

La sostenibilità ambientale e la dialisi: il ruolo dei professionisti sanitari e delle tecnologie

Federica Lima¹, Alessandro Pizzo^{2,3}, Francesca Olivari⁴, Guido Giordana⁵

¹Global Market Access & Health Economics, Fresenius Medical Care, Bad Homburg - Germany

²Country Nursing Manager NephroCare - Italy

³Vicepresident, Società Infermieri Area Nefrologica (SIAN) - Italy

⁴ESG Strategy and Communication Analyst, Fresenius Medical Care - Italy

⁵Head of Health Economics Market Access and Product Management, Fresenius Medical Care - Italy

ABSTRACT

Sustainability and dialysis: The 4 main points for a green dialysis

Dialysis represents a big challenge for the environmental sustainability, because it is bound to high consumption of water and electricity, hazardous waste incineration and subsequent greenhouse gas emissions. In recent years, it has been recognized the urgent need to preserve our environment together with the people's health, starting from making dialysis greener. This awareness has led to a new paradigm in the history of dialysis, the concept of *Green Nephrology*. The Italian Society of Nephrology published in 2020 a Position Statement with ten affordable actions with the aims to increase awareness, propose joint actions and coordinate industrial/social interactions. Starting from these, there are four key points to pave the way for environmental sustainability: 1) Sustainable technologies (i.e., machines, filters, water treatment systems, acid concentrates, lighter materials, electronic patient record); 2) Green dialysis centers; 3) Environmental improvement projects, using tools to define targets and their monitoring; 4) Nursing role, as the nurse is the main environmental sustainability promoter. To achieve *Green Nephrology* a partnership between all the stakeholders of the healthcare system is necessary. Since the growing awareness of the problem and the existence of ways to solve it, it's time to act and the effective way to do this is to implement all the solutions provided in this article in an immediate future.

Keywords: Dialysis, Environmental sustainability, *Green Nephrology*, Waste reduction, Water consumption

Introduzione

La dialisi è una terapia salvavita, tuttavia l'associazione con il consumo elevato di acqua e di energia, nonché con la produzione di rifiuti, la rendono un trattamento con un impatto ambientale superiore alla media (1).

È necessario, quindi, sviluppare e applicare alcune misure che rendano la dialisi maggiormente sostenibile pur mantenendone l'efficacia clinica (1).

Uno dei primi strumenti utilizzati per trattare il problema della sostenibilità ambientale in dialisi è la *Green Nephrology*. Quest'ultima si concentra sull'analisi di tutti quei fattori che comportano la produzione di CO₂ durante le attività di dialisi, con l'obiettivo principale di ridurre la produzione e contemporaneamente sulla riduzione del consumo delle risorse, in

particolare acqua ed energia, e sulla produzione di rifiuti (2). Nasce, infatti, come risposta alla crescente consapevolezza ambientale in un mondo in cui la green economy rappresenta sempre di più un investimento sul futuro (3).

La *Green Nephrology* non implica soltanto l'implementazione di procedure sostenibili in dialisi, ma anche la formazione del personale sanitario circa un uso consapevole di tali procedure e il monitoraggio dei progressi per identificare eventuali opportunità di miglioramento (4).

Nel corso del tempo il concetto si è evoluto e sono state sviluppate Linee Guida e iniziative, per poter integrare la sostenibilità ambientale nella gestione dell'insufficienza renale cronica (5). A livello internazionale, Gaulty et al., 2021, riportano alcuni esempi di innovazioni tecnologiche per una dialisi ecosostenibile (1). Allo stesso tempo, Vanholder et al., 2022, propongono alcune potenziali soluzioni e raccomandazioni legate alla *Green Nephrology*, dal momento che esiste una stretta correlazione tra impatto ambientale e insufficienza renale cronica (5).

A livello nazionale, la Società Italiana di Nefrologia (SIN) ha pubblicato nel 2020 il Position Statement (3) in cui vengono individuate dieci azioni possibili per ridurre l'impatto ambientale nella cura dei pazienti nefropatici, tra cui il riuso

Received: May 13, 2024

Accepted: September 4, 2024

Published online: October 16, 2024

Indirizzo per la corrispondenza:

Guido Giordana

email: guido.giordana@freseniusmedicalcare.com



di materiale ospedaliero, il riciclo di materiali e l'introduzione di criteri ambientali nella valutazione delle macchine per dialisi e dei fornitori. Tali azioni riflettono l'importanza di un approccio olistico basato sul principio delle 3R (ridurre, riusare, riciclare) per minimizzare l'impatto ambientale e ottimizzare l'utilizzo delle risorse (3). Tuttavia, l'implementazione di tali approcci in dialisi rimane limitata.

Questo articolo si focalizza su quattro dimensioni chiave della sostenibilità ambientale in dialisi: le tecnologie, i centri dialisi sostenibili, l'importanza di avere un progetto di miglioramento ambientale e il ruolo del personale sanitario. L'obiettivo è quello di proporre soluzioni pratiche che possano concretamente contribuire all'ecosostenibilità della dialisi, oltre che alla salute ambientale del pianeta.

La dialisi e la sostenibilità ambientale

La dialisi è una terapia salvavita. Si tratta, infatti, di un trattamento sostitutivo renale che ha l'obiettivo di rimuovere, attraverso la filtrazione del sangue, le tossine, i prodotti di scarto e i liquidi in eccesso. Inoltre, assicura l'equilibrio di determinate sostanze nel sangue quali, per esempio, potassio, sodio, calcio, fosforo e bicarbonato (6).

La dialisi, rispetto ad altre terapie, è associata a elevati consumi di acqua e di elettricità, a un'elevata produzione di rifiuti e al loro relativo smaltimento, a loro volta responsabili dell'emissione di gas serra. Il consumo di acqua e di elettricità e la produzione di rifiuti sono considerati tre elementi cruciali della sostenibilità ambientale (7,8).

Sono passati due decenni ormai dal primo articolo dove si parlava espressamente di *Green Nephrology* (9), di uso e di riuso consapevole delle risorse naturali. Da allora molto si è discusso e diffuso, nell'ambito nefrologico, creando una sempre crescente consapevolezza di poter (e dover) giocare un ruolo anche in dialisi.

A oggi, il tema della sostenibilità ambientale è diventato centrale non solo nei tavoli di discussione circa l'uso consapevole delle risorse, ma anche nelle normative che regolano la produzione, l'utilizzo e lo smaltimento dei medical device così come nei processi di acquisto, attraverso criteri di selezione che tengono conto di performance ambientali nei punteggi di qualità o di vendor rating (processo che permette di valutare con precisione l'idoneità di un'azienda a fornire determinati prodotti e servizi).

Le normative che regolano la sostenibilità ambientale si dividono in mandatorie e volontarie. Tra le **mandatorie**, a livello europeo, vi sono: il *Green Deal (2019)*, il nuovo programma dell'Unione Europea che mira a rendere l'Europa neutrale dal punto di vista climatico entro il 2050 e a ridurre le emissioni di gas serra del 55% entro il 2030 (10), la *REACH Regulation (EC) 1907/2006*, una normativa integrata per la registrazione, la valutazione e l'autorizzazione delle sostanze chimiche, che mira ad assicurare un maggiore livello di protezione della salute umana e dell'ambiente (11), la norma *ISO 14001*, che include le Linee Guida per la creazione di un sistema di gestione ambientale (SGA), e la norma *ISO 50001:2018*, considerata lo standard internazionale per i sistemi di gestione dell'energia. Tra le **volontarie**, la certificazione *Nordic Swan Ecolabel* è conosciuta come una delle

più severe al mondo; quest'ultima mira a ridurre l'impatto ambientale derivante dalla produzione e dal consumo di beni (12).

Come già menzionato, la sostenibilità ambientale è diventata parte integrante anche dei processi di acquisto dei medical device. Lo scenario internazionale fornisce alcuni esempi. Il primo fra tutti è l'*EU Public Procurement Directive (2014)*, in cui le dimensioni ambientali e sociali sono state integrate nel quadro normativo che regola gli appalti pubblici (13).

Il secondo è quello della Gran Bretagna. Nel marzo 2022, il National Health Service ha pubblicato una normativa che assegna alla sostenibilità ambientale un peso pari al 10% nel processo di acquisto di beni e servizi (14). Infine, c'è l'esempio dell'Australia, che, al centro del suo quadro normativo, sottolinea l'importanza di bilanciare gli impatti economici, ambientali e sociali e di mantenere i requisiti di governance che soddisfano i valori e le aspettative dell'organizzazione e della comunità (15).

A livello nazionale, l'articolo 57 comma 2 del Decreto Legislativo 36/2023 rende mandatoria l'applicazione dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) per l'intero valore dell'importo della gara. I CAM sono i requisiti ambientali definiti per le fasi di acquisto, con l'obiettivo di individuare la soluzione progettuale, il prodotto o il servizio migliore per l'ambiente, considerando la disponibilità di mercato. Ciò permette di diffondere tecnologie e prodotti preferibili sotto il profilo ambientale, inducendo gli operatori economici a rispondere alle richieste della pubblica amministrazione in tema di acquisti sostenibili (16).

Da qui emerge chiaramente che le principali dimensioni della sostenibilità ambientale su cui ci si deve focalizzare in dialisi sono: le tecnologie sostenibili, i centri dialisi sostenibili, l'importanza di avere un progetto di miglioramento ambientale e il ruolo del personale sanitario, in particolare dell'infermiere. Nei prossimi paragrafi verranno forniti esempi e approcci per ognuna di queste dimensioni.

Le tecnologie Fresenius Medical Care al servizio dell'ambiente

Al fine di poter soddisfare i diversi requisiti richiesti, è necessario applicare strategie concrete ed efficienti. Il primo elemento da considerare sono le tecnologie, misurate lungo il Life Cycle Assessment (LCA). Il LCA è una metodologia standardizzata che quantifica l'impatto ambientale di una tecnologia o di un servizio lungo tutto il suo ciclo di vita (17).

Saalem et al., 2023, hanno dimostrato che l'emodialisi presso il centro, rispetto alla dialisi peritoneale, ha un impatto ambientale più elevato lungo il LCA. Il trasporto, i prodotti monouso, l'energia elettrica e i rifiuti sono considerati i fattori che più influiscono sull'emissione di CO₂ (17). Tuttavia, attraverso l'utilizzo di tecnologie ecosostenibili, è possibile ridurre l'impatto (Fig. 1).

Un esempio è rappresentato dalle macchine per dialisi (come la 6008CAREsystem), che includono: a) componenti prodotti con materiale leggero, privo di plastificanti (come il Biofine®, un materiale composto da 7 strati, uno di acqua e gli altri di poliolefine, essenzialmente polipropilene (PP)) (1,18); b) un circuito unico per tutti i trattamenti (all-in-one



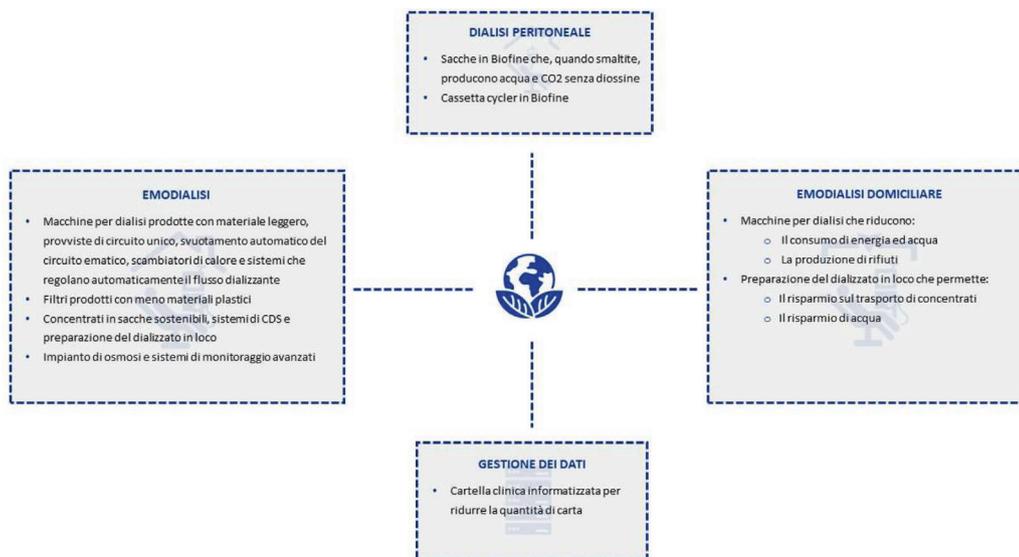


FIGURA 1 - Overview delle tecnologie ecosostenibili in dialisi.

cassette) (1,18), che permette di ottimizzare lo spazio; c) sistemi di svuotamento automatico del circuito ematico, che contribuiscono ad alleggerire l'ammontare dei rifiuti prodotti dal centro dialisi (1,18); d) uno scambiatore di calore, che impiega l'energia del dialisato di scarico per riscaldare l'acqua in ingresso nel circuito idraulico, permettendo la riduzione del consumo di energia (19); e) sistemi in grado di regolare in maniera automatica il flusso di soluzione dializzante in base al flusso sanguigno, riducendo così il consumo di acqua (come l'Autoflow) (20).

Nel caso dei filtri, l'utilizzo di materiali più leggeri (come il polipropilene) per la produzione dell'housing filtro fa sì che quest'ultimo risulti più leggero, sia prodotto utilizzando meno risorse e abbia uno smaltimento con un minore impatto ambientale (come FX CorAL e FX CorDiox) rispetto ai vecchi filtri con housing in policarbonato (21-23).

Un altro elemento essenziale nel trattamento dialitico è l'acqua. Dai dati pubblicati in letteratura si evince che il consumo totale di acqua per trattamento di emodialisi effettuato presso un centro è pari a 320-500 L (19,23-25). Inoltre, a seconda dell'efficienza dell'impianto di osmosi inversa, il 20-75% dell'acqua può essere rigettato dall'impianto di purificazione dell'acqua (1,4,26). Di conseguenza, è essenziale adottare strategie e tecnologie volte a ridurre il consumo di acqua. Bendine et al., 2020, riportano che l'implementazione di tecnologie ecosostenibili per il trattamento dell'acqua (come l'AquaA), di sistemi di reportistica strutturati, di training e di audit regolari al personale sanitario ha permesso di ridurre il consumo di acqua del 50% (4). Risultati simili sono stati ottenuti da Garcia-Lorenzo et al., 2021 (27). Ciò evidenzia che, oltre alle tecnologie, è fondamentale implementare adeguati sistemi di monitoraggio insieme a training e audit per il personale sanitario.

Infine, anche i concentrati acidi hanno subito miglioramenti in termini di sostenibilità ambientale con l'introduzione di alternative ai tradizionali canister di plastica, come

le sacche con un minore impatto ambientale, che richiedono meno materie prime ed energia per la produzione, riducendo così il volume dei rifiuti (come la Smartbag CA) (1). Il volume elevato di tali sacche (300 L) ne consente l'utilizzo con i Sistemi di Distribuzione Centralizzata (CDS) del concentrato acido alle postazioni dei pazienti, generando una riduzione della quantità di plastica e di spreco di dialisato. Ulteriori soluzioni consentono di preparare il concentrato acido direttamente all'interno del centro (come il Granumix). In merito a ciò, Perinetti et al., 2022, hanno riportato risultati interessanti. L'implementazione di una doppia osmosi inversa di ultima generazione, di un sistema CDS di distribuzione dei concentrati acidi e di macchine per dialisi dotate di Autoflow ha permesso un consumo quasi dimezzato di acqua ultrapura (risparmiando circa 6,000 €), una riduzione di ¼ del dialisato e lo smaltimento di 50 Kg di rifiuti ad esso legati contro i 670 Kg previsti diversamente, considerando 7.670 trattamenti nel 2021 (28).

Di Chiaro et al., 2024, hanno evidenziato che l'impiego del sistema di preparazione del concentrato acido Granumix insieme al CDS ha prodotto una riduzione dell'80% dei rifiuti generati, dell'80% della soluzione acida da smaltire e del 54% dei pesi movimentati dagli operatori (29).

Nell'ambito delle terapie domiciliari, in dialisi peritoneale vi sono aspetti legati ai prodotti ecosostenibili.

Le sacche in Biofine® rappresentano la soluzione principale. Il Biofine è un materiale sviluppato da Fresenius Medical Care nel 1996, che consiste in polimeri costruiti con atomi di idrogeno e carbonio (poliolefine), estrusi in un materiale multistrato. Essendo privo di polivinilcloruro (PVC) e plastificanti, quando smaltito, il Biofine genera acqua e anidride carbonica senza diossine, consentendone anche il riciclo (1,30). Oltre alle sacche per dialisi peritoneale, vi sono sistemi per la dialisi peritoneale ambulatoriale continua (CAPD) (come il sistema stay safe) che hanno anche i componenti in Biofine (30). Robert B. et al., 2019, hanno riportato che, per un paziente in

CAPD, circa 88 Kg di rifiuti all'anno potrebbero essere evitati con le sacche in Biofine rispetto ai prodotti in PVC (31).

Infine, nell'ambito dell'emodialisi domiciliare, le nuove macchine per dialisi si sono evolute in direzione di una riduzione dell'impatto ambientale. Gauly et al., 2021, hanno riportato che il sistema NxStage System One, Fresenius Medical Care, ha rivelato una potenziale riduzione delle emissioni di CO₂ di circa il 70% rispetto alle macchine standard per emodialisi domiciliare (1). Questo grazie a un minor consumo di energia per il funzionamento del sistema, a una purificazione dell'acqua più efficiente, a un'ulteriore riduzione del consumo di acqua, a trattamenti a basso volume di dialisato e, di conseguenza, a un minor volume di concentrati di dialisato (1). Sempre in emodialisi domiciliare, Nair et al., 2019, hanno riportato che sono state realizzate tecnologie in grado di preparare il dialisato in loco (come il PureFlow SL) non solo evitando il trasporto di interi bancali a settimana ma anche lasciando più spazio libero al domicilio e riducendo il consumo di acqua rispetto ai tradizionali sistemi, senza compromettere la qualità del trattamento (32).

La pubblicazione evidenzia che, nonostante una maggiore frequenza nel trattamento rispetto alle macchine tradizionali, NxStage System One con PureFlow SL è associato a benefici in termini di utilizzo di acqua e di energia elettrica, ma anche di risparmio sul trasporto di concentrati. Confrontando NxStage System One con PureFlow SL con macchine per emodialisi standard, il risparmio di litri di acqua all'anno è di circa l'87,7%. Per quanto riguarda l'energia elettrica, NxStage System One con PureFlow SL porta un risparmio del 77% di kWh a settimana (considerando 6 trattamenti) rispetto ai consumi settimanali delle macchine tradizionali (considerando 3 trattamenti). Infine, il risparmio di litri all'anno per paziente nel trasporto di concentrati acidi è del 51% circa (32).

Un contributo alla performance del centro dialisi è dato dalla cartella clinica informatizzata (come il Therapy Data

Management System, TDMS), che ha assunto un ruolo sempre più importante. Quest'ultima, infatti, risulta essere una soluzione flessibile in grado di ridurre il tempo di lavoro amministrativo da parte del personale sanitario (33), ma anche il consumo di carta. Su un network di più di 600 centri dialisi, è stato calcolato che l'utilizzo di tale soluzione per i pazienti in dialisi potrebbe far risparmiare circa 1.000 alberi all'anno (34).

Per un centro di medie dimensioni, con circa 40 pazienti in emodialisi e 70 in dialisi peritoneale, sono stati recentemente calcolati il potenziale impatto ambientale (in termini di rifiuti prodotti, di consumo di energia, di acqua e di emissione di CO₂) e l'impatto economico generati dall'implementazione delle tecnologie ecosostenibili di Fresenius Medical Care. Sono stati quindi considerati due scenari: scenario "As Is" e scenario "To Be". Nello scenario *As Is*, il centro utilizza: 4 diverse tipologie di macchine da dialisi; sacche per concentrati acidi da 4,5 L; impianto datato (circa 15 anni) per il trattamento dell'acqua; filtri in policarbonato; linee ematiche in PVC; sacche per dialisi peritoneale non in Biofine e nessun sistema per la cartella clinica informatizzata. Nello scenario *To Be*, il centro introduce nuove tecnologie ecosostenibili come: la macchina da dialisi (6008 CAREsystem), filtri non in policarbonato (FX CorAL e FX CorDiAx), il 6008 CAREset e un nuovo sistema per il trattamento dell'acqua (AquaA); un sistema per la produzione in loco e la distribuzione del concentrato (Granumix e CDS); sacche per la dialisi peritoneale in Biofine® e un sistema per la cartella clinica elettronica (TDMS). La Tabella 1 riporta il potenziale impatto ambientale (risparmiando per anno 8.132 kg di rifiuti prodotti, 26.707 Kw di consumo di energia, 3.840 m³ di acqua e 44.901 emissioni di CO₂) ed economico (risparmiando per anno 30.572 euro) successivo all'introduzione delle tecnologie ecosostenibili di Fresenius Medical Care.

TABELLA 1 - Potenziale impatto ambientale con tecnologie fresenius medical care. Centro di medie dimensioni con 40 pazienti in emodialisi e 70 pazienti in dialisi peritoneale

	RIFIUTI^a Kg/anno	ENERGIA^b kW/anno	ACQUA^c m³/anno	CO₂ Kg/anno	EURO €/anno
Macchine per dialisi (6008 CAREsystem)	n.a.	-22.707	-270	-2.990 (energia elettrica)	-6.812 (energia)
Impianti trattamento acqua (Water Treatment System)	n.a.	-4.000	-3.600	n.a.	-1.380 (energia) -15.000 (acqua)
Produzione e distribuzione del concentrato acido (Granumix)	<u>Urbani</u> : -1.248 (+160 cartoni)	n.a.	+30 (produzione di concentrati)	-3.500*	+120 (produzione di concentrati)
Consumabili (filtri e linee ematiche)	<u>Speciali</u> : -3.180	n.a.	n.a.	-5.903	-6.360/-9.000
Sacche dialisi peritoneale	-3.864	n.a.	n.a.	-32.508	

Kg: chilogrammi; kW: chilowatt; m³: metri cubi.

^aCalcolato considerando 2 €/Kg.

^bCalcolato considerando 0,3 €/kWh.

^cCalcolato considerando 4,15 €/m³.

*Calcolato con Microsoft Copilot considerando 28 m³ di sacche per 500 Km.

I centri dialisi ecosostenibili

Quest'ultimo esempio ci porta a riflettere sull'importanza di un centro ecosostenibile. Le tecnologie ecosostenibili sono importanti, ma rappresentano solo uno degli elementi per raggiungere la sostenibilità ambientale in dialisi.

Uno dei fattori che contribuisce maggiormente alle emissioni di gas effetto serra è l'energia elettrica utilizzata nei centri dialisi (35). Oggi, tale consumo può essere ridotto grazie ad alcuni miglioramenti infrastrutturali riguardanti l'illuminazione, le fonti rinnovabili e i sistemi di riscaldamento/raffreddamento e di riscaldamento dell'acqua (36).

Ulteriori attività, come per esempio l'utilizzo dell'acqua di scarto dai processi di purificazione per lo scarico dei servizi igienici e l'irrigazione delle piante, possono aiutare a ridurre il consumo dell'acqua nei centri dialisi (1).

Fresenius Medical Care, insieme al Deutsche Energie-Agentur (DENA), ha sviluppato e brevettato un concept

(benchmark) di Centro Dialisi a Zero Emissioni (Zero Emissions Dialysis Clinic, ZEDC) con l'obiettivo di analizzare il consumo di energia elettrica di un centro dialisi standard e di studiare nuovi sistemi per raggiungere le emissioni zero (37).

Il primo prototipo di centro dialisi a impatto zero sviluppato da Fresenius Medical Care risale al 2010. Mentre, le prime realizzazioni sono, a livello nazionale, il centro dialisi di Roccadaspide (Italia, 2013) e, a livello internazionale, il centro dialisi di Terrassa (Spagna, 2014). La Tabella 2 riporta il primo prototipo di centro dialisi a impatto zero realizzato da Fresenius Medical Care e le prime realizzazioni (centro dialisi ecosostenibile Roccadaspide e Terrassa). Per ognuno di essi vengono elencate le caratteristiche (certificato energetico, impianto fotovoltaico/pannelli solari, riscaldamento e acqua calda, illuminazione, isolamento termico e verde, risparmio idrico, dispositivi moderni e materiali riciclati, riciclabili o che risparmiano risorse).

TABELLA 2 - Concept e centri dialisi ecosostenibili Fresenius Medical Care

	Concept centro dialisi a zero emissioni	Centro dialisi ecosostenibile Roccadaspide (Italia)	Centro dialisi ecosostenibile Terrassa (Spagna)
Certificato energetico	Riduzione del 40% del consumo di energia di riscaldamento e raffreddamento rispetto a un edificio convenzionale	Riduzione del 25% del consumo di energia rispetto al centro precedente	Certificato energetico classe A
Impianto fotovoltaico/pannelli solari	Impianto fotovoltaico 80 sul tetto dell'edificio	Non presenti	Più di 70 pannelli solari per la produzione di energia
Riscaldamento e acqua calda	Ventilazione artificiale e pompa di calore che utilizza le acque reflue calde come fonte di energia	È riscaldato sia con scambiatori di calore geotermici che con un sistema di riscaldamento a pavimento	L'impianto di riscaldamento centralizzato è costituito da una caldaia a biomassa (pellet) e da riscaldamento a pavimento. Anche l'acqua calda è prodotta dalla caldaia a biomassa, inoltre sono previsti un serbatoio di stoccaggio di 300 L e un sistema di ricircolo per risparmiare acqua
Illuminazione	L'utilizzo della luce diurna riduce la richiesta di energia per l'illuminazione	Utilizzo di lampade a risparmio energetico	Combinazione di: Luce naturale, uso di lampade a risparmio energetico e linee di commutazione indipendenti
Isolamento termico e verde	Soffitto refrigerato e riscaldato; involucro edilizio	Non presenti	Tetto verde e uso di vetri a bassa emissività nelle finestre in alluminio
Risparmio idrico	L'acqua di scarto viene riutilizzata da una pompa di calore reversibile	Utilizzo di una tecnologia per il trattamento dell'acqua con un'unità di osmosi inversa a doppio passaggio che permette di risparmiare circa due milioni e mezzo di L d'acqua all'anno. L'acqua di scarto viene usata per irrigare il giardino esterno della clinica	Serbatoio di stoccaggio da 91.000 L per l'acqua in eccesso, che viene utilizzata per irrigare il tetto verde, alimentare i WC e innaffiare giardini e pulire le strade della città
Dispositivi moderni	Utilizzo di dispositivi e tecnologie moderne ecosostenibili	Utilizzo di dispositivi e tecnologie moderne ecosostenibili	Utilizzo di dispositivi e tecnologie moderne ecosostenibili
Materiali riciclati, riciclabili o che risparmiano risorse	Non presenti	Non presenti	Calcestruzzo riciclato utilizzato per una parte delle fondamenta e pavimento in PVC

Il centro di Roccadaspide, a causa di alcune caratteristiche infrastrutturali, non possiede pannelli solari, isolamento termico e verde e materiali riciclati. In compenso, è dotato di un impianto di fitodepurazione dei reflui, in sostituzione dell'abituale scarico in fogna (Fig. 2). Nel caso di questo centro, l'efficienza ambientale è derivata anche dall'aver due centri in uno, con l'utilizzo dei parametri ambientali in fase di progettazione.

Oggi, dopo 10 anni, la performance è ulteriormente migliorata: i rifiuti speciali sono scesi a 1,1 Kg e l'energia elettrica è scesa a 10 Kw/trattamento (sulla base dei dati report ISO 14000 del centro dialisi).

Progetto di miglioramento ambientale

L'utilizzo di tecnologie ecosostenibili e la progettazione di centri dialisi ecosostenibili non risultano efficienti senza lo sviluppo di un progetto di miglioramento ambientale, che coinvolga tutto il personale sanitario.

In un'ottica generale, la creazione di un progetto prevede: la definizione degli obiettivi di miglioramento, la loro misurazione e comunicazione, il timing, oltre che le regole e gli strumenti da utilizzare per il monitoraggio del progetto stesso.

La metodologia di miglioramento continuo della qualità mutuata dalle politiche di miglioramento continuo dei cicli produttivi è chiamata *Kaizen* (dal giapponese KAI = miglioramento e ZEN = meglio/migliore). Tale metodo prevede un approccio standardizzato di problem-solving da utilizzare al fine di ottimizzare i processi interni, basato sulle seguenti azioni: trova gli sprechi (MUDA) che possono essere di 8 tipi, trova le soluzioni, implementa, torna a cercare (38). Come affermano Mortimer F. et al., 2018, la sostenibilità è parte integrante del metodo di miglioramento della qualità ed è necessario trasformarla in una componente pratica degli sforzi quotidiani di sviluppo (39).

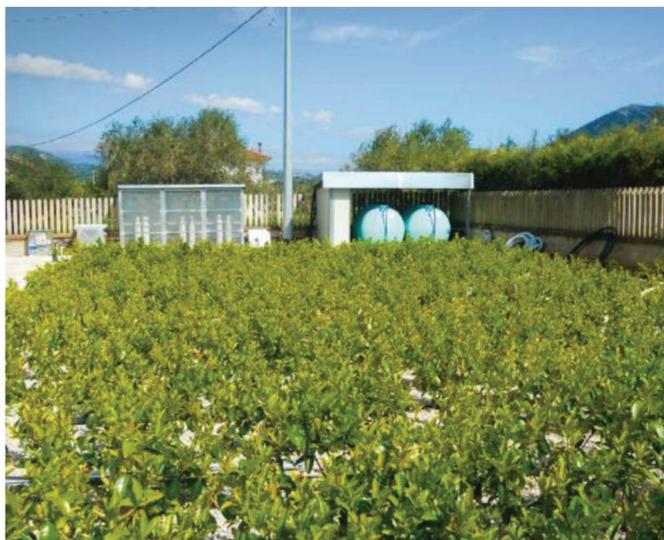


FIGURA 2 - Impianto di fitodepurazione dei reflui nel centro di Roccadaspide.

Uno strumento a supporto del metodo *Kaizen*, da utilizzare per trovare la soluzione a un problema di spreco, è una scheda (Fig. 3) che fornisce una struttura basata sull'identificazione della causa del problema, sulla corrispondente soluzione, sulla definizione di un piano d'azione e sull'individuazione dei risultati raggiunti dati dagli obiettivi prefissati (38).

Nell'esempio nella Figura 3 il problema è riferito alla determinazione esatta del peso del box rifiuti e alla sua gestione. La soluzione prevede l'adozione di una bilancia, la definizione del responsabile del processo e l'adozione di un nuovo carrello. Tale scheda dimostra come un piccolo passo possa determinare un grande miglioramento.

Un secondo strumento, che potrebbe risultare altrettanto utile, è la matrice di assegnazione responsabilità, vale a dire la matrice *RACI* (R = responsible; A = accountable; C = consulted; I = informed) (Tab. 3). Al di là delle normali gerarchie interne al centro, al fine di garantire un efficace monitoraggio del progetto, è necessario redigere una matrice *RACI* per definire ruoli e responsabilità del progetto. Tale matrice identifica per ogni risorsa interna al centro dialisi (per esempio, medici, infermieri, tecnici, ufficio acquisti, ecc.) chi si occuperà operativamente delle attività (per esempio, prescrizione dialitica, esecuzione del trattamento, raccolta dati, protocolli acque, verifica differenziazione rifiuti, ecc.), chi ne detiene la ownership, chi deve essere consultato e chi invece deve essere tenuto informato. Uno dei principali vantaggi è che, grazie a una chiara suddivisione dei ruoli, vi saranno una migliore comunicazione nel team e una maggiore possibilità di successo.

Infine, lo sviluppo di un piano d'azione per la sostenibilità ambientale include la necessità di fissare degli indicatori

TABELLA 3 - Esempio di matrice RACI

	Medici	Infermieri/ Tecnici	Funzioni/Uffici della Struttura Ospedaliera
Prescrizione dialitica	R	I/C	I
Esecuzione trattamento	R	A	I
Raccolta dati	A	A	I/C
Verifica aderenza	R	A	
Protocolli acque	R	C	A
Verifica differenziazione rifiuti	I	R	C
Sigla	Definizione		
R	Responsabile		
A	Attivatore		
C	Consultato		
I	Informato		

Team: A. Pizzo/G. Santarcangelo		Data:25/8/2013
1. SITUAZIONE ATTUALE (raccolgere i fatti e i numeri per descrivere e visualizzare il problema in dettaglio)		
Numeri / Testo:		
<ul style="list-style-type: none"> A fine turno è necessario riporre i cartoni dei rifiuti speciali prodotti in sala dialisi in un sito di stoccaggio ubicato al piano sottostante rispetto alla sala dialisi Spesso vengono mandati in magazzino contenitori dei rifiuti semivuoti con l'aggravio dei costi, di un peggiore impatto ambientale e la perdita di tempo del personale dedicato. 		
2. Obiettivo (Definire la situazione /obiettivo da raggiungere attraverso la soluzione del problema) Limitare la produzione e spostamento di cartoni di rifiuti speciali		
Approvazione 1 & 2	Medico Resp. e Inf. Resp.	
<ul style="list-style-type: none"> Portare i rifiuti al sito di stoccaggio; riportare con sé il carrello in prossimità della sala dialisi per evitare l'allontanamento del personale a fine turno e per gestire correttamente lo smaltimento dei rifiuti nel turno successivo. Diminuire l'impatto ecologico ed economico Evitare infortuni sul lavoro 		
3. Causa principale (Cercare le vere cause del problema) Manca un referente per la gestione ed è difficile sapere il peso esatto prima di arrivare al limite dei 15kg. ed inviare il box in magazzino		
4. Soluzione (Tramite brainstorming risolvere il problema evidenziando la soluzione più appropriata)		
Incaricare un operatore allo stoccaggio dei rifiuti e riposizionamento del carrello dedicato allo smaltimento dopo averlo pesato.		
Approvazione 3 & 4	Medico Resp. e Inf. Resp.	Approvazione board
5. Piano d'azione (Piano di tutte le attività necessarie per mettere in pratica la soluzione definita)		
<u>Attività</u> Nominare un responsabile Pesare il cartone per verificare il livello di riempimento Acquistare un carrello per facilitare gli spostamenti del personale	<u>Assegnata a</u> <u>Caposala /Ufficio acquisti</u>	<u>Entro il</u> <u>Ottobre 2013</u>
6. Risultati (dopo la realizzazione raccogliere i dati e gli scostamenti rispetto all'obiettivo)		
Numeri / Testo :		Grafico / Immagini (dopo il cambiamento)
<p>Dalle prime osservazioni abbiamo ridotto il numero dei cartoni/settimana di xx unità</p> <p>Diminuiti i tragitti da e per il magazzino</p> <p>Maggiore coinvolgimento e motivazione del personale</p>		
7. Definito Standard		

FIGURA 3 - Esempio di scheda a supporto del metodo Kaizen.

per analizzare l'efficacia con cui si raggiungono gli obiettivi. Non è un caso che Bendine et al., 2020, sostengano che il primo passo per implementare un progetto di sostenibilità ambientale in dialisi sia la valutazione e la raccolta di Key Performance Indicators (KPIs) definiti (Tab. 4).

Partendo da questo assunto, il terzo strumento, che contribuisce al miglioramento della performance di un centro dialisi e alla riduzione del suo impatto ambientale, è l'implementazione di KPIs così come il loro monitoraggio da parte di un personale sanitario formato. Il Cambridge Dictionary

definisce i KPIs come “le metriche utilizzate per valutare le prestazioni e i progressi di un’azienda verso gli obiettivi che intende raggiungere” (40).

L’European Dialysis and Transplant Nurses Association/ European Renal Care Association (EDTNA/ERCA) ha pubblicato un documento contenente raccomandazioni pratiche, che aiutano chi si occupa della cura renale a stabilire piani strategici di successo per diminuire l’impatto ambientale della dialisi. In particolare, vengono definiti dieci KPIs, con il valore target e la frequenza di misurazione corrispondenti, che devono essere implementati per poter valutare i progressi del centro dialisi in materia di ecosostenibilità e che rappresentano, in questo senso, un ottimo punto di partenza della *Green Nephrology* (41).

Nonostante la loro efficacia, i KPIs devono essere integrati con altre due pratiche: gli audit e i training. L’audit è un insieme di procedure che costituiscono un’attività a carattere consulenziale per creare valore e migliorare le prestazioni, mentre il training consiste nella formazione del personale.

Queste due pratiche non possono essere trascurate, se si vuole creare un progetto di miglioramento ambientale: Bendine et al., 2020, riconoscono l’importanza di effettuare regolarmente audit e training al personale sanitario per la raccolta di dati provenienti da KPIs ben definiti e la progettazione di successivi piani ambientali, in quanto il personale sanitario è l’utilizzatore finale dei dispositivi di dialisi (Tab. 4).

Gli infermieri di area nefrologica e la sostenibilità ambientale

La promozione della salute è definita come “il processo che mette in grado le persone di aumentare il controllo sulla propria salute e di migliorarla” (42). Ciò richiede un’azione coordinata da parte di tutti i soggetti coinvolti: i governi, il

settore sanitario e gli altri settori sociali ed economici, le organizzazioni non governative e di volontariato, le autorità locali, l’industria e i mezzi di comunicazione di massa.

Gli infermieri sono considerati leader della promozione della salute fin dai tempi di Florence Nightingale, che, con il suo lavoro da pioniera, ne ha dimostrato, tramite dati statistici, l’effetto positivo sul miglioramento dei servizi igienico-sanitari per i soldati feriti in battaglia. Negli anni ’80, tale concetto è stato ripreso dall’Organizzazione Mondiale della Sanità che esortava caldamente tutti gli infermieri a essere i principali promotori della salute in tutto il mondo (43).

Il codice deontologico internazionale degli infermieri evidenzia l’importanza del ruolo sociale degli infermieri nella promozione della salute della comunità, grazie al miglioramento della qualità della vita dei cittadini attraverso azioni preventive come la profilassi di malattie specifiche e dei fattori di rischio (44).

Il settore sanitario contribuisce in maniera significativa a quella che l’Organizzazione Mondiale della Sanità considera come una delle più gravi minacce per la salute e il benessere dell’uomo, vale a dire la crisi climatica. Le tematiche ambientali in ambito sanitario sono quindi sempre più ricorrenti e di attualità, soprattutto per la grande produzione di rifiuti, di cui la maggior parte è rappresentata da rifiuti sanitari pericolosi a rischio infettivo, che richiedono procedure specifiche di smaltimento a costi elevati.

La British Renal Society e la British Renal Association hanno, a tal proposito, introdotto la sostenibilità come settima dimensione della qualità dell’assistenza, insieme a sicurezza, tempestività, efficacia, efficienza, equità e percezione del paziente (45,46).

In tale contesto, il ruolo degli infermieri è di fondamentale importanza per diversi motivi:

TABELLA 4 - Key performance indicators proposti dal team di progetto (EDTNA/ERCA, *Green Excellence In Dialysis: Recommendations For Sustainable Kidney Care*) (41)

Numero	Key Performance Indicator	Valore Target	Frequenza della misurazione
1.	Consumo di acqua per 1 trattamento HD	350-400 L	Mensile
2.	Consumo di acqua per 1 trattamento HDF	450-500 L	Mensile
3.	Consumo di elettricità per 1 trattamento HD/HDF	12-15 kWh	Mensile
4.	Produzione di rifiuti pericolosi per 1 trattamento HD/HDF	1,00-1,2 Kg	Mensile
5.	Uso sostenibile di sostanze chimiche e disinfettanti nella cura renale	50% prodotti verdi (senza fosfati, colori, fragranze)	Annuale
6.	Riduzione percentuale di materiali plastici per centro dialisi	10% nel primo anno; 5% negli anni successivi fino al raggiungimento dell’obiettivo	Annuale
7.	Riduzione percentuale di stampe cartacee per centro dialisi	10% nel primo anno; 5% negli anni successivi fino al raggiungimento dell’obiettivo	Annuale
8.	Percentuale di dipendenti che usano trasporti pubblici per andare al centro dialisi	25%	Annuale
9.	Percentuale di dipendenti che vanno al centro dialisi in bicicletta o camminando	25%	Annuale
10.	Percentuale di fornitori certificati EMS/EnMS	50%	Annuale

1. **Protezione della salute e dell'ambiente:** gli infermieri sono responsabili della corretta gestione dei rifiuti ospedalieri per garantire la protezione della salute dei pazienti, del personale sanitario e dell'ambiente circostante. I rifiuti ospedalieri possono contenere agenti infettivi, sostanze tossiche e materiali pericolosi che devono essere smaltiti in modo sicuro per prevenire la diffusione di infezioni e danni all'ambiente.
 2. **Rispetto delle normative e dei regolamenti:** gli infermieri devono seguire rigorosamente le normative e i regolamenti locali e nazionali riguardanti la gestione dei rifiuti ospedalieri. Ci sono disposizioni specifiche che regolano la classificazione, la raccolta, il trasporto e lo smaltimento dei rifiuti ospedalieri e gli infermieri devono essere consapevoli di tali normative per garantirne la conformità.
 3. **Prevenzione dell'infezione e controllo della contaminazione:** una corretta gestione dei rifiuti ospedalieri è essenziale per prevenire la diffusione di infezioni nosocomiali tra i pazienti, il personale sanitario e il pubblico. Gli infermieri devono adottare misure di controllo dell'infezione e pratiche di sicurezza per minimizzare il rischio di contaminazione durante la manipolazione e lo smaltimento dei rifiuti.
 4. **Promozione della sostenibilità ambientale:** la responsabilità infermieristica nella gestione dei rifiuti ospedalieri include anche la promozione della sostenibilità ambientale attraverso pratiche di riciclo, riduzione dei rifiuti e utilizzo di materiali eco-compatibili. Gli infermieri possono contribuire alla riduzione dell'impatto ambientale dei rifiuti ospedalieri adottando strategie di gestione sostenibile.
- controllare i servizi in gestione appaltata inerenti al trasporto, al deposito, al trattamento e al recupero dei rifiuti prodotti;
 - promuovere e favorire la raccolta differenziata all'interno del proprio centro dialisi;
 - stimolare il cambiamento e favorire lo sviluppo di progetti ambientali finalizzati alla riduzione dell'impatto ambientale e/o all'inserimento di tecnologie "pulite/sostenibili" in campo sanitario;
 - verificare e controllare periodicamente il rispetto, da parte delle aziende fornitrici di servizi, di quanto previsto contrattualmente e dalle leggi vigenti in materia;
 - verificare che i rifiuti siano correttamente confezionati;
 - curare l'elaborazione/revisione dei protocolli/procedure/istruzioni operative sullo smaltimento dei rifiuti sanitari per renderli attinenti alle leggi vigenti in materia;
 - pianificare e programmare le attività di informazione, formazione e addestramento del personale che, fin dall'atto dell'assunzione in servizio, deve conoscere le norme di comportamento da osservare ed essere adeguatamente responsabilizzato sulla gestione dei rifiuti;
 - eseguire controlli a campione quali/quantitativi nel proprio centro dialisi per verificare il rispetto delle procedure/istruzioni operative elaborate;
 - coinvolgere tutto il personale dell'Unità Operativa nella responsabilizzazione circa l'importanza di una corretta gestione dei rifiuti;
 - verificare che gli impianti di smaltimento certifichino l'avvenuta termodistruzione, il recupero o il conferimento in discarica dei rifiuti;
 - controllare la corretta tenuta/compilazione dei formulari di identificazione e dei registri di carico e scarico;
 - attivare/disattivare la fornitura dei corretti contenitori per la raccolta dei rifiuti in accordo con le disposizioni aziendali;
 - collaborare all'analisi sistemica di tutti i materiali presenti nel proprio centro dialisi per l'attribuzione del codice CER per il corretto smaltimento.

La figura dell'infermiere in area nefrologica risulta strategica, in quanto è a stretto contatto con i pazienti affetti da patologie renali. Conoscendone le condizioni igieniche, familiari e sociali, spesso ne diventa il punto di riferimento. Al contempo, gli infermieri si occupano direttamente della gestione dei rifiuti ospedalieri e indirettamente della sorveglianza di tali procedure.

In sintesi, la responsabilità infermieristica nella gestione dei rifiuti ospedalieri è cruciale per garantire la sicurezza, la conformità normativa, la prevenzione delle infezioni e la sostenibilità ambientale.

Il ruolo del coordinatore infermieristico di area nefrologica nel management dei rifiuti

La gestione dei rifiuti in ciascuna unità dialitica deve avvenire secondo criteri di efficacia, efficienza, economicità e trasparenza, assicurando un'elevata protezione dell'ambiente.

Le autorità competenti e le strutture sanitarie devono adottare iniziative dirette a favorire in via prioritaria la prevenzione e la riduzione della produzione dei rifiuti. I rifiuti sanitari devono essere gestiti in modo da ottimizzarne la raccolta, da ridurre la pericolosità e da favorirne il reimpiego e il recupero.

In tale ottica è necessaria l'implementazione di un'organizzazione di responsabilità ripartite, in cui il coordinatore infermieristico di area nefrologica dovrebbe:

I coordinatori infermieristici sono leader essenziali per garantire la sorveglianza in materia di ambiente e sicurezza, cura e benessere dei collaboratori e dei pazienti in un contesto sanitario sempre più complesso e in continua evoluzione. La loro dedizione e competenza li rendono figure chiave nel saper orientare, guidare, motivare e premiare le scelte creative, promuovendo la salute e il benessere del team e della comunità.

I coordinatori infermieristici, gli infermieri e gli altri professionisti sanitari hanno il dovere di essere parte attiva e propositiva in questa battaglia per la salute e l'ambiente e per definire nuovi orizzonti di sviluppo sostenibile nel mondo della dialisi.

Conclusioni

La sostenibilità ambientale è una delle maggiori sfide che la sanità si ritrova ad affrontare ogni giorno. La dialisi, rispetto ad altre terapie, è associata a elevati consumi di acqua ed elettricità e a una produzione e al relativo smaltimento di



rifiuti elevati, a loro volta responsabili dell'emissione di gas effetto serra. È ormai evidente la necessità della comunità nefrologica di essere proattiva verso la sostenibilità ambientale, andando oltre la semplice consapevolezza del problema riportato abbondantemente in letteratura.

Lo sviluppo di tecnologie ecosostenibili, la costruzione o il riassetto di centri dialisi all'avanguardia per l'ambiente, lo sviluppo di un progetto di miglioramento ambientale e il ruolo del personale sanitario rappresentano i quattro punti cardine su cui dover lavorare per poter raggiungere l'obiettivo della dialisi *Green*.

In questo contesto, anche la collaborazione con un partner come l'industria risulta ideale e strategica. Infatti, il binomio sostenibilità-salute, ormai inscindibile, richiede una partnership tra tutti gli stakeholder del sistema sanitario, dalle istituzioni al settore privato, dalla società scientifica ai pazienti.

Questo articolo è una *call to action* e riporta una serie di esempi realizzati o realizzabili di soluzioni per una dialisi ecosostenibile. È il momento di mettere in pratica azioni concrete per far fronte all'urgenza di proteggere l'ambiente, il cui risultato si rifletterà in un futuro immediato sulla salute e sul benessere dei pazienti dialitici stessi.

Disclosures

Conflict of interest: GG, FL, FO would like to declare employment at Fresenius Medical Care, AP would like to declare the employment at NephroCare and he is vice president of the Società Infermieri Area Nefrologica (SIAN).

Financial support: This research did not receive any financial support

Bibliografia

- Gauly A, Fleck N, Kircelli F. Advanced hemodialysis equipment for more eco-friendly dialysis. *Int Urol Nephrol*. 2022;54(5):1059-1065. [Online](#) [CrossRef](#) [PubMed](#)
- Società Italiana Nefrologia. *Green Nephrology*. [Online](#) (Accessed: May 2024).
- Piccoli GB, Cupisti A, Aucella F, et al; On the Behalf of Conservative treatment, Physical activity and Peritoneal dialysis project groups of the Italian Society of Nephrology. *Green nephrology and eco-dialysis: a position statement by the Italian Society of Nephrology*. *J Nephrol*. 2020;33(4):681-698. [Online](#) [CrossRef](#) [PubMed](#)
- Bendine G, Autin F, Fabre B, et al. Haemodialysis therapy and sustainable growth: a corporate experience in France. *Nephrol Dial Transplant*. 2020;35(12):2154-2160. [CrossRef](#) [PubMed](#)
- Vanholder R, Agar J, Braks M, et al. The European Green Deal and nephrology: a call for action by the European Kidney Health Alliance. *Nephrol Dial Transplant*. 2023;38(5):1080-1088. [CrossRef](#) [PubMed](#)
- Singh B, Shukla PC, Tiwari A, et al. Dialysis: A life saving approach in renal failure. *JPP*. 2018;7(1):1315-1319. [Online](#) (Accessed May 2024)
- European Environment Agency (EEA). *EEA Glossary*. 2017. [Online](#): (Accessed: May 2024)
- Dexma. *What does Energy Consumption mean?* 2018. [Online](#): (Accessed: May 2024.)
- Agar JW. Conserving water in and applying solar power to haemodialysis: 'green dialysis' through wiser resource utilization. *Nephrology (Carlton)*. 2010 Jun;15(4):448-53. [CrossRef](#) [PubMed](#).
- Commissione europea. *Il Green Deal europeo*. [Online](#) (Accessed May 2024)
- Gazzetta ufficiale dell'Unione europea. Regolamento (ce) n. 1907/2006 del parlamento europeo e del consiglio, 18 dicembre 2006. [Online](#): (Accessed: May 2024.)
- Nordic Swan Ecolabel. *The Nordic Swan Ecolabel*. [Online](#): (Accessed: May 2024)
- European Union. *The EU's Public Procurement Framework*. [Online](#). (Accessed: May 2024)
- National Health Service (NHS). *Applying net zero and social value in the procurement of NHS goods and services*. 2022. [Online](#) (Accessed May 2024)
- NSW Office of Environment and Heritage and Local Government NSW. *Sustainable Procurement Guide: for local government in NSW*. 2017. [Online](#) (Accessed: May 2024)
- Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana. D. lgs. 36/2023, Art.57, comma 2. [Online](#) (Accessed: May 2024).
- Saleem S, Hu G, Li J, Hewage K, Sadiq R. Evaluation of off-shore oil spill response waste management strategies: A life-cycle assessment-based framework. *J Hazard Mater*. 2022;432:128659. [CrossRef](#) [PubMed](#)
- Schleser A, Fleck N, Tsobanelis T. MP461 the impact of disposables towards more eco-friendly and less costly hemodialysis. *Nephrol Dial Transplant*. 2016;31(suppl 1):i494. [CrossRef](#)
- Connor A, Lillywhite R, Cooke MW. The carbon footprints of home and in-center maintenance hemodialysis in the United Kingdom. *Hemodial Int*. 2011;15(1):39-51. [CrossRef](#) [PubMed](#)
- Mesic E, Bock A, Major L, et al. Dialysate saving by automated control of flow rates: comparison between individualized online hemodiafiltration and standard hemodialysis. *Hemodial Int*. 2011;15(4):522-529. [CrossRef](#) [PubMed](#)
- Said N, Lau WJ, Ho Y-C, Lim SK, Zainol Abidin MN, Ismail AF. A review of commercial developments and recent laboratory research of dialyzers and membranes for hemodialysis application. *Membranes (Basel)*. 2021;11(10):767. [CrossRef](#) [PubMed](#)
- Palladino G, Sereni L. Bisphenol A in Chronic Kidney Disease. [Internet] *Bisphenol A Exposure and Health Risks*. InTech; 2017. [CrossRef](#).
- Agar JW. Personal viewpoint: hemodialysis--water, power, and waste disposal: rethinking our environmental responsibilities. *Hemodial Int*. 2012;16(1):6-10. [CrossRef](#) [PubMed](#)
- Agar JW, Simmonds RE, Knight R, Somerville CA. Using water wisely: New, affordable, and essential water conservation practices for facility and home hemodialysis. *Hemodial Int*. 2009;13(1):32-37. [CrossRef](#) [PubMed](#)
- Lim AE, Perkins A, Agar JW. The carbon footprint of an Australian satellite haemodialysis unit. *Aust Health Rev*. 2013;37(3):369-374. [CrossRef](#) [PubMed](#)
- Wieliczko M, Zawierucha J, Covic A, Prystacki T, Marcinkowski W, Małyszko J. Eco-dialysis: fashion or necessity. *Int Urol Nephrol*. 2020;52(3):519-523. [CrossRef](#) [PubMed](#)
- García-Lorenzo B, Fernández-Barceló C, Maduell F, Sampietro-Colom L. Health Technology Assessment of a new water quality monitoring technology: impact of automation, digitalization and remoteness in dialysis units. *PLoS One*. 2021;16(2):e0247450. [CrossRef](#) [PubMed](#)
- Actis Perinnetto A, Naso E, Tamagnone M, et al. Green Dialysis e ottimizzazione delle risorse: soluzioni e strumenti mirati ad una gestione efficiente e sostenibile del trattamento dialitico. Poster 290. 63° Congresso Nazionale SIN 2022. [Online](#)
- Di Chiaro G., Alfano G., Cancelli Y., Cannito F., Pulizzi R.A., Stipo L., Olmeda F., Palmieri L., Perrone S., Malaguti V., Cappelli G., Donati G., Emodialisi "Green": il concentrato acido centralizzato del centro dialisi del policlinico di Modena, *Giornale Italiano di Nefrologia*, Anno 41 Volume 3 [CrossRef](#)



30. Mettang T, Pauli-Magnus C, Alscher DM, et al. Influence of plasticizer-free CAPD bags and tubings on serum, urine, and dialysate levels of phthalic acid esters in CAPD patients. *Perit Dial Int.* 2000;20(1):80-84. [CrossRef PubMed](#)
31. Robert B, Bernard C, Renner S, Sophie B, Sudhir B, Dana K. FP573 Plastic waste reduction in different peritoneal dialysis strategies: the impact of disposable choiche on carbon footprint. *Nephrol Dial Transplant.* 2019;34(Supplement_1):gfz106.FP573. [CrossRef](#)
32. Nair S, Gautier J, HOME HEMODIALYSIS (HHD) WITH LOW DIALYSATE VOLUME (LDV) – THE GREEN BENEFITS. *Nephrol Dial Transplant.* 2019;34(Supplement_1):gfz103.SP690 [CrossRef](#)
33. Uslu AM, Stausberg J. Value of the electronic patient record: an analysis of the literature. *J Biomed Inform.* 2008;41(4):675-682. [CrossRef PubMed](#)
34. Mazzone S, Moscardo V, Kastl Juergen, Giordana G. Paperless Dialysis Patient Management Saves Thousands of Trees Every Year. *Nephrol Dial Transplant.* 2013;28:209-210. [Online](#)
35. Sehgal AR, Slutzman JE, Huml AM. Sources of variation in the carbon footprint of hemodialysis treatment. *J Am Soc Nephrol.* 2022;33(9):1790-1795. [CrossRef PubMed](#)
36. Merello De Miguel. M., Boccato, C. and Giordana, G. *Dialysis Centres. An Architectural Guide.* Lengerich Pabst Science Publishers; 2012.
37. Kastl J, et al. ZERO EMISSION DIALYSIS CLINIC-A CONCEPT STUDY. *Nephrol Dial Transplant.* 2013. Oxford univ press great clarendon st, oxford ox2 6dp, England. [Online](#) (Accessed May 2024)
38. Kastl J, Pancířová J. *Linee Guida Ambientali in Dialisi. Guida pratica per ridurre l'impatto ambientale della dialisi.* EDTNA/ERCA; 2012.
39. Mortimer F, Isherwood J, Wilkinson A, Vaux E. Sustainability in quality improvement: redefining value. *Future Healthc J.* 2018; 5(2):88-93. [CrossRef PubMed](#)
40. Dictionary C. Definizione di KPI. [Online](#) (Accessed May 2024)
41. Pancířová J, Golland J. GREEN EXCELLENCE IN DIALYSIS. Recommendations for sustainable kidney care. EDTNA/ERCA; 2022. [Online](#) (Accessed May 2024)
42. World Health Organization. Ottawa Charter for Health Promotion. First International Conference for Health Promotion. 21 November 1986 - WHO/HPR/HEP/95.1. [Online](#) (Accessed May 2024)
43. Scalorbi S. *Infermieristica preventiva e di comunità.* McGraw-Hill Italia. ISBN/EAN; 2012:105-107.
44. International Council of Nurses. *The ICN Code of Ethics for Nurses.* 2021. ISBN: 978-92-95099-94-4. [Online](#) (Accessed May 2024)
45. Renal tsar's blog. Sustainability the seventh dimension of quality. [Online:](#) (Accessed: May 2024)
46. Connor A, O'Donoghue D. Sustainability: the seventh dimension of quality in health care. *Hemodial Int.* 2012;16(1):2-5. [CrossRef PubMed](#)