 3 podrien mitigar-se mitjançant mecanismes fiscals, l'extensió del *EU Emission Trading System* (Comissió Europea, s.d.a) i l'ampliació del *Carbon Border Adjustment Mechanism* (Comissió Europea, s.d.b).

- 5. Establir mecanismes de finançament per millorar l'eficiència energètica.** Els centres sanitaris públics estan subjectes a directives europees estrictes. D'acord amb la Directiva d'Eficiència Energètica (Comissió Europea, 2023), els Estats membres han de renovar almenys el 3% de la superfície total útil dels edificis públics cada any per assolir els estàndards de reducció del consum anual d'energia del sector públic en un 1,9%. De manera similar, la Directiva sobre el Rendiment Energètic dels Edificis (Comissió Europea, 2024) estableix que tots els nous edificis públics hauran de complir els estàndards d'emissions zero abans de 2028. Tanmateix, cal intensificar les actuacions tant en edificis de salut públics com privats, incloent-hi la renovació profunda de les instal·lacions, la instal·lació de sistemes d'energia renovable in situ, la construcció de nous edificis d'emissions zero i l'adopció d'Acords de Compra d'Energia (PPA), que la Comissió Europea ja ha recolzat mitjançant plantilles de contractació per al sector públic (ACER, 2025).
- 6. Mantenir i ampliar el càlcul de la petjada de carboni del sistema de salut,** d'acord amb l'estàndard del GHG Protocol i la norma ISO 14064, com a requisit obligatori. Tal com es destaca al document *Theory of Change* (Zotova et al., 2025), és necessari establir un sistema robust de seguiment, notificació i verificació (MRV), no només per monitorar les emissions futures de GEH, sinó també per verificar els estalvis i avaluar-ne l'alineament amb els objectius futurs. Aquest sistema hauria de guiar la priorització de les mesures de mitigació i l'assignació de recursos financers, utilitzant eines com l'anàlisi del cost marginal d'abatiment.

El seguiment hauria d'estendre's més enllà dels hospitals i centres d'atenció primària, incloent-hi altres àmbits assistencials, com ara l'atenció domiciliària, els serveis de salut mental, les farmàcies comunitàries i altres instal·lacions complementàries. L'eina ScopeCO2, desenvolupada per ECODES, constitueix una base sòlida per al seguiment de les emissions de GEH als centres sanitaris, i s'està treballant progressivament per ampliar-ne l'Abast 3. Atès que les emissions de l'Abast 3 dominen la petjada del sector, és crucial un càlcul acurat en aquest àmbit.

Tot i que aquest informe ha aplicat un enfocament híbrid per comptabilitzar parcialment les emissions de la cadena de subministrament, cal més recerca per desenvolupar factors d'emissió fiables i específics per a Catalunya. En qualsevol cas, els esforços de mitigació en qualsevol àrea no haurien d'esperar a la implementació plena del càlcul de la petjada de carboni, especialment en aquells casos en què la recollida de dades suposi un repte important.

ÀMBIT DE CENTRE SANITARI – GERENTS I PROFESSIONALS NO ASSISTENCIALS

Aquest grup d'actors està format per directius i personal de centres hospitalaris i d'altres institucions sanitàries que no intervenen directament en l'atenció clínica. Inclou responsables de compres, personal administratiu i tècnic, gestors energètics, responsables de sostenibilitat i qualitat, i tècnics de gestió de residus i de serveis de neteja, entre d'altres.

Aquest col·lectiu va representar la majoria de participants en el procés de co-creació dut a terme en l'elaboració d'aquest informe. En conjunt, aquest grup es va caracteritzar per un alt nivell de coneixement tant en el càlcul de la petjada de carboni com en la identificació i implementació inicial de mesures de mitigació.

Tot i així, requereix un suport continuat dels òrgans de direcció i també dels equips operatius, com els de neteja, alimentació i altres proveïdors, per maximitzar-ne l'efectivitat. A més, la col·laboració amb el personal clínic és essencial per integrar les mesures de mitigació de manera efectiva en la pràctica assistencial quotidiana.

Recomanacions:

- 1. Coordinar l'acció interdepartamental.** Els gestors i professionals no assistencials actuen com a enllaç entre departaments i disciplines. Aquesta posició els permet identificar les principals fonts de residus i de consum energètic i facilitar l'optimització de processos. Una governança efectiva requereix que les accions de mitigació no assistencials complementin les pràctiques clíniques, especialment en aquells àmbits on els processos operatius interaccionen amb l'atenció al pacient.
- 2. Prioritzar les accions dins del seu àmbit d'actuació directe.** Els equips de compres i de gestió poden implementar intervencions com ara la contractació d'energia 100% renovable, la millora de la infraestructura per augmentar l'eficiència energètica, l'optimització en l'ús de recursos i facilitar una segregació i un tractament adequats dels residus. Diversos centres catalans ja han demostrat l'impacte mitigador d'aquestes mesures, aportant exemples de bones pràctiques escalables. Les mesures amb major potencial de reducció de carboni atribuïbles a aquest grup d'actors són, per ordre descendent: energia renovable, contractació verda, promoció de la mobilitat sostenible, eficiència energètica, reducció de residus alineat amb els principis de l'economia circular (diverses pràctiques), aliments baixos en carboni i estalvi d'aigua.
- 3. Enfortir les capacitats en contractació verda.** Els responsables de compres prenen decisions clau d'adquisició i, per tant, estan en una posició privilegiada per influir en les xarxes de subministrament. Oferir formació específica en compra sostenible els permetrà integrar clàusules ambientals en els concursos, amb objectius clars i justificats, prioritzant béns i serveis baixos en carboni i col·laborar amb la indústria i altres equips de compra per desenvolupar estratègies coordinades de contractació verda.
- 4. Definir fulls de ruta, mesurar i fer seguiment de les emissions de GEH.** Els gestors poden aprofitar la seva visió transversal, complementada amb la literatura existent sobre indicadors clau de rendiment (KPI), implementació de fulls de ruta i marcs de seguiment, per mesurar i impulsar de manera sistemàtica el progrés cap als objectius de mitigació del sistema sanitari, contribuint tant a la millora organitzativa com a la millora de la salut pública.
- 5. Participar activament en xarxes de col·laboració.** La participació continuada en iniciatives impulsades per associacions sectorials, projectes de recerca i administracions públiques permet als centres de salut col·lectivitzar el seu progrés, intercanviar bones pràctiques i enfortir l'aprenentatge col·lectiu entre instal·lacions.

PROFESSIONALS DE LA SALUT – PROFESSIONALS CLÍNICS I ASSISTENCIALS

Els i les professionals clínics i assistencials, entre els quals s'inclouen metges i metgesses, infermers i infermeres i altres professionals de la salut, tenen com a responsabilitat principal garantir una atenció segura i eficaç als pacients. Tot i això, les seves decisions quotidianes tenen un impacte significatiu en la petjada ambiental del sector, la qual, al seu torn, pot generar efectes perjudicials sobre la salut pública.

L'adopció de la perspectiva de la salut planetària dins la pràctica clínica suposa un canvi de paradigma cap a un model integrat d'atenció que abordi simultàniament la salut humana i la salut ambiental. Tanmateix, la integració d'aquest marc en els protocols i directrius clíniques, així com en les avaluacions de tecnologies sanitàries, encara es troba en fase de desenvolupament (Piggot et al., 2024).

A més, els professionals de la salut exerceixen un paper clau en la comunicació sanitària i en la presa de decisions en salut pública. Així mateix, la col·laboració entre els professionals sanitaris i els equips operatius dels centres és essencial per alinear les mesures de sostenibilitat amb les realitats clíniques.

Recomanacions:

- 1. Prioritzar les mesures de mitigació d'alt impacte basades en evidència.** Els inhaladors de pols seca tenen habitualment una petjada de carboni molt inferior a la dels inhaladors pressuritzats dosificadors. En el cas dels gasos anestèsics, el desflurà presenta un potencial d'escalfament global molt més elevat en comparació amb el del sevoflurà, l'isoflurà o alternatives intravenoses.
- 2. Integrar els principis de l'economia circular en els processos clínics per evitar i reduir residus.** Una part important de la generació de residus del sector prové de l'activitat clínica, especialment pels grans volums de plàstics d'un sol ús necessaris per al control d'infeccions i la seguretat del pacient, sobretot en entorns quirúrgics. Els i les professionals clínics influeixen directament en aquests impactes a través de l'elecció dels productes i dispositius que, quan sigui clínicament segur i factible, podrien substituir-se per alternatives reutilitzables o redissenyar-se si s'estableix una major col·laboració i intercanvi amb la indústria i l'acadèmia.
- 3. Promoure una atenció preventiva i de valor, abordant la sobreprescripció i la sobremedicació.** Guies consolidades com [Choosing Wisely](#) defensen la reducció de diagnòstics, tractaments i usos de recursos innecessaris, incrementant alhora els co-beneficis per a la salut i el medi ambient. Els productes farmacèutics constitueixen un punt crític de la petjada de carboni sanitària, quan sigui clínicament apropiat, es poden considerar intervencions no farmacològiques, com ara l'activitat física, la vinculació social, el contacte amb entorns naturals o altres mesures de promoció de la salut.
- 4. Fomentar la col·laboració bidireccional amb els equips de gestió dels centres sanitaris** per assegurar que l'avaluació de les emissions de GEH i les mesures de mitigació siguin realistes i aplicables dins del context clínic. A partir de la seva expertesa professional, les i els clínics poden contribuir al disseny de noves mesures. Aquest enfocament bidireccional garanteix que les iniciatives de sostenibilitat siguin efectives i compatibles amb l'atenció al pacient, alhora que fomenta l'evidència científica i l'intercanvi de coneixement.
- 5. Implicar els pacients en pràctiques sanitàries sostenibles,** promovent hàbits que reforcin tant la salut personal com la sostenibilitat ambiental, com ara l'exercici físic regular i les dietes saludables i baixes en carboni. També poden actuar com a actors de sensibilització sobre la connexió entre clima i salut, adoptant una perspectiva de salut planetària. A més, cal educar els pacients sobre l'ús adequat dels recursos sanitaris per prevenir el sobreús i la sobrediagnosi, així com sobre l'ús correcte i l'eliminació responsable dels productes farmacèutics.

(IM)PACIENTS PEL PLANETA – USUARIS DEL SISTEMA DE SALUT

Els pacients empoderats, entesos aquí com a usuaris i usuàries del sistema sanitari que busquen activament informació, són conscients dels vincles entre el canvi climàtic i la salut, i estan disposats a adoptar comportaments més sostenibles. Enquestes realitzades a Alemanya (Scholz et al., 2024) i als Països Baixos (Cohen et al., 2025) indiquen que, tot i que moltes persones entenen el canvi climàtic i les seves conseqüències sobre la salut, la seva disposició a acceptar tractaments alternatius per motius de sostenibilitat és variable. Alguns pacients mostren predisposició al canvi sempre que no es comprometi el resultat clínic, mentre que d'altres prioritzen la salut per sobre de les consideracions ambientals, fins i tot en casos d'equivalència terapèutica. Cal més recerca per comprendre millor el nivell de coneixement i el comportament de la ciutadania a Catalunya envers els vincles entre clima i salut.

L'abast de la contribució dels pacients a la mitigació del canvi climàtic en l'àmbit sanitari va més enllà de les decisions de tractament o dels processos clínics, que continuen essent responsabilitat dels professionals de la salut. També inclou l'adopció d'opcions de mobilitat baixa en carboni i un ús responsable dels recursos sanitaris i dels productes farmacèutics. A més, promou que els pacients i usuaris del sistema de salut participin activament en iniciatives sobre clima i salut i segueixin les recomanacions preventives dels professionals i de les autoritats sanitàries.

Com a pacients, o potencials pacients, repensar què entenem per salut, qualitat de vida i benestar és essencial per reduir la pressió sobre els serveis sanitaris. Això implica també qüestionar-se la creixent medicalització de la vida, on qualsevol malestar o desviació d'una noció idealitzada de salut es tracta com un problema mèdic. El pressupòsit cultural de l'autocontrol i l'autooptimització constants pot, paradoxalment, derivar en problemes de salut mental, incrementar l'ús dels serveis sanitaris i normalitzar la dependència excessiva de la indústria farmacèutica. Per això, cal donar suport als pacients perquè puguin distingir entre necessitats mèdiques reals i pressions socials construïdes i viceversa.

Recomanacions:

- 1. Adoptar opcions de mobilitat sostenibles per accedir als serveis sanitaris**, incloent-hi el transport actiu, el transport públic o els vehicles d'emissions zero, sempre que sigui possible. Els desplaçaments de pacients i visitants cap als centres sanitaris representen un punt crític d'emissions i, en aquest estudi, l'electrificació del transport i mobilitat activa han emergit com les mesures amb més potencial de mitigació (Figura 8). Això posa de manifest la importància de promoure desplaçaments sostenibles i d'ampliar l'atenció comunitària i la telemedicina per reduir els desplaçaments innecessaris.
- 2. Fer un ús responsable dels serveis sanitaris, evitant proves diagnòstiques o procediments innecessaris** realitzats únicament per tranquil·litzar, i prevenint l'ús excessiu de medicaments, especialment d'antibiòtics quan no han estat prescrits. Durant les visites als centres de salut, els pacients poden també adoptar pràctiques sostenibles, com ara utilitzar productes reutilitzables i seguir les indicacions del centre per reduir el consum d'energia i d'aigua, així com evitar el malbaratament alimentari.
- 3. Gestionar correctament els residus farmacèutics** fent ús dels programes de recollida específics (punts SIGRE) per evitar la contaminació ambiental.
- 4. Fer ús de solucions de salut digital**, com la telemedicina o l'obtenció de resultats per via electrònica, sempre que sigui clínicament apropiat, per reduir desplaçaments, l'ús de paper i el consum de recursos. Amb aquestes eines, els pacients poden disminuir el seu impacte ambiental sense perdre accés a l'atenció sanitària. En els escenaris modelitzats, l'adopció ampliada de la telemedicina es va situar com la quarta mesura amb més potencial de mitigació.

5. **Adoptar estils de vida més saludables, promovent l'activitat física, una alimentació equilibrada i la connexió social**, per reduir la demanda sobre el sistema sanitari i gaudir d'un millor estat de benestar. Cal prestar una atenció especial als col·lectius vulnerables, com ara adolescents amb dificultats de salut mental, persones grans en risc d'aïllament social i població migrada en situació irregular o en risc d'exclusió social.

7. Conclusions

Aquest informe presenta la metodologia i els resultats de la petjada de carboni i dels escenaris de mitigació del sistema de salut de Catalunya, en el marc del projecte europeu CATALYSE *Horizon*. L'objectiu ha estat generar dades quantitatives i recomanacions basades en l'evidència científica per integrar estratègies de mitigació del canvi climàtic dins del sector de la salut, utilitzant el sistema de salut de Catalunya com a estudi de cas.

Les avaluacions prèvies de petjada de carboni a escala de centre sanitari a Espanya solen excloure gran part de les emissions de l'Abast 3, especialment aquelles associades als productes farmacèutics (~18% del total), als béns i serveis adquirits com els consumibles mèdics (~24%), als equipaments (~7%) i a l'alimentació de pacients (~7%). Les emissions relacionades amb el transport quotidià del personal (~4,6%) i amb els desplaçaments de pacients als centres (~16%) també s'han passat sovint per alt per manca de dades. En qualsevol cas, existeix encara un ampli marge de millora pel que fa a la incorporació de més tipologies de productes i serveis dins de la xarxa de subministrament del sistema de salut, amb l'objectiu d'obtenir resultats cada vegada més representatius de la realitat.

Tot i això, les institucions sanitàries capdavanteres de Catalunya són plenament conscients del seu impacte ambiental i, en els darrers anys, han avançat cap a sistemes de salut més baixos en carboni mitjançant una àmplia varietat de bones pràctiques. Aquest compromís es va evidenciar durant el procés de co-creació, en què el 70% de les estratègies de mitigació proposades es van considerar viables. D'aquestes, la meitat es van classificar com a “viables amb limitacions socials”, fet que subratlla la importància d'incrementar la sensibilització i oferir formació als professionals sanitaris, proveïdors i pacients per garantir una implementació adequada de les mesures. Aquestes institucions capdavanteres van servir de base per a un dels escenaris de mitigació (FRONT, *Frontrunners*).

Tanmateix, la implicació de tots els centres sanitaris és essencial per assolir una mitigació sistèmica dels GEH, com s'il·lustra a l'escenari DESIR (*Desirable*). La reducció total estimada oscil·la entre el 14% en l'escenari FRONT i el 61% en l'escenari DESIR l'any 2050, considerant també les reduccions externes intersectorials en energia i transport. Les mesures de mitigació amb major potencial de reducció inclouen: l'electrificació del transport i la promoció de la mobilitat activa per al personal i els pacients, la implementació de la telemedicina, l'obtenció d'un subministrament elèctric 100% renovable i la integració efectiva de clàusules ambientals en la contractació pública per impulsar la descarbonització al llarg de la cadena de subministrament. La resta de mesures de mitigació, tot i que tenen un impacte més moderat, formen part essencial de l'esforç general i no s'han de subestimar.

Tal com mostren els escenaris, assolir una reducció consistent i sostinguda d'emissions requereix una descarbonització integral i intersectorial que inclogui els sectors de l'energia, del transport i de la xarxa de subministrament. Si només es duguessin a terme les reduccions internes, és a dir, aquelles aconseguides dins dels centres sanitaris, el potencial total de reducció de carboni seria aproximadament la meitat del que s'obté quan s'hi afegeixen les reduccions externes (intersectorials). En l'escenari FRONT, per exemple, sense les reduccions externes, la mitigació aconseguida dins dels centres sanitaris capdavaners no seria suficient ni tan sols per compensar l'augment de la petjada de carboni derivada del creixement demogràfic i l'envelliment previst de la població.

Les reduccions externes d'emissions només poden assolir-se complint els objectius del Pacte Verd Europeu i fomentant canvis de comportament més profunds. Els resultats d'aquest estudi indiquen que, fins i tot amb la implementació completa de les estratègies de mitigació proposades a tot el sector, arribar a les zero emissions en l'àmbit sanitari continua sent un repte considerable, especialment a causa de l'envelliment de la població. Per això, cal una acció més valenta i ambiciosa. En conseqüència, la transició cap a un sistema de salut “intel·ligent i neutre en carboni” a Catalunya requereix una combinació d'iniciatives *bottom-up* impulsades pels propis centres sanitaris i d'un suport polític i

estratègic (*top-down*), amb mecanismes de facilitació, finançament i innovació. Tal com s'ha assenyalat, aquest procés ha d'anar acompanyat de la descarbonització dels sectors transversals, com l'energia, el transport, el sistema alimentari i la xarxa de subministrament.

Els escenaris de mitigació es basen en estimacions de la petjada de carboni i se centren únicament en el potencial d'escalfament global com a impacte ambiental. Tanmateix, altres impactes ambientals i sobre la salut derivats de la prestació sanitària s'estenen més enllà de les emissions de GEH. Per aquest motiu, cal dur a terme avaluacions específiques i detallades mitjançant la perspectiva de l'anàlisi del cicle de vida per tal de donar suport a una presa de decisions ben fonamentada.

L'evidència generada en aquest informe estableix les bases per al desenvolupament de recomanacions adaptades al sistema de salut de Catalunya. Aquestes recomanacions assignen les responsabilitats de cada acció de mitigació modelitzada en els escenaris als grups d'actors corresponents. Alhora, estableixen indicacions estratègiques adreçades als responsables polítics i de l'administració pública, als gestors i personal no clínic dels centres sanitaris, als professionals de la salut (metgesses, metges, infermeres, infermers i altres perfils professionals), així com a les persones pacients i usuàries del sistema de salut.

La futura recerca hauria d'explorar com es poden integrar de manera sistemàtica les evidències i els criteris ambientals en els processos de presa de decisions, des de les estratègies governamentals de caràcter macro fins a les operacions quotidianes dels professionals sanitaris i els equips de compra i contractació. És necessari disposar de marcs pragmàtics basats en els principis de la salut planetària, que permetin considerar conjuntament els beneficis en salut, en medi ambient i en economia en la planificació i prestació dels serveis sanitaris.

En darrer terme, l'increment de la petjada de carboni derivat d'un major ús dels serveis sanitaris a causa del creixement i l'envelliment de la població limita el potencial de mitigació projectat en els escenaris actuals. La incorporació de pressions addicionals, com les malalties relacionades amb el canvi climàtic o els fenòmens meteorològics extrems, fa que les accions de mitigació previstes siguin insuficients per assolir els objectius de reducció establerts per la Unió Europea.

Malgrat això, el sector de la salut, i en particular el sistema de salut de Catalunya, pot exercir un paper clau en la mitigació del canvi climàtic, no només en l'àmbit intern sinó també com a agent d'influència sobre altres sectors de l'economia i de la societat. Aquesta contribució es pot materialitzar tant mitjançant els esforços de descarbonització del propi sector com a través de la sensibilització sobre els impactes del canvi climàtic en la salut i la promoció d'estils de vida més saludables i sostenibles. Amb aquesta orientació, el sector pot contribuir a contenir l'augment previst de la demanda sanitària associada a les malalties relacionades amb el clima, a les futures pandèmies i als fenòmens meteorològics extrems, reptes que ja es manifesten en un sistema cada vegada més tensionat.

8. Referències

- ACA. Estalvi i eficiència de l'aigua. Agència Catalana de l'aigua. 2024. <https://aca.gencat.cat/ca/laca/campanyes-i-divulgacio/campanyes/estalvi-i-eficiencia-de-laigua/index.html>
- ADEME. AGRIBALYSE v3.1.1: French agricultural life cycle inventory database [Data set]. 2023. <https://doc.agribalyse.fr/documentation-en>
- AQuAS., & Departament de Salut. Generalitat de Catalunya. Observatori del Sistema de Salut de Catalunya. Àmbit d'atenció hospitalària. Dades 2017-2023 de la Central de Resultats. 2024, October. <https://aquas.gencat.cat/ca/fem/central-resultats/index.html>
- Barratt, A. L., Bell, K. J. L., Charlesworth, K., & McGain, F. High value health care is low carbon health care. Medical Journal of Australia, 216(2), 67–68. 2022. <https://doi.org/10.5694/mja2.51331>
- CCMC, LA SALUT DEL PLANETA, LA NOSTRA SALUT. 2021. <https://www.ccmc.cat/Upload/Documents/9/3/9399.PDF>
- Cohen ES, Kringos DS, Kouwenberg LHJA, Sperna Weiland NH, Richie C, Aarts JWM, Hehenkamp WJK. Patient perspectives on climate friendly healthcare: an exploratory study in obstetrics and gynaecology. Patient Educ Couns. 2025 Jan;130:108427. doi: 10.1016/j.pec.2024.108427. Epub 2024 Sep 4. PMID: 39243531.
- Consorti Salut i Social. L'aigua a l'entorn salut Proposta de mesures per a la reducció i optimització del consum d'aigua. 2024. <https://www.consorti.org/actualitat/noticies/2124/publiquem-un-document-amb-propostes-per-estalviar-aigua-a-lentorn-salut>
- CTESC. Consell de Treball, E. i S. de Catalunya. El sector salut a Catalunya. Resum executiu. Consideracions i recomanacions. 2024. https://ctesc.gencat.cat/doc/doc_36730068_1.pdf
- CHV. Economia Circular al Consorci Hospitalari de Vic (CHV). Aprofitant el residu tèxtil. 2024. https://clubemas.cat/mm/file/ECONOMIA%20CIRCULAR%20AL%20SECTOR%20SANITARI/RESIDUS%20TEXTILS%2020_09_2024/CircularitatTextil_CHV.pdf
- CHV. Sostenibilitat ambiental. 2023. <https://www.chv.cat/consorci/responsabilitat-social/sostenibilitat-ambiental/>
- DEFRA. UK Department for Energy Security and Net Zero. “Greenhouse gas reporting: conversion factors 2023,” Gov.uk, 2023. <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2023>
- Districlima. Indicadores medioambientales red urbana de calor y frío de Districlima. (2024) <https://www.districtlima.com/ca/documents>
- Drew, J., Christie, S. D., Rainham, D., & Rizan, C. HealthcareLCA: an open-access living database of health-care environmental impact assessments. In The Lancet Planetary Health (Vol. 6, Issue 12, pp. e1000–e1012). 2022. Elsevier B.V. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00257-1](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00257-1)
- Dyck, M., Davidsdottir, B., and Ögmundarson, Ó., Guarantees of Origin and the Need to Harmonise Approaches to Account for Electricity in Life Cycle Assessment. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5016551>
- Duindam, D. Transitioning to Sustainable Healthcare: Decarbonising Healthcare Clinics, a Literature Review. Challenges, 13(2), 68. 2022. <https://doi.org/10.3390/challe13020068>

- Eckelman, M. J., & Sherman, J. Environmental Impacts of the U.S. Health Care System and Effects on Public Health. *PLOS ONE*, 11, e0157014. 2016. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0157014>
- Eckelman, M. J., Sherman, J. D., & MacNeill, A. J. Life cycle environmental emissions and health damages from the Canadian healthcare system: An economic-environmental-epidemiological analysis. *PLoS Medicine*, 15(7). 2018. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002623>
- ECODES. Servizo Galego de Saúde. Informe “Buenas prácticas en la descarbonización del Servicio Gallego de Salud”. 2025. https://sanidadporelclima.es/images/informes/informe_BP_Galicia.pdf
- Ecoinvent Association. Ecoinvent database version 3.10. 2023. <https://www.ecoinvent.org>
- Ecoinvent Association. Ecoinvent database version 3.11. 2025. <https://www.ecoinvent.org>
- European Commission. Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2001/77/oj/eng>
- European Commission. DIRECTIVE (EU) 2018/2001 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast). 2018. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2018/2001/oj/eng>
- European Commission. Directive (EU) 2023/2413 of the European Parliament and of the Council of 18 October 2023 amending Directive (EU) 2018/2001, Regulation (EU) 2018/1999 and Directive 98/70/EC as regards the promotion of energy from renewable sources and repealing Council Directive (EU) 2015/652. 2023. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/2413/oj/eng>
- European Commission. National energy and climate plans EU countries’ 10-year national energy and climate plans for 2021-2030. 2019. https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/implementation-eu-countries/energy-and-climate-governance-and-reporting/national-energy-and-climate-plans_en#national-energy-and-climate-plans-2021-2030
- European Commission. Directorate-General for Research and Innovation. Climate change and public health: a new roadmap for research and innovation to reduce risks. 2025, June 5. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/news/all-research-and-innovation-news/climate-change-and-public-health-new-roadmap-research-and-innovation-reduce-risks-2025-06-05_en
- European Commission. Directive (EU) 2023/1791 of the European Parliament and of the Council of 13 September 2023 on energy efficiency and amending Regulation (EU) 2023/955 (recast), https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ%3AJOL_2023_231_R_0001&qid=1695186598766
- European Commission. Directive (EU) 2024/1275 of the European Parliament and of the Council of 24 April 2024 on the energy performance of buildings (recast). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L_202401275&pk_keyword=Energy&pk_content=Directive
- European Commission. Directorate-General for Health and Food Safety. EU4Health programme 2021-2027 – a vision for a healthier European Union. https://health.ec.europa.eu/funding/eu4health-programme-2021-2027-vision-healthier-european-union_en#email
- European Commission, 2021; COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS Pathway to a Healthy Planet for All EU Action Plan: 'Towards Zero Pollution for Air, Water and Soil' <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52021DC0400>

- European Commission, 2020; COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS, A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe, COM/2020/98 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN>
- European Commission, Carbon Border Adjustment Mechanism, https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en
- European Union Agency for the Cooperation of Energy Regulators, 2025. Power Purchase Agreements (PPAs), <https://www.acer.europa.eu/electricity/market-monitoring/ppas>
- Eva S. Cohen, Dionne S. Kringos, Lisanne H.J.A. Kouwenberg, Nicolaas H. Sperna Weiland, Cristina Richie, Johanna W.M. Aarts, Wouter J.K. Hehenkamp. Patient perspectives on climate friendly healthcare: an exploratory study in obstetrics and gynaecology, Patient Education and Counseling, Volume 130, 2025, <https://doi.org/10.1016/j.pec.2024.108427>
- FSM. A NetZero University Hospital. 2024. https://fsm.cat/sites/default/files/documentation/netzero-hospital_llibre-green-hospital_0.pdf
- Fundació Althaia. Althaia inicia una campanya per aconseguir un major estalvi d'aigua davant de la persistència de la sequera - Fundació Althaia. 2023. <https://www.althaia.cat/althaia/ca/corporatiu/comunicacio/noticies/althaia-inicia-una-campanya-per-aconseguir-un-major-estalvi-d2019aigua-davant-de-la-persistencia-de-la-sequera>
- Generalitat de Catalunya. Departament de Salut. L'estat de salut, els comportaments relacionats amb la salut i l'ús de serveis sanitaris a Catalunya, 2023 Resum executiu dels principals resultats de l'ESCA del 2023. 2024a. https://scientiasalut.gencat.cat/bitstream/handle/11351/11405/enquesta_salut_catalunya_resum_executiu_ca_2023.pdf?sequence=8&isAllowed=y
- Generalitat de Catalunya. Pla d'acció departamental Departament de Salut XV. 2024b. https://govern.cat/govern/docs/SLT_PD.pdf
- Generalitat de Catalunya. *Despesa sanitària a Catalunya per agents 2013-2023 Components de la despesa sanitària*. 2024c. <https://catsalut.gencat.cat/ca/coneix-catsalut/informacio-economica/despesa-sanitaria-catalunya/>
- Generalitat de Catalunya. *Pla d'acció de compra pública verda 2022-2025*. 2022. <https://agricultura.gencat.cat/ca/departament/contractacio/compra-publica-verda/pla-accio/index.html>
- Generalitat de Catalunya. Els CAP tindran una nova eina per calcular la seva petjada de carboni. 2025. <https://govern.cat/gov/notes-premsa/722222/cap-tindran-nova-eina-calculer-seva-petjada-carboni>
- Gobierno de España. Ministerio de Sanidad. Actuaciones para la evaluación del impacto de la huella climática en centros sanitarios. 2023. <https://www.sanidad.gob.es/areas/sanidadAmbiental/riesgosAmbientales/saludCC/huelladeCarbono/docs/actuacionesEvImpactoHuellaCentrosSanitarios.pdf>
- HCWH Europe. LEADING BY EXAMPLE Climate-smart Healthcare Solutions in Europe. 2025. <https://europe.noharm.org/news/leading-example-climate-smart-healthcare-solutions-europe>

- HCWH Europe. Global roadmap for health care decarbonization, 2022.
<https://healthcareclimateaction.org/roadmap>
- Holzapfel, P., Bach, V. & Finkbeiner, M. Electricity accounting in life cycle assessment: the challenge of double counting. *Int J Life Cycle Assess* **28**, 771–787. 2023. <https://doi.org/10.1007/s11367-023-02158-w>
- Hospital Germans Trias i Pujol Catering Arcasa. Guia de bones pràctiques per a la donació d'excedents alimentaris. Hospital Germans Trias i Pujol Catering Arcasa. 2022.
https://hospitalgermanstrias.cat/documents/11562/0/Guia_bones_practiques_donacio_HUGTIP_ARCA_SA+2017_1016.pdf/c4aececb-b67b-4abb-ae8c-83f6f52652b0
- ICS. ICSverds, cap a la descarbonització. 2023a. <https://ics.gencat.cat/ca/lics/responsabilitat-social-corporativa/gestio-ambiental/ics-verds/icsverds-cap-a-la-descarbonitzacio-0/index.html>
- ICS. ICSverds, reduint el consum de plàstic. 2023b. <https://ics.gencat.cat/ca/lics/responsabilitat-social-corporativa/gestio-ambiental/ics-verds/icsverds-reduint-el-consum-de-plastic/index.html>
- ICS. Política ambiental de l' Institut Català de la Salut. 2024. <https://ics.gencat.cat/ca/lics/responsabilitat-social-corporativa/gestio-ambiental/politica-ambiental-2024/>
- Idescat. Population Projections (base 2024). 2022, April 7.
<https://www.idescat.cat/indicadors/?id=aec&n=15257&lang=en>
- Institut Metròpoli. ATM. Enquesta de mobilitat en dia feiner 2023 (EMEF 2023). 2024.
https://www.omc.cat/w/enquestaemef?p_l_back_url=%2Fca%2Fweb%2Fobservatori%2Fcercador%3Fq%3Denquesta%2Bdies%2Bfeiners%2B2022&p_l_back_url_title=Cercador
- Karliner, J., Slotterback, S., Boyd, R., Ashby, B., & Steele, K. HEALTH CARE'S CLIMATE FOOTPRINT HOW THE HEALTH SECTOR CONTRIBUTES TO THE GLOBAL CLIMATE CRISIS AND OPPORTUNITIES FOR ACTION Health Care Without Harm Climate-smart health care series Green Paper Number One Produced in collaboration with Arup. 2017.
https://global.noharm.org/sites/default/files/documentsfiles/5961/HealthCaresClimateFootprint_092319.pdf
- Keil, M. The greenhouse gas emissions of a German hospital - A case study of an easy-to-use approach based on financial data. *Cleaner Environmental Systems*, 11, 100140. 2023.
<https://doi.org/10.1016/J.CESYS.2023.100140>
- Kiesewetter, G., Filippidou, F., Tsiropoulos, I., Witzke, P., Petropoulou, V., Karkatsoulis, P., Kokkinos, C., Salputra, G., Nieuwenhuijsen, M. J., Velázquez-Cortés, D., Hsu, S.-C., Hamilton, I., Springmann, M., Slater, J., Lindl, F., Gueret, S., Zhang, S., Tonne, C., & Klimont, Z. Emission scenarios for CATALYSE Deliverable D-2.1. 2024.
- King's College Hospital NHS Foundation Trust. Sustainable Healthcare for All-a Green Plan for King's 2021-2026. 2021. <https://www.kch.nhs.uk/wp-content/uploads/2023/01/mi-347.2-kings-green-plan.pdf>
- Kitzes, J. An introduction to environmentally-extended input-output analysis. In *In Resources* (Vol. 2, Issue 4, pp. 489–503). MDPI AG. 2013. <https://doi.org/10.3390/resources2040489>
- Koroma, M., S., Costa, D., Philippot, M., Cardellini, G., Hosen, M.S., Thierry Coosemans, T., Messagie, M., Life cycle assessment of battery electric vehicles: Implications of future electricity mix and different battery end-of-life management, *Science of Total Environment* (2022), Jul 20;831:154859. doi: [10.1016/j.scitotenv.2022.154859](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154859)

- Lakatos, K., Teherani, A., Thottathil, S. E., Gandhi, S., Weiser, S. D., & Brindis, C. D. A race to net zero—early lessons from healthcare’s decarbonization marathon. *Health Affairs Scholar*, 1(1). 2023. <https://doi.org/10.1093/haschl/qxad006>
- Lenzen, M., Malik, A., Li, M., Fry, J., M Chaves, L. S., Weisz, H., Pichler, P., Malik, A., Lenzen, M., Li, M., Fry, J., Weisz, H., Pichler, P.-P., Suveges Moreira Chaves, L., Capon, A., & Pencheon, D. (2020). The environmental footprint of health care: a global assessment. In *Articles Lancet Planet Health* (Vol. 4). [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30121-2](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30121-2)
- Leontief W. Quantitative input and output relations in the economic systems of the United States. *Rev Econ Stat*, 18: 105-25. 1936. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/1927837>
- Malik, A., Padget, M., Carter, S., Wakiyama, T., Maitland-Scott, I., Vyas, A., Boylan, S., Mulcahy, G., Li, M., Lenzen, M., Charlesworth, K., & Geschke, A. *Environmental impacts of Australia’s largest health system*. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105556>
- Mermillod, B., Tornare, R., Jochum, B., Ray, N., & Flahault, A. Estimating the Carbon Footprint of Healthcare in the Canton of Geneva and Reduction Scenarios for 2030 and 2040. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21(6). 2024. <https://doi.org/10.3390/ijerph21060690>
- Miller, R. E., & Blair, P. D. *Input-Output Analysis Foundations and Extensions Second Edition*. 2009. <https://doi.org/https://doi.org/10.1017/CBO9780511626982>
- Ministerio de Sanidad. Registro General de centros, servicios y establecimientos sanitarios (REGCESS). 2023. <https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/estadisticas/sisInfSanSNS/ofertaRecursos/regCess/home.htm>
- Ministerio de Sanidad. Informe Anual del Sistema Nacional de Salud 2023. Informes, estudios e investigación 2024. 2024. <https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/estadisticas/sisInfSanSNS/tablasEstadisticas/InfAnSNS.htm>
- Muñoz and Cato. Empowering Green Choices: Analyzing the Efficacy of Spain’s Renewable Energy Guarantee of Origin System, Valentina Muñoz and Causey Cato, 2024, Master Thesis, UPF BSM, 2024. <https://www.upf.edu/web/focus/w/premis-academics-2024>
- NICE. Environmental impact report: Medicines optimisation. Implementing the NICE guideline on medicines optimisation (NG5). <https://www.nice.org.uk/Media/Default/About/what-we-do/Into-practice/resource-impact-assessment/Medicines-optimisation-sustainability-report.pdf>
- Nieuwenhuijsen, M. J.. Urban and transport planning pathways to carbon neutral, liveable and healthy cities; A review of the current evidence. In *Environment International* (Vol. 140). Elsevier Ltd. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105661>
- NHS England, N. I. Delivering a “Net Zero” National Health Service. 2021. <https://www.england.nhs.uk/greenernhs/wp-content/uploads/sites/51/2020/10/delivering-a-net-zero-national-health-service.pdf>
- OECC. Factores de emisión 2007-2023. 2024. https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/calculadora_hc_tcm30-485617.xlsx
- OCCC. Factor de emisión de la energía eléctrica: el mix eléctrico. 2025. https://canviclimatic.gencat.cat/es/actua/factors_demissio_associats_a_lenergia/

- OCCC. Guia de càlcul d'emissions de GEH de l'OCCC. Versió 2022 i 2023. 2024. https://canviclimatic.gencat.cat/ca/actua/guia_de_calcul_demissions_de_co2/
- OCCC. Fundació Sanitària Mollet. INFORME ANUAL 2024. ACORD VOLUNTARIS. Hospital de Mollet. 2024. https://canviclimatic.gencat.cat/ca/ambits/mitigacio/acords_voluntaris/Organitzacions-adherides-i-informes-anuals/organitzacions-programa-acords-voluntaris/index.html (Accessed June 20, 2025)
- OCCC. Hospital Universitari Germans Trias i Pujol. INFORME ANUAL 2024. ACORD VOLUNTARIS. Hospital Universitari Germans Trias i Pujol. 2024. https://canviclimatic.gencat.cat/ca/ambits/mitigacio/acords_voluntaris/Organitzacions-adherides-i-informes-anuals/organitzacions-programa-acords-voluntaris/index.html
- OCCC. Institut Català d'Oncologia. INFORME ANUAL 2024. ACORD VOLUNTARIS. Institut Català d'Oncologia. 2024. https://canviclimatic.gencat.cat/ca/ambits/mitigacio/acords_voluntaris/Organitzacions-adherides-i-informes-anuals/organitzacions-programa-acords-voluntaris/index.html
- OCCC. Mútua de Terrassa. INFORME ANUAL 2024. ACORD VOLUNTARIS. Mútua de Terrassa. 2024. https://canviclimatic.gencat.cat/ca/ambits/mitigacio/acords_voluntaris/Organitzacions-adherides-i-informes-anuals/organitzacions-programa-acords-voluntaris/index.html
- Pernigotti, D., Stonham, C., Panigone, S., Sandri, F., Ferri, R., Unal, Y., & Roche, N. (2021). Reducing carbon footprint of inhalers: analysis of climate and clinical implications of different scenarios in five European countries. *BMJ Open Respiratory Research*, 8(1). 2021. <https://doi.org/10.1136/bmjresp-2021-001071>
- Pichler, P. P., Jaccard, I. S., Weisz, U., & Weisz, H. International comparison of health care carbon footprints. *Environmental Research Letters*, 14(6). 2019. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab19e1>
- Romanello, M., Di Napoli, C., Drummond, P., Green, C., Kennard, H., Lampard, P., Scamman, D., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Ford, L. B., Belesova, K., Bowen, K., Cai, W., Callaghan, M., Campbell-Lendrum, D., Chambers, J., van Daalen, K. R., Dalin, C., Dasandi, N., ... Costello, A. (2022). The 2022 report of the Lancet Countdown on health and climate change: health at the mercy of fossil fuels. *The Lancet*, 400(10363), 1619–1654. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)01540-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)01540-9)
- Romanello, M., Walawender, M., Hsu, S.-C., Moskeland, A., Palmeiro-Silva, Y., Scamman, D., Smallcombe, J. W., Abdullah, S., Ades, M., Al-Maruf, A., Ameli, N., Angelova, D., Ayeb-Karlsson, S., Ballester, J., Basagaña, X., Bechara, H., Beggs, P. J., Cai, W., Campbell-Lendrum, D., ... Costello, A. (2025). The 2025 report of the Lancet Countdown on health and climate change. *The Lancet*. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(25\)01919-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(25)01919-1)
- Sanidad por el Clima. SCOPECO2 tool. 2025. <https://sanidadporelclima.es/herramientas/scope-co2>
- Sergeant, M., Webster, R., Varangu, L., Rao, A., Kandasamy, S., Rampton, M., Mathur, N., & Hategan, A. Identifying Opportunities for Greenhouse Gas Reductions and Cost Savings in Hospitals: A Knowledge Translation Tree. *Healthcare Quarterly* (Toronto, Ont.), 25(3), 18–24. 2022. <https://doi.org/10.12927/hcq.2022.26946>
- Setoguchi, S., Leddin, D., Metz, G., & Omary, M. B. Climate Change, Health, and Health Care Systems: A Global Perspective. *Gastroenterology*, 162, 1549–1555. 2022. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2022.02.037>
- Scholz F, Börner N, Schust SA, Schardey J, Kühn F, Renz B, Angele M, Werner J, Guba M, Jacob S. Focus on patient perspectives in climate action policies for healthcare. A German survey analysis on what patients are willing to do. *Front Public Health*. 2024. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1477313>

- SIGRE. Memoria de Sostenibilidad 2023. Una alianza para una sola salud. 2023. <https://www.memoriasigre.com/2023/Memoria-de-Sostenibilidad-2023-SIGRE.pdf>
- Singh, H., Sherman, J. D., & Director, F. Reducing Healthcare Carbon Emissions A Primer on Measures and Actions for Healthcare Organizations to Mitigate Climate Change. 2022. www.ahrq.gov
- Sharma, B., Swanton, B., Kuo, J., Sysawang, K., Yagyu, S., Motala, A., Tolentino, D., Meshkati, N., Hempel, S; Use of Life Cycle Assessment in the Healthcare Industry: Environmental Impacts and Emissions Associated With Products, Processes, and Waste, Agency for Healthcare Research and Quality. 2024. https://effectivehealthcare.ahrq.gov/sites/default/files/related_files/lifecycle-assessment-tech-brief.pdf
- Sherman, J. D., MacNeill, A. J., Biddinger, P. D., Ergun, O., Salas, R. N., & Eckelman, M. J. Sustainable and Resilient Health Care in the Face of a Changing Climate. 2023. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-PUBLHEALTH-071421-051937>
- Soares, A. L., Buttigieg, S. C., Bak, B., McFadden, S., Hughes, C., McClure, P., Couto, J. G., & Bravo, I. A Review of the Applicability of Current Green Practices in Healthcare Facilities. International Journal of Health Policy and Management, 12(Issue 1), 1–15. 2023. <https://doi.org/10.34172/IJHPM.2023.6947>
- Steenmeijer, M. A., Rodrigues, J. F. D., Zipp, M. C., & Waaijers-van der Loop, S. L. The environmental impact of the Dutch health-care sector beyond climate change: an input–output analysis. The Lancet Planetary Health, 6(12), e949–e957. 2022. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00244-3](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00244-3)
- Tennison, I., Roschnik, S., Ashby, B., Boyd, R., Hamilton, I., Oreszczyn, T., Owen, A., Romanello, M., Ruyssevelt, P., Sherman, J. D., Smith, A. Z. P., Steele, K., Watts, N., & Eckelman, M. J. Health care’s response to climate change: a carbon footprint assessment of the NHS in England. The Lancet Planetary Health, 5(2), e84–e92. 2021. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30271-0](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30271-0)
- Thanda-Lake Eyre, K., & Australia, S. National Health and Climate Strategy. 2023. Retrieved February 2, 2024, from <http://www.dpmc.gov.au/government/>
- Thottathil, S. E. Sustainable food procurement by the University of California’s health systems: Reflections on 10 years and recent COVID-19 challenges. Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development, 12(1), 79–93. 2022. <https://doi.org/10.5304/jafscd.2022.121.004>
- Tonne, C., Sieber, S., Filippidou, F., Tsiropoulos, I., Petropoulou, V., Kiesewetter, G., Klimont, Z., Höglund-Isaksson, L., Witzke, P., Springmann, M., Pozzer, A., Lelieveld, J., Hamilton, I., Hsu, S.-C., Nieuwenhuijsen, M., Velázquez-Cortés, D., van den Bosch, M., Szadovski, I., Santamaria, M., ... Dasandi, N. Promoting health through climate change mitigation in Europe. The Lancet Planetary Health, 9(5), e431–e441. 2025. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(25\)00085-3](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(25)00085-3)
- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O’Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M. D. J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., Akl, E. A., Chang, C., McGowan, J., Stewart, L., Hartling, L., Aldcroft, A., Wilson, M. G., Garritty, C., ... Straus, S. E. PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. In Annals of Internal Medicine (Vol. 169, Issue 7, pp. 467–473). American College of Physicians. 2018. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>
- van Daalen, K. R., Tonne, C., Semenza, J. C., Rocklöv, J., Markandya, A., Dasandi, N., ... Lowe, R. *The 2024 Europe report of the Lancet Countdown on health and climate change: unprecedented warming demands unprecedented action*. The Lancet Public Health, 9, e495–522. 2024. [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(24\)00055-](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(24)00055-)

- Vidal-Alaball, J., Franch-Parella, J., Seguí, F. L., Cuyas, F. G., & Pena, J. M. Impact of a telemedicine program on the reduction in the emission of atmospheric pollutants and journeys by road. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(22), 4366. 2019. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.3390/ijerph16224366>
- WBCSD & WRI. The Greenhouse Gas Protocol. A Corporate Accounting and Reporting Standard. 2024. <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>
- Weisz, U., Pichler, P. P., Jaccard, I. S., Haas, W., Matej, S., Bachner, F., Nowak, P., & Weisz, H. Carbon emission trends and sustainability options in Austrian health care. *Resources, Conservation and Recycling*, 160. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104862>
- Wilkinson AJK et al. (2019). Costs of switching to low global warming potential inhalers. An economic and carbon footprint analysis of NHS prescription data in England. *BMJ Open Access*. <https://bmjopen.bmj.com/content/bmjopen/9/10/e028763.full.pdf>
- WHO. Catalonia. Regions for Health Network (Vol. 7, Issue 1). 2018. https://cdn.who.int/media/docs/librariesprovider2/country-sites/catalonia.pdf?sfvrsn=d000806_3&download=true#:~:text=The%20Catalonian%20Government%20created%20the,by%20the%20Catalan%20Health%20Service
- WHO. Operational framework for building climate-resilient and low-carbon health systems. 2023b. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240081888>
- WHO. COP26 Health Programme Country commitments to build climate-resilient and sustainable health systems. 2022a. <https://www.who.int/initiatives/alliance-for-transformative-action-on-climate-and-health/cop26-health-programme>
- WHO. *Final Terms of Reference of the Alliance for Transformative Action on Climate Change and Health (ATACH)*. 2022b. <https://www.who.int/publications/m/item/atach-terms-of-reference>
- WHO. Over 40 million health professionals demand bold health and climate action at COP28. 2023a. <https://www.who.int/news/item/02-12-2023-over-40-million-health-professionals-demand-bold-health-and-climate-action-at-cop28>
- WHO. Climate change and health. Draft Global Action Plan on Climate Change and Health. 2025a. https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA78/A78_4Add2-en.pdf
- WHO. Measuring greenhouse gas emissions in Health systems. 2025b. <https://iris.who.int/handle/10665/384569>
- WorldBank. Global exchange rates. 2024. <https://databank.worldbank.org/metadataglossary/world-development-i>
- Wu, R. The carbon footprint of the Chinese health-care system: an environmentally extended input–output and structural path analysis study. *The Lancet Planetary Health*, 3(10), e413–e419. 2019. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(19\)30192-5](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(19)30192-5)
- Zotova, O., Sazdovski, I., Martinez, M. A., Dasandi, N., Oliva, C., Pujadas i Rovira, J., Iniesta Blasco, C., de'Donato, F., Roychoudhury, M., Chen-Xu, J., Nilsson, M., & Tonne, C. Realizing a carbon-neutral healthcare system: a co-created Theory of Change in Catalonia, Spain. *Oxford Open Climate Change*, 5(1). 2025. <https://doi.org/10.1093/OXFCLM/KGAF018>

**Càtedra UNESCO de Cicle de
Vida i Canvi climàtic (ESCI-UPF)**

