

L'era dell'ospedale interamente elettrificato

Un caso di studio che analizza l'impatto dell'elettrificazione di una struttura sanitaria per l'assistenza ai pazienti in cura intensiva.

White Paper

di Daniel Garcia Gil
Enrique Carbonell
Odile Chabe

Riepilogo

Con l'avanzare dei progressi tecnologici nel settore sanitario e l'intensificarsi delle normative in tema di decarbonizzazione, il concetto di ospedale interamente elettrificato sta prendendo piede.

Abbracciare il cambiamento significa aumentare risparmi, resilienza e sostenibilità.

Questo white paper analizza i fattori chiave, le sfide e le opportunità associate a un ospedale interamente elettrificato. Il documento si conclude con un caso di studio che dimostra l'impatto empirico dell'elettrificazione in un ospedale reale di cure intensive.

Prefazione

La digitalizzazione offre numerosi vantaggi, tra cui il monitoraggio in tempo reale e la manutenzione predittiva, che consentono di incrementare l'efficienza e la resilienza delle strutture. L'elettificazione di questi sistemi facilita la gestione dell'energia intelligente e ottimizza i consumi e i costi energetici integrando le fonti di energia rinnovabili, migliorando la sostenibilità.

Insieme, la digitalizzazione e l'elettificazione creano un ambiente favorevole in cui dati, automazione, infrastrutture e fornitori di assistenza, contribuiscono alla migliore esperienza possibile per i pazienti. La digitalizzazione

e l'elettificazione rappresentano un percorso continuo e i vantaggi sono tangibili. Per sfruttarne appieno il potenziale, le organizzazioni sanitarie devono risolvere problemi di complessità legati alla trasformazione di un'intera infrastruttura e dei processi che la supportano. Per cogliere questa occasione saranno richieste una preparazione eccezionale, perseveranza e partnership.

Schneider Electric™ collabora con le organizzazioni sanitarie in ogni fase del percorso di digitalizzazione ed elettificazione. Grazie alla nostra profonda **competenza del settore e a una rete globale di consulenti e specialisti di soluzioni in ambito sanitario**, aiutiamo i nostri clienti a sfruttare la potenza della digitalizzazione e dell'elettificazione per affrontare le sfide attuali e prepararsi a quelle future.

Nello spirito di tale impegno, **Schneider Electric sta investendo in una serie di white paper basati sulla ricerca per comprendere meglio le implicazioni della digitalizzazione e dell'elettificazione in termini di resilienza, efficienza, fornitura di assistenza e sostenibilità.** Questa serie, che presenta le prospettive di una rete globale di leader tecnologici e di strutture sanitarie, esaminerà soluzioni avanzate e ricerche convalidate per scoprire le trasformazioni chiave che plasmeranno il futuro dell'infrastruttura sanitaria.

Questo white paper, il primo della serie, analizza i fattori chiave, le sfide e le opportunità associate all'elettificazione dell'infrastruttura sanitaria. Al centro di questo studio c'è l'esame dell'impatto dell'elettificazione di un ospedale da 800 posti letto per l'assistenza ai pazienti in cura intensiva. Lo studio valuta le tecnologie più adatte per sostituire i sistemi a combustibili fossili e sostiene l'adozione di soluzioni interamente elettriche essenziali per promuovere gli sforzi di elettificazione e decarbonizzazione.

La nostra analisi rivela che questo progetto interamente elettrico richiede una capacità di alimentazione elettrica da 2 a 2,25 volte* superiore rispetto al progetto originale, evidenziando la necessità di una pianificazione solida e di un approccio innovativo all'infrastruttura delle strutture sanitarie.

Il caso di studio analizza i sistemi principali come il riscaldamento e il raffrescamento, la ricarica dei veicoli elettrici (EV), l'alimentazione di riserva, la produzione di energia rinnovabile e l'accumulo su batterie e servizi ausiliari aggiuntivi.



*Questo valore può aumentare fino a 3-4 volte a seconda della zona climatica, dei servizi ospedalieri, ecc.

Sommario

Presentazione dell'ospedale interamente elettrificato	4
Quattro considerazioni per l'elettificazione dell'infrastruttura sanitaria	6
Elettificazione della struttura di un grande ospedale per l'assistenza ai pazienti in cura intensiva	8
Conclusioni	21



Presentazione dell'ospedale interamente elettrificato

Immaginate un ospedale in cui ogni aspetto delle sue attività, dall'illuminazione alle apparecchiature salvavita, sia alimentato da energia pulita e rinnovabile. Questa è la visione dell'ospedale interamente elettrificato: una struttura rivoluzionaria con l'obiettivo di ridurre le emissioni di carbonio, migliorare l'efficienza energetica e creare un ambiente più sicuro e più sano per i pazienti e il personale.

Questa visione sta rapidamente diventando realtà man mano che le organizzazioni progrediscono nella pianificazione e nello sviluppo di strutture interamente elettriche. **Figura 1** - Mette in evidenza alcuni di questi progetti pionieristici.



Figura 1

Esempi di progetti ospedalieri interamente elettrificati in via di sviluppo

Elettrificazione e decarbonizzazione del settore sanitario

Le organizzazioni sanitarie sono fondamentali per proteggere e migliorare la salute e il benessere della comunità. Tuttavia, il settore contribuisce in modo significativo alle emissioni di gas a effetto serra a causa della sua elevata domanda di energia e della sua operatività 24/7. Queste emissioni sono all'origine dei cambiamenti climatici e dell'inquinamento atmosferico, minacciano le infrastrutture sanitarie critiche a causa di eventi meteorologici estremi e danneggiano la nostra salute. Pertanto, le organizzazioni sanitarie devono bilanciare le loro missioni salva-vita con iniziative di decarbonizzazione.

Il **4,4%** delle emissioni nette globali totali proviene dal settore sanitario¹

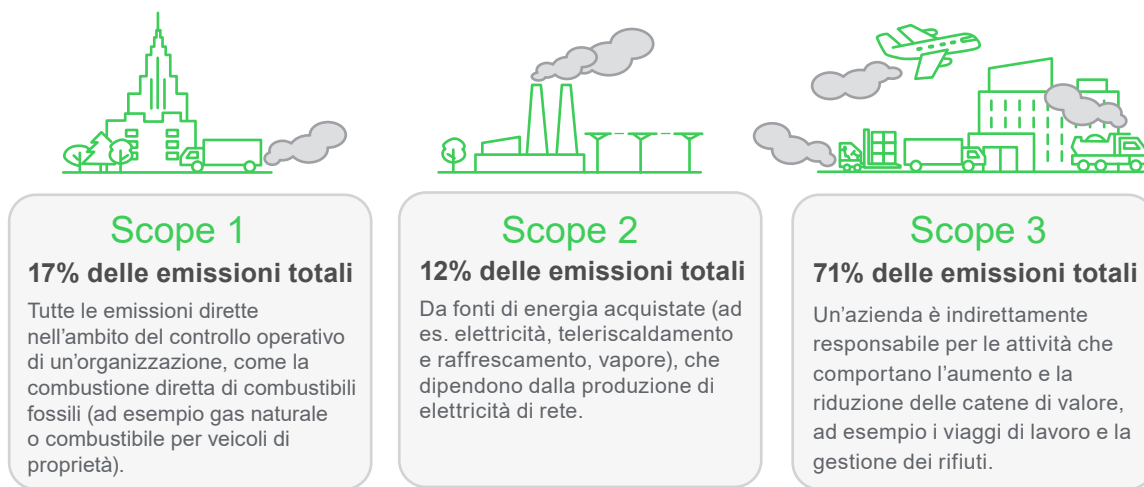
Il **99%** della popolazione mondiale vive in luoghi in cui i livelli di inquinamento atmosferico superano i limiti²

1. Healthcare without Harm, Healthcare's Climate Footprint

2. Organizzazione Mondiale della Sanità, portale dati sull'inquinamento atmosferico

La misurazione delle emissioni di gas serra è essenziale per ridurre l'impronta di carbonio. Il protocollo GHG sui gas a effetto serra "Corporate Standard" è lo strumento riconosciuto a livello mondiale per contabilizzare tali emissioni. Esso classifica le attività di produzione di emissioni di un'organizzazione come dirette o indirette. **Figura 2** - Mostra la quota di emissioni di carbonio del settore sanitario nei tre ambiti.³

Figura 2
Percentuale di emissioni di carbonio delle strutture sanitarie tra i vari ambiti di emissione

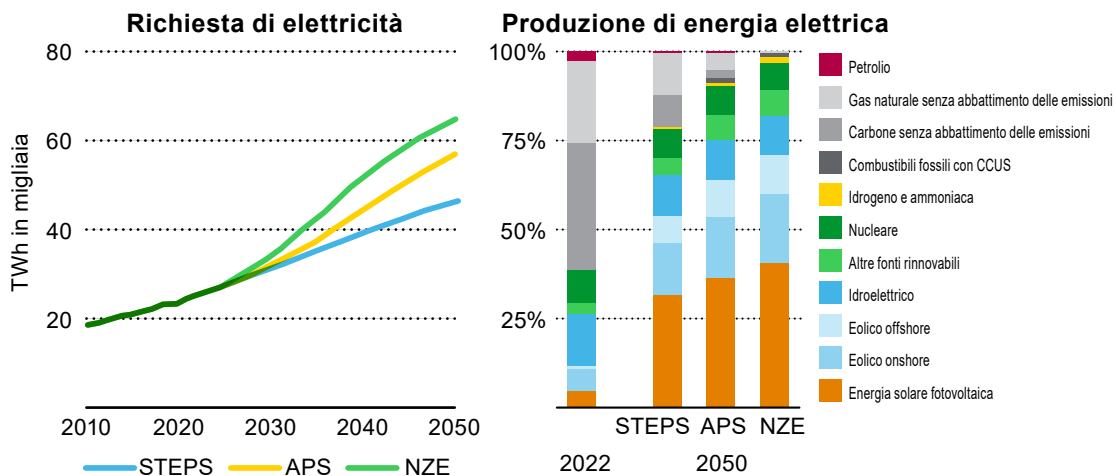


L'elettrificazione riduce le emissioni Scope 1 eliminando l'uso diretto di combustibili fossili nelle operazioni ospedaliere e fornendo infrastrutture di ricarica per veicoli elettrici di emergenza e di proprietà ospedaliera. Questo passaggio sposta le emissioni Scope 2, che dipende dalle fonti energetiche utilizzate per l'elettricità della rete.

Nel 2022, vedere la **Figura 3** l'Agenzia internazionale per l'energia (AIE) ha riferito che i combustibili fossili rappresentano il 64,1% della produzione globale di energia elettrica, mentre le energie rinnovabili hanno raggiunto un livello record del 28,5%. Anche se c'è ancora molta strada da fare per eliminare le emissioni indirette Scope 2, gli analisti prevedono che la produzione globale di elettricità sarà completamente priva di emissioni di carbonio entro il 2050.

Figura 3
La domanda globale di energia elettrica nel 2022, mix di produzione ed evoluzione prevista fino al 2050

Fonte: AIE



I benefici dell'elettrificazione in termini di decarbonizzazione sono evidenti ma per ottenere cambiamenti trasformativi sono necessarie una pianificazione meticolosa e la collaborazione delle parti interessate.

3. Healthcare without Harm, Healthcare's Climate FootPrint

Quattro considerazioni per l'elettificazione delle infrastrutture sanitarie

Anche se ogni organizzazione sanitaria è unica nel suo genere, i fattori comuni stanno plasmando il futuro delle relative strutture e infrastrutture. In questa sezione vengono evidenziate le potenziali sfide e le opportunità che si presentano in quattro ambiti chiave.

1. Regolamentazione e conformità

Le strutture sanitarie operano in un panorama complesso di normative, standard e stakeholder nei settori sanitario ed energetico. Standard come quelli della Commissione Elettrotecnica Internazionale (CEI) e della National Fire Protection Association (NFPA®) richiedono agli ospedali di fornire un'alimentazione ininterrotta per garantire l'assistenza continua dei pazienti nelle aree critiche. Storicamente, gli sforzi di elettrificazione, come la transizione verso le energie rinnovabili, sono stati considerati inaffidabili per i sistemi critici, portando alla dipendenza da generatori di riserva alimentati a combustibili fossili.

Tuttavia, questa posizione si sta lentamente evolvendo. Ad esempio, negli Stati Uniti, i Centri per l'assistenza sanitaria e i servizi di assistenza sanitaria [\(CMS\) hanno rilasciato una deroga vincolante](#) per consentire ai sistemi sanitari di utilizzare microgrid di energia pulita per l'alimentazione di emergenza, riducendo la dipendenza dai combustibili fossili.

L'elettificazione offre opportunità quali:

- **Rispetto delle normative:** Aiutare le strutture a soddisfare i rigorosi obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra e le normative ambientali eliminando l'uso diretto di combustibili fossili.
- **Automazione dei processi:** Consentire la digitalizzazione, che semplifica la conformità automatizzando l'uso dell'energia e la rendicontazione dell'impatto ambientale. Gli strumenti avanzati consentono di tracciare il consumo in tempo reale, le emissioni e le prestazioni del sistema, semplificando la documentazione e riducendo gli oneri amministrativi.

2. Domanda e offerta di energia

Gli ospedali consumano molta energia e la piena elettrificazione può aumentare la domanda di elettricità e i carichi di picco, mettendo a dura prova la rete. Alcune azioni possono ridurre le sollecitazioni sulla rete e offrire ulteriori opportunità alle organizzazioni sanitarie, ad esempio:

- **Integrazione delle energie rinnovabili:** Utilizzo di sistemi di gestione della rete per massimizzare l'uso di energia pulita e l'energia generata sul posto durante i picchi di domanda, riducendo le sollecitazioni sulla rete e le elevate spese energetiche durante i picchi di domanda.
- **Gestione avanzata del carico:** Garanzia di una fornitura energetica costante, dando priorità all'alimentazione per i sistemi critici e consentendo l'alleggerimento dei carichi per aree non essenziali come le stazioni di ricarica EV per i visitatori.
- **Pianificazione intelligente:** Il software elettrico digital twin (gemello digitale) che simula gli scenari di elettrificazione consente alle organizzazioni di comprendere l'impatto dei loro progetti prima dell'implementazione e ne migliora l'efficienza.

3. Evoluzione della manutenzione e adozione della tecnologia

Con il progredire della tecnologia, **le organizzazioni sanitarie devono modificare radicalmente le operazioni di manutenzione** per adattarsi ai cambiamenti nella loro infrastruttura. La transizione a una struttura interamente elettrificata richiede personale con competenze in materia di elettricità. Ciò potrebbe comportare la **formazione su nuove apparecchiature** come le pompe di calore e le tecnologie per le energie rinnovabili.

Inoltre, le tecnologie elettriche facilitano **l'adozione di strumenti e servizi digitali** in grado di trasformare i sistemi di manutenzione. La tecnologia dei sensori abilitata per IoT, ad esempio, monitora immediatamente le condizioni operative dell'infrastruttura elettrica (ad es. temperatura, vibrazioni, umidità, ecc.) **avvisando i team in caso di interruzioni e persino prevenendo i guasti**. Questi strumenti rendono inoltre fattibile il supporto della gestione remota per i team della struttura, consentendo il supporto e la gestione offsite 24/7 a distanza.

Inoltre, **le tecnologie elettriche spesso hanno meno parti mobili** rispetto ai sistemi basati su combustibili fossili, riducendo i requisiti di manutenzione, i tempi di inattività, favorendo un ambiente di lavoro più sicuro e mitigando i rischi di infiammabilità e le emissioni.

4. Costi, investimenti e finanziamenti

Come molti progetti di miglioramento, l'elettrificazione può comportare costi di capitale iniziali elevati per nuove apparecchiature, aggiornamenti dell'infrastruttura e impianti a energia rinnovabile. Tuttavia, questi costi iniziali possono essere controbilanciati da vantaggi preziosi, quali:

- **Eliminazione delle spese per interruzioni non pianificate:** La garanzia di una fornitura di energia più stabile e affidabile riduce la vulnerabilità alle interruzioni e ai guasti della rete, limitando al minimo i costi delle sanzioni. Questa resilienza può anche far risparmiare costi indiretti, come la prevenzione di esperienze negative per i pazienti.
- **Risparmio delle spese di esercizio a lungo termine:** Riduzione delle bollette energetiche, riduzione delle spese di manutenzione e miglioramento dell'efficienza operativa. Nonostante i timori di potenziali aumenti delle spese di esercizio derivanti dal passaggio all'elettricità, le fluttuazioni dei prezzi del gas e la maggiore efficienza delle apparecchiature elettriche possono comportare vantaggi in termini di costi.
- **Opportunità di finanziamento:** Meccanismi finanziari come i sussidi governativi, le sovvenzioni e i modelli di finanziamento innovativi rendono l'elettrificazione più fattibile. Esempi: [Public Sector Decarbonisation Scheme](#) (UK) e [World Bank-funded electrification schemes](#).

Caso di studio

Elettrificazione di un grande ospedale per l'assistenza ai pazienti in cura intensiva

Questa sezione presenta un caso di studio su come l'elettrificazione incida sulle esigenze energetiche di un ospedale per l'assistenza ai pazienti in cura intensiva con 800 posti letto. Calcoliamo l'impatto sostituendo teoricamente tutte le infrastrutture a combustibili fossili con tecnologie alternative. Esaminiamo inoltre le opzioni per l'aggiunta di soluzioni sostenibili per l'alimentazione di riserva, la ricarica EV e la generazione e l'accumulo di energia rinnovabile, fornendo un percorso man mano che queste tecnologie maturano e diventano disponibili.

La nostra analisi ha diversi limiti. Innanzitutto, dal momento che questo white paper si concentra sulla progettazione ecocompatibile dell'infrastruttura interamente elettrificata, non affrontiamo i problemi importanti per le strutture esistenti, come la sostituzione dell'infrastruttura mantenendo il funzionamento 24 ore su 24, 7 giorni su 7 o la gestione dei vincoli di spazio. Inoltre, non copriamo le emissioni di gas a effetto serra non direttamente correlate all'infrastruttura dell'impianto (come quelle derivanti da operazioni cliniche, ad es. gas medicali) o iniziative per gestire e ottimizzare l'uso e l'efficienza energetica.



Scenario 1

Il progetto **originale** che implica sistemi dipendenti dai combustibili fossili.



Scenario 2

Il progetto **elettrificato** in cui i combustibili fossili sono sostituiti da alternative elettriche.

Nello studio, prendiamo in considerazione l'ospedale in due scenari:

Il caso di studio e i successivi risultati sono stati prodotti a fronte di un ospedale reale con le seguenti caratteristiche:

- **Dimensioni:** ospedale da 800 posti letto, che serve 500.000 pazienti all'anno
- **Clima:** Mediterraneo (ad esempio, gli inverni sono ventosi da ovest, caldi e umidi. Le estati sono calme, calde e asciutte. Questo clima richiede un riscaldamento moderato in inverno e un raffreddamento significativo in estate).
- **Servizi:** Assistenza ospedaliera e ambulatoriale, comprese le cure secondarie e terziarie, tra cui:
 - Servizi di medicina generale (ad es., cardiologia, neurologia, dermatologia, ecc.)
 - Servizi chirurgici (ad es. neurochirurgia, vascolare, ortopedia, ecc.)
 - Servizi di assistenza critica (ad es. unità di terapia intensiva, servizi di emergenza, traumi, ecc.)
 - Servizi sanitari connessi (ad es. fisioterapia, psicologia, servizi di benessere, ecc.)
 - Servizi di supporto (ad es. servizi sociali, cure palliative, ecc.)
 - Servizi di ricerca (ad es. laboratori, studi clinici, ecc.)

Caso di studio

L'infrastruttura di alimentazione dell'ospedale è alla base dell'analisi dell'elettrificazione. Il **progetto originale, vedere la Figura 4**, include:

Infrastruttura non dipendente dai combustibili fossili

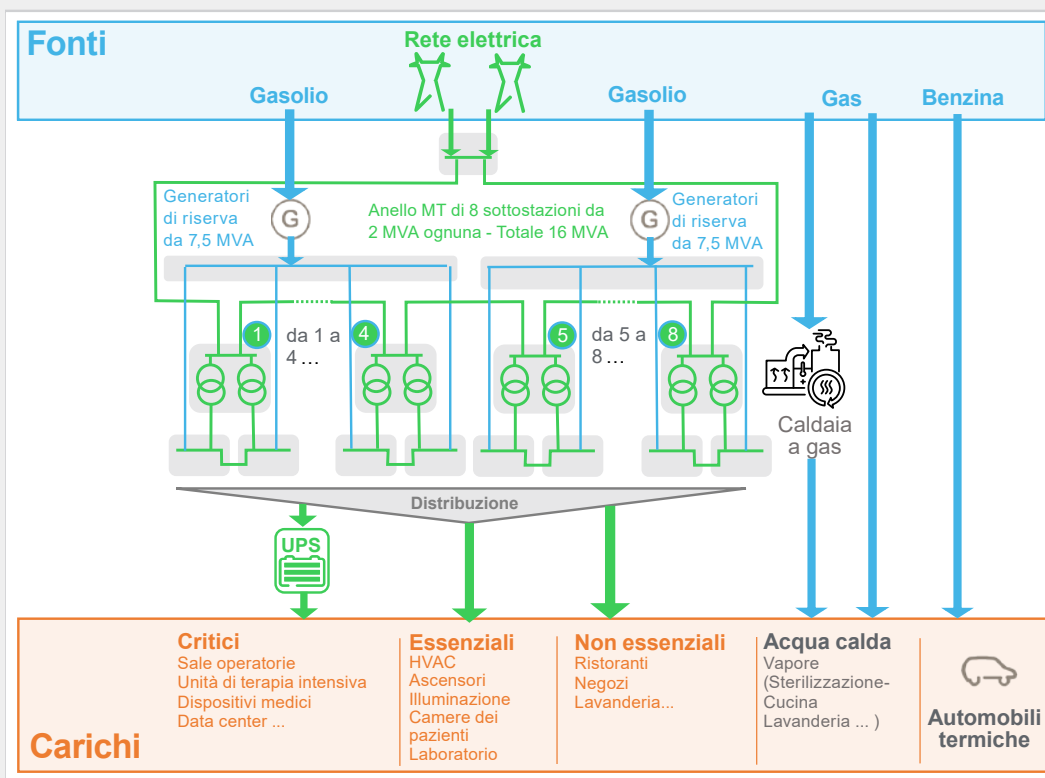
- **Capacità di alimentazione elettrica:** 16 MVA distribuiti su otto sottostazioni interconnesse in un anello in media tensione (MT), ognuna con due trasformatori da 2 MVA in una configurazione 2N. Ciò assicura un'alimentazione ininterrotta in caso di guasto del trasformatore.
- **Impianti ad acqua refrigerata (CHW):** Sette chiller centrifughi da 3.400 kW in configurazione N+1, installati in due sedi.

Infrastruttura dipendente dai combustibili fossili

- **Generazione di alimentazione di riserva:** Due centrali elettriche, ognuna con tre generatori diesel da 2,5 MVA, forniscono un totale di 15 MVA e supportano circa il 94% della capacità totale di alimentazione.
- **Caldaie per riscaldamento ad acqua calda (HHW):** Sei caldaie a gas da 3.000 kW in configurazione N+1, che distribuiscono HHW e acqua calda sanitaria (DHW) con una capacità totale di 18 MW.
- **Altri servizi dipendenti dal gas:** Servizi di cucina, lavanderia e per affittuari, stimati a 2 MW.

Infine, un parcheggio da **2.200 posti auto** per pazienti, visitatori e personale. Tuttavia, l'impianto non dispone di un'infrastruttura di ricarica EV per i veicoli sia personali che di emergenza, e l'attuale flotta utilizza motori a combustione interna (ICE).

Figura 4
Rappresentazione schematica dei servizi elettrici e meccanici dell'ospedale originario dipendente da combustibili fossili (scenario 1)



Capacità di potenza elettrica = **16 MVA**

Caso di studio

Elettrificazione dell'infrastruttura ospedaliera dipendente dai combustibili fossili

Questa sezione descrive il processo di elettrificazione e il suo impatto sulla domanda di alimentazione. Valutiamo la disponibilità, i costi e la maturità delle tecnologie per garantire un approccio pratico. La **Tabella 1** elenca i sistemi esistenti dipendenti dai combustibili fossili da elettrificare, compresa la loro configurazione attuale, le alternative completamente elettriche proposte e la criticità del carico di ciascun sistema.

Tabella 1

Riassunto degli ambiti dipendenti dai combustibili fossili nell'ospedale originale e nelle alternative elettriche

Ambito	Progetto originale	Progetto elettrificato	Criticità del carico
Impianto di riscaldamento ad acqua calda (HHW)	Caldaie a gas	Combinazione di pompe di calore e caldaie elettriche	Essenziali
Impianto di acqua calda sanitaria (DHW)	Dall'impianto HHW tramite scambiatori di calore + caldaie a gas	Combinazione di pompe di calore e caldaie elettriche	Essenziali
Caldaie a vapore	Nessuna - autoclavi elettriche e trattamento nel punto di utilizzo	Nessuna modifica	N/D
Servizi di cucina	Piani di cottura a gas, griglie, friggitorici e piastre a vapore	Alternative elettriche	Essenziali
Servizi di lavanderia	Essiccatori e stiratori a gas	Alternative elettriche	Essenziali
Veicoli per visitatori e personale	Veicoli con motore a combustione interna (ICE)	Veicoli elettrici (EV) Caricabatterie EV: 15% di tutti i parcheggi auto (330)	Non essenziali
Veicoli di risposta alle emergenze	Veicoli con motore a combustione interna (ICE)	Veicoli elettrici (EV) Caricabatterie EV: 10 caricabatterie dedicati	Essenziali
Generazione di alimentazione di riserva	Generatori diesel	Celle a combustibile a idrogeno (PEMFC)	Critici ed essenziali

Parte 1: Sostituzione delle caldaie per riscaldamento e acqua calda sanitaria (DHW)

Il riscaldamento rappresenta circa l'80-90% del consumo di gas dell'ospedale.⁴ Il progetto ospedaliero originale include sei caldaie a gas, ognuna con una capacità di 3 MW, che supportano il riscaldamento dell'acqua calda (HHW) e il DHW tramite scambiatori di calore e anelli. L'impianto opera in una configurazione N+1, con cinque caldaie attive e una caldaia di riserva per ridondanza. La potenza termica installata totale è di 18 MW, con HHW che parte a 80 °C e ritorna a 60 °C.



4. Questa è la stima di Schneider Electric basata sul consumo di gas misurato in ospedali simili.

Caso di studio

Per determinare le tecnologie di riscaldamento elettrico che sostituiscono le caldaie a gas esistenti sono state adottate le cinque misure seguenti:

- 1 **Calcolo del fabbisogno energetico di riscaldamento**
 - Ciascuna delle cinque caldaie attive ha una capacità di 3 MW, che genera una potenza termica combinata di 15 MW, esclusa la caldaia di riserva.
- 2 **Confronto delle efficienze**
 - Le caldaie a gas esistenti hanno un'efficienza stimata dell'80%, che si traduce in una potenza netta di 12 MW. Le alternative elettriche hanno un'efficienza di quasi il 100%, per cui 12 MW sono la potenza elettrica necessaria dell'impianto elettrificato.
- 3 **Definizione della capacità termica richiesta**
 - In base alle dimensioni dell'edificio, alla sua ubicazione, alle condizioni climatiche e alle norme edilizie, 12 MW forniscono una capacità sufficiente per la ridondanza N+1. Tuttavia, viene aggiunta una caldaia supplementare, come nel progetto originale, ma elettrica.
- 4 **Informazioni sulla generazione DHW**
 - Per DHW, due pompe di calore ad alta efficienza acqua-acqua (WTW) vengono selezionate e configurate in serie per massimizzare l'efficienza e raggiungere la temperatura DHW richiesta. L'acqua calda proveniente dalle pompe di calore alimenta uno scambiatore di calore a piastre con un serbatoio di acqua calda. La dimensione del fabbisogno di DHW è basata sull'uso medio negli ospedali europei.⁵
- 5 **Determinazione del funzionamento dell'impianto HHW**
 - Il progetto HHW finale comprende quattro set di pompe di calore aria-acqua (ATW) e quattro set di pompe di calore acqua-acqua (WTW) collegate in serie con due caldaie elettriche.
 - Utilizzare pompe di calore ATW quando la temperatura dell'aria esterna consente una capacità di riscaldamento del 100% (ad es. durante l'estate).
 - Collegare le pompe di calore ATW a pompe di calore ad alta temperatura WTW per aumentare la temperatura fino al setpoint richiesto.
 - Collegare tutte le pompe di calore in serie con una caldaia elettrica che entra in funzione quando le pompe non soddisfano il setpoint di riscaldamento richiesto durante l'inverno. La caldaia elettrica garantisce anche l'affidabilità se una delle pompe di calore deve essere fermata.



Altre considerazioni pertinenti durante il processo di elettrificazione del riscaldamento

- Progettazione congiunta di impianti di riscaldamento e raffreddamento per incrementare l'efficienza (**Appendice D**)
- La decisione di includere le caldaie elettriche nonostante la loro ridotta efficienza (**Appendice E**)
- Riduzione delle temperature del circuito HHW per le pompe di calore per migliorare il COP (**Appendice F**)
- Impianti di automazione e riscaldamento degli edifici (**Appendice G**)

5. Dudkiewicz, Edyta & Ludwinska, Agnieszka & Rajski, Krzysztof. (2019). Implementazione di un sistema di recupero del calore dalle acque grigie negli ospedali. E3S Web of Conferences. 116. 00018. 10.1051/e3sconf/201911600018.

Caso di studio

Il progetto finale di riscaldamento interamente elettrico

In base ai calcoli e alle analisi tecnologiche di cui sopra, il sistema interamente elettrico proposto comprende:

- Pompe di calore WTW
- Pompe di calore ATW
- Caldaie elettriche

Come mostrato nella **Figura 5**, questo sistema produrrà:

- 10,5 MW di HHW in uscita a 65 °C
- 4 MW di DHW in uscita a 65 °C

Come già detto, l'uso di caldaie elettriche dovrebbe essere l'ultima risorsa, ad esempio durante i periodi di domanda di picco o le emergenze relative al sistema DHW.

La **Tabella 2** mostra le informazioni sull'apparecchiatura selezionata. L'elettificazione dei servizi HHW e DHW dell'ospedale aumenterà la domanda di energia di circa 7,84 MW. Considerando un fattore di potenza di 0,9, si calcola che la capacità di carico elettrico necessaria sia di circa 9 MVA.⁶

Tabella 2
Quantità e capacità degli impianti elettrici di riscaldamento selezionati

Apparecchiatura	#	Potenza termica (kW)	Potenza elettrica (kW)	Ampere (400/3/50)	Potenza termica totale (kW)	Potenza elettrica totale (kW)
Pompa di calore aria-acqua 30RQP 940R+15LS+17	4	895,0	359,4	705,0	3580,0	1437,8
Pompa di calore acqua-acqua ad altissima temperatura 61CW-Z742	4	524,0	188,0	304,5	2096,0	752,0
Pompa di calore acqua-acqua 61XWH-ZE07 Fase 1	1	669,0	170,7	506,0	669,0	170,7
Pompa di calore acqua-acqua 61XWH-ZE07 Fase 2	1	644,0	203,2	506,0	644,0	203,2
Caldaia elettrica WB-421	2	2640,0	2640,0	3180,0	5280,0	5280
Totale					12269,0	7843,7
Caldaia elettrica (opzionale per ridondanza) WB-421	1	2640,0	2640,0	3180,0	5280,0	5280
Totale (con ridondanza)					17549,0	13123,7

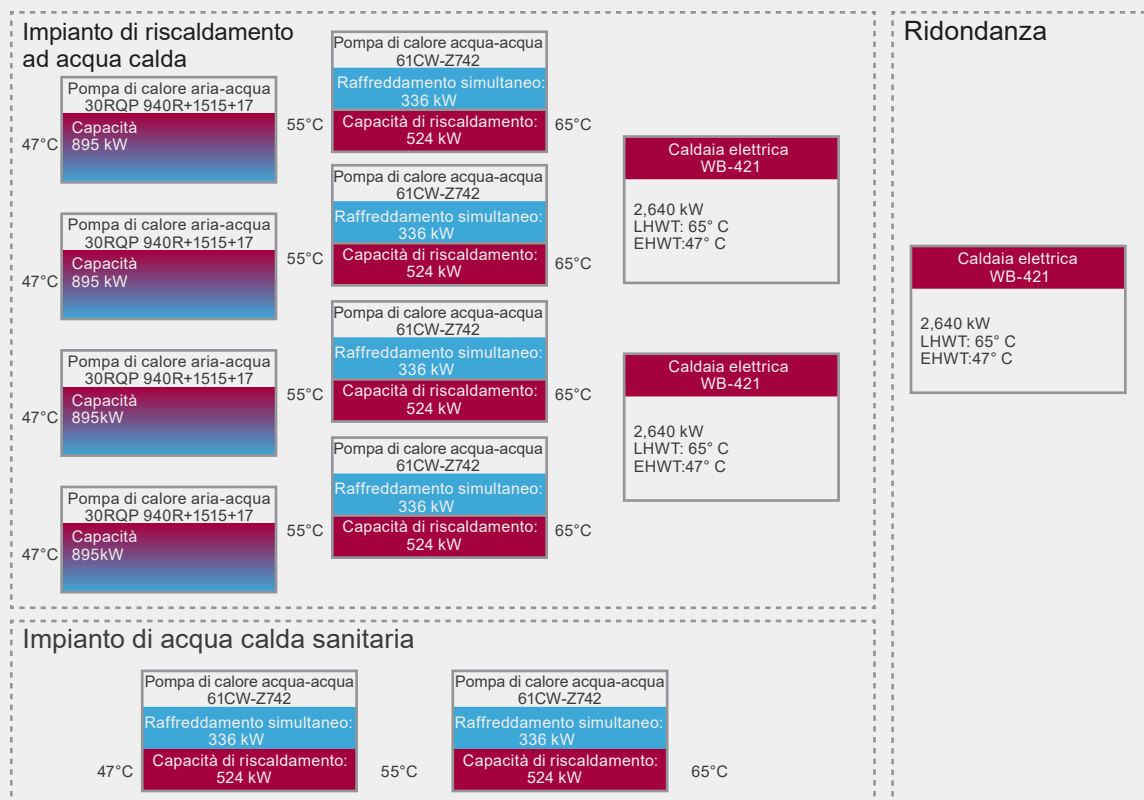


Capacità di potenza elettrica richiesta = 16 MVA + 9 MVA

6. Questo valore presuppone un fattore di potenza compreso tra 0,9 e 0,95 ed è stato arrotondato per eccesso per facilitare l'illustrazione dei risultati dell'elettificazione.

Caso di studio

Figura 5
Rappresentazione schematica degli impianti elettrificati HHW e DHW



Parte 2: Elettrificazione dei servizi di cucina e di lavanderia


I servizi di cucina, lavanderia e locazione rappresentano circa il 10% della capacità e del consumo di gas dell'ospedale originale, ovvero un carico di picco di gas di 2 MW distribuiti tra gli elettrodomestici elencati in **Tabella 3**.

Tabella 3

Elenco dei servizi di cucina e lavanderia che richiederanno l'elettrificazione, insieme alla potenza nominale stimata e all'efficienza.

#	Apparecchiatura	Potenza di riscaldamento stimata (BTU/KW)	Efficienza stimata ⁷	Potenza elettrica totale richiesta (kW)
6	Piani di cottura a gas	430.000 / 126	40%	756
6	Piastre a gas	60.000 / 18	30%	105
6	Friggitrici a gas	100.000 / 29	25%	176
6	Bollitori a vapore a gas	150.000 / 44	20%	264
8	Asciugabiancheria a gas	100.000 / 29	90%	234
8	Stiratrice a gas	200.000 / 59	95%	469
Totale				2004

Si prevede che i servizi di cucina e ausiliari elettrificati richiedano ulteriori 2 MVA di potenza. I calcoli non hanno tenuto conto del miglioramento dell'efficienza delle moderne apparecchiature elettriche,⁸ si stima che siano quasi il doppio più efficienti. Manteniamo invece un rapporto conservativo di 1:1 tra potenza e domanda.

 Capacità di potenza elettrica richiesta = 16 MVA + 9 MVA + 2 MVA = 27 MVA

7. Green Building Advisor, "Efficient Cooking".

8. AIE. Riepilogo esecutivo sull'efficienza energetica.

Caso di studio

Parte 3: Riprogettazione dell'infrastruttura elettrica

La nostra analisi rivela che l'elettificazione degli impianti a gas aumenta i requisiti di capacità elettrica dell'ospedale a 27 MVA. Il nostro percorso di elettrificazione continua con la riprogettazione di un'infrastruttura più ampia per ridurre le emissioni in tutti e tre gli ambiti. Ciò include le emissioni prodotte dai trasporti, dall'alimentazione di riserva e dall'elettricità generata dalla rete.

Installazione dell'infrastruttura di ricarica EV



L'utilizzo di veicoli, compresi quelli del personale pendolare, dei pazienti e i veicoli di risposta alle emergenze, contribuisce in particolare alle emissioni di Scope 1 e 3 del settore sanitario. L'ospedale originale dispone di circa 2.200 posti auto per il personale, i visitatori e i pazienti. Per rispettare le direttive internazionali sulle stazioni di ricarica EV per gli edifici pubblici,⁹ il 15% dei posti auto (330) avrà caricatori EV collegati alla rete di alimentazione non essenziale dell'ospedale.

Il mercato delle ambulanze elettriche è in rapida espansione, trainato dalle normative e dai progressi nella tecnologia delle batterie. Di conseguenza, saranno aggiunti altri 10 caricabatterie EV destinati esclusivamente ai veicoli di emergenza e saranno collegati alla rete di alimentazione essenziale. La **Tabella 4** riassume i caricabatterie per veicoli elettrici proposti per l'elettificazione contro le emissioni legate ai trasporti.

Tabella 4

Programma dei caricabatterie EV previsti per l'ospedale interamente elettrificato

Ambito	Numero di caricabatterie	Potenza nominale (kW)	Capacità di potenza totale (MVA)
Veicoli di visitatori, pazienti e personale	330	22	7,4
Veicoli di risposta alle emergenze	10	150	1,6

L'installazione di caricabatterie EV aggiunge 8760 kW o circa 9 MVA ai requisiti di potenza dell'ospedale.



Capacità di potenza elettrica richiesta = 16 MVA + 9 MVA + 2 MVA + **9 MVA** = 36 MVA

È improbabile che in un dato momento venga richiesto il 100% della capacità di ricarica EV. Pertanto, è possibile implementare un sistema di gestione del carico per allocare la potenza ai caricabatterie EV non essenziali in base a richieste di ricarica EV in tempo reale e previste e alla disponibilità di potenza.

9. Unione europea

Caso di studio

Integrazione di energie rinnovabili e sistemi di accumulo per ridurre la domanda di energia della rete

L'installazione di impianti di generazione di energia rinnovabile può ridurre la domanda complessiva di energia dalla rete e fornire energia aggiuntiva per carichi non essenziali, come i veicoli elettrici dei visitatori. Saranno installati sul posto impianti fotovoltaici (FV) per contribuire a ridurre la domanda di energia elettrica totale dell'ospedale elettrificato. Grazie allo spazio disponibile, è possibile installare sul tetto dell'edificio 2 MVA di energia solare.



Sistema di accumulo dell'energia in batterie

L'abbinamento del sistema fotovoltaico con un sistema di accumulo dell'energia in batterie (BESS) supporta una strategia di mitigazione dei picchi di carico. In caso di blackout, funge da sistema di alimentazione di riserva supplementare. Le dimensioni del sistema BESS si basano sul profilo elettrico previsto dell'ospedale elettrificato, considerando i necessari compromessi tra costo e disponibilità di spazio.

Considerando questi fattori, è previsto un BESS da 16 MWh per immagazzinare l'energia durante i periodi non di picco e scaricarla durante le ore di picco della domanda. Questo BESS sarà in grado di fornire altri 4 MW durante i periodi di picco, riducendo la domanda di potenza di picco della rete e mitigando l'impatto sulla capacità di rete causato dall'elettrificazione dell'ospedale.

Sostituzione dei generatori diesel di riserva con alternative più ecologiche

In conformità alle normative, le organizzazioni sanitarie devono fornire alimentazione continua in caso di blackout. Generalmente vengono utilizzati generatori diesel sul posto perché sono facili da reperire e possono generare un'alimentazione di riserva illimitata se il diesel è disponibile.

La struttura ospedaliera originale include sei generatori diesel da 2,5 MVA collocati in due centrali elettriche di riserva separate, che forniscono alimentazione di riserva al 94% del fabbisogno energetico totale dell'ospedale. Tuttavia, poiché i generatori diesel producono CO₂, il loro utilizzo rende impossibile eliminare le emissioni Scope 1.

Caso di studio

Le tre principali tecnologie alternative a confronto, vedere la **Tabella 5**, per sostituire i generatori diesel:

1. Combustibile a base di olio vegetale idrotrattato (HVO) :

Il combustibile HVO può essere utilizzato in generatori tradizionali o specifici per HVO. È considerato un'alternativa al gasolio convenzionale a emissioni zero.

2. Sistemi di accumulo dell'energia a batterie (BESS):

La tecnologia BESS sta rapidamente aumentando di capacità e diminuendo di costi, il che la rende un'opzione praticabile per l'alimentazione di riserva.

3. Celle a combustibile a idrogeno:

In particolare le celle a combustibile a idrogeno ad elettrolita polimerico (PEMFC), che hanno tempi di risposta e di entrata a regime più rapidi rispetto ad altre alternative a celle a combustibile a idrogeno.

	Generatori diesel	Generatori a combustibile HVO	BESS	Celle a combustibile a idrogeno ad elettrolita polimerico PEMFC ¹⁰
Disponibilità di carburante	Ampiamente disponibile, ma con preoccupazioni sulla sostenibilità e la volatilità dei prezzi	Limitata, ma in miglioramento con la crescente diffusione di fonti di energia rinnovabili	La ricarica non è disponibile durante le interruzioni di corrente (limitata alle energie rinnovabili)	Limitata, ma con infrastrutture in aumento e costi in calo
Tempo di risposta	10-60 secondi	10-60 secondi	20-50 millisecondi	10-120 secondi
Dimensioni	Riferimento	Uguale al riferimento	Più di 10 volte più grande del riferimento	Da 3 a 5 volte più grande del riferimento (compreso lo stoccaggio del combustibile)
Costo delle spese di capitale	Riferimento	20-40% al di sopra del riferimento	Tra 15 e 20 volte più del riferimento	Da 2,5 a 5,5 volte più del riferimento
Costi di esercizio	Riferimento	Uguale al riferimento	Significativamente inferiore al riferimento	Fino all'80% in meno ¹¹ rispetto al riferimento
Costo del carburante	Riferimento	10-15% in più rispetto al gasolio	Dipende dai costi energetici della rete e dalle dimensioni delle energie rinnovabili	Da 1,5 a 2 volte più del riferimento
Impronta di carbonio¹²	Elevata impronta di carbonio	Riduzione delle emissioni del 90% rispetto al gasolio, carbonio incorporato non considerato	Emissioni zero di carbonio in esercizio (non considerando la fabbricazione)	Emissioni zero di carbonio in esercizio La produzione di idrogeno è a zero emissioni di carbonio se prodotta mediante elettrolisi
Complessità di funzionamento	Molto semplice, ampia disponibilità di tecnici qualificati in tutte le aree geografiche	Disponibilità sufficiente di tecnici qualificati nella maggior parte dei paesi	Tecnologia nuova ed equa, ma bassa complessità e facilità di configurazione e manutenzione	Semplice ma con disponibilità limitata di team qualificati
Autonomia	Teoricamente illimitata se il carburante è disponibile	Teoricamente illimitata se è disponibile combustibile HVO	Limitata dalle dimensioni della batteria e dalla disponibilità di elettricità per caricarle	Teoricamente illimitata se l'idrogeno è disponibile

Tabella 5
Confronto tra i generatori diesel e le alternative di alimentazione di riserva.

10. Informazioni raccolte da più fornitori di PEMFC per l'idrogeno

11. Informazioni raccolte da più fornitori di PEMFC per l'idrogeno

12. In questo confronto, il carbonio incorporato non è stato preso in considerazione

Caso di studio

Requisiti del sistema di alimentazione di riserva

In base a questa analisi, nella scelta e nel dimensionamento del sistema di alimentazione di riserva per l'ospedale elettrificato sono stati presi in considerazione i seguenti requisiti:

- **Conformità alle normative e continuità operativa**
 - A seconda della posizione dell'ospedale e dei requisiti normativi, i sistemi di alimentazione di riserva potrebbero dover garantire fino a 24 ore di funzionamento autonomo per carichi critici ed essenziali.
 - Estendere questo periodo iniziale di 24 ore è fondamentale in caso di calamità naturale o altre gravi emergenze.
- **Emissioni di CO₂**
 - La centrale elettrica di riserva non dovrebbe produrre emissioni di carbonio durante i test o le interruzioni.
 - Opzioni come BESS o idrogeno verde sono alternative più ecologiche all'HVO.
- **Costo totale di proprietà (TCO)**
 - Considerare fattori quali l'investimento di capitale iniziale, il costo di esercizio, il costo del carburante, la durata delle apparecchiature, la scalabilità, la manutenzione e i costi delle ispezioni regolamentari.
- **Maturità e disponibilità**
 - La tecnologia scelta deve essere matura, collaudata e adatta allo scopo in operazioni critiche, e deve essere prontamente disponibile nelle aree di funzionamento.

Tecnologia consigliata

Sulla base di queste considerazioni, **la tecnologia a idrogeno PEMFC** è l'opzione più promettente per bilanciare l'autonomia illimitata ed emissioni zero di carbonio. Anche se l'elettrolisi dell'acqua è un esempio di processo verde, non tutto l'idrogeno viene prodotto in questo modo.

L'idrogeno prodotto con altri metodi può generare emissioni di carbonio che, in alcuni casi, potrebbero essere superiori a quelle della produzione di combustibile HVO, che è considerata neutra dal punto di vista del carbonio. Nei prossimi anni si prevede che le emissioni di carbonio per l'idrogeno diminuiranno progressivamente, mentre le emissioni di HVO rimarranno invariate.¹³

Strategia di implementazione

Da un punto di vista teorico, la soluzione più fattibile è l'implementazione di due centrali a idrogeno PEMFC da 12 MVA. Secondo le informazioni rese disponibili da vari fornitori di PEMFC, lo scenario ideale prevede l'implementazione di una soluzione modulare e suddivisa in fasi. Questo approccio prevede l'impilamento di più moduli PEMFC da 1 MVA fino al raggiungimento della capacità di potenza di emergenza richiesta. Tuttavia, è importante considerare gli attuali costi di capitale associati alla realizzazione di grandi impianti a idrogeno, le dimensioni dell'infrastruttura e la disponibilità di idrogeno.

13. AIE, Global Hydrogen Review

Caso di studio

Un'opzione più realistica ed economicamente vantaggiosa sarebbe quella di implementare una soluzione combinata costituita da generatori diesel e moduli PEMFC e di sostituire progressivamente i generatori diesel con ulteriori moduli PEMFC man mano che la tecnologia a idrogeno diventa più disponibile e più conveniente.¹⁴

- **Fase iniziale:** Abbiamo scelto di mantenere i sei generatori diesel secondo il progetto originale per soddisfare la domanda ospedaliera tradizionale (15 MVA) e di implementare un ulteriore impianto elettrico a PEMFC da 9 MVA dotato di nove moduli da 1 MVA per soddisfare la domanda aggiuntiva dopo l'elettrificazione (esclusi i caricabatterie EV non essenziali), per un totale di 24 MVA di capacità di alimentazione di riserva.
- **Sostituzione progressiva:** Considerando la modularità della soluzione PEMFC a idrogeno, poiché i prezzi di questa tecnologia diminuiscono e l'idrogeno diventa più facilmente disponibile, l'ospedale sarà in grado di sostituire progressivamente i generatori diesel con moduli PEMFC aggiuntivi fino a raggiungere la configurazione finale di due impianti PEMFC da 12 MVA al termine del percorso di elettrificazione.

L'idrogeno verde deve essere assicurato durante la fase operativa dell'ospedale per alimentare la centrale elettrica e decarbonizzare il funzionamento dell'alimentazione di riserva. La **Tabella 6** evidenzia le principali differenze tra le tecnologie delle centrali elettriche di riserva vecchie e nuove, considerando tutti i sistemi alimentati a gas elettrificati come carichi essenziali ed escludendo i caricabatterie EV non essenziali.

Tabella 6

Progetto proposto per i sistemi di alimentazione di riserva nell'ospedale interamente elettrificato il giorno 1 (2024) e dopo la completa decarbonizzazione dei sistemi di alimentazione di riserva (2040)

	Capacità di potenza dell'ospedale	Tecnologia dell'alimentazione di riserva	Unità	Dimensioni	Capacità ospedaliera coperta
Progetto originale (ospedale tradizionale)	16 MVA	Generatori diesel	6 (distribuiti in 2 centrali elettriche)	2,5 MVA	15 MVA (94% della capacità totale)
Ospedale interamente elettrificato nel 2024	32 MVA	Generatori diesel	6 (distribuiti in 2 centrali elettriche)	2,5 MVA	15 MVA (47% della capacità totale)
		Idrogeno PEMFC	1 centrale elettrica	9 MVA	9 MVA (28% della capacità totale)
Ospedale interamente elettrificato nel 2040	32 MVA	Idrogeno PEMFC	2 centrali elettriche	12 MVA	24 MVA (75% della capacità totale)

NOTA: I calcoli di cui sopra considerano la necessità di raggiungere una potenza di riserva di 24 MVA (32 MVA è la richiesta totale di energia elettrica meno 8 MVA corrispondenti ai caricabatterie per veicoli elettrici non essenziali).

Complessivamente, dopo aver elettrificato i carichi dipendenti dai combustibili fossili e aver aggiornato l'infrastruttura per supportare i caricabatterie EV e la produzione di energia solare fotovoltaica, la domanda totale di capacità di rete dell'ospedale elettrificato è aumentata dai 16 MVA originali a 32 MVA (pari a un fattore di 2), considerando la riduzione della domanda di rete ottenuta tramite l'energia solare fotovoltaica e il sistema BESS. Senza queste considerazioni, l'aumento è compreso tra 16 MVA e 36 MVA (pari a un fattore di 2,25).

14. BloombergNEF, "Hydrogen Supply Outlook 2024"

Caso di studio

Questo caso di studio dimostra la fattibilità di una struttura sanitaria interamente elettrificata che utilizza la tecnologia attuale. La definizione dei requisiti relativi a HHW, DHW, caldaie, servizi di cucina e lavanderia, parchi di veicoli elettrici, energia di riserva e l'individuazione di alternative elettriche offre una tabella di marcia pratica per la transizione dai combustibili fossili (cfr. **Tabella 7**).

Tabella 7

Riepilogo dell'impatto dell'elettrificazione distribuito dai nuovi carichi elettrici aggiunti e dalla generazione supplementare sul posto

Sistema	Massima richiesta di energia dalla rete (dimensioni dell'infrastruttura)	Criticità del carico
Servizi elettrici originali - progetto di base	16 MVA	Critico, essenziale e non essenziale
Sistemi meccanici elettrificati	9 MVA	Essenziali
Servizi di lavanderia e cucina elettrificati	2 MVA	Essenziali
Generazione di energia solare fotovoltaica + BESS	-4 MVA ¹⁵	N/D
Caricabatterie EV - standard	7,4 MVA	Non essenziali
Caricabatterie EV - veicoli di risposta di emergenza	1,6 MVA	Essenziali
Domanda totale di potenza massima dalla rete della struttura completamente elettrificata	32 MVA	

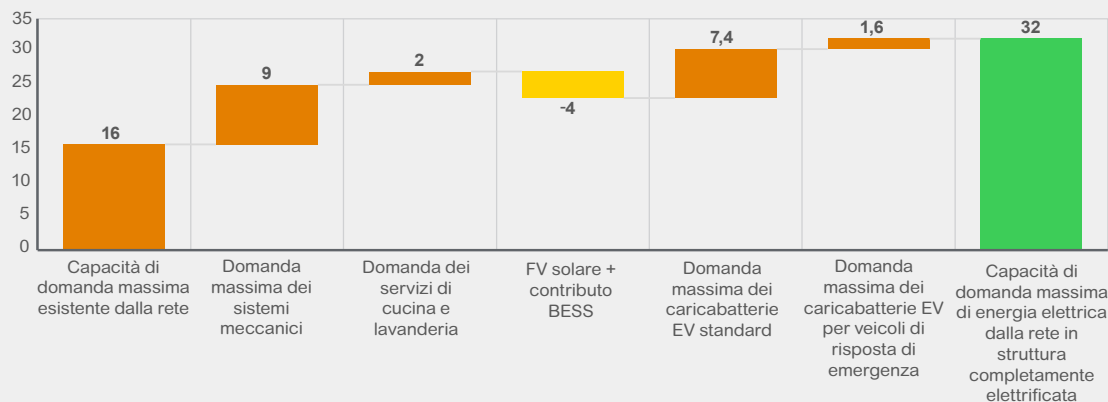
Questo caso di studio dimostra l'impatto significativo dell'elettrificazione della struttura di un grande ospedale per l'assistenza ai pazienti in cura intensiva. Sostituendo teoricamente tutte le infrastrutture basate su combustibili fossili con tecnologie alternative, abbiamo dimostrato come i requisiti di capacità elettrica dell'ospedale aumentino di 2-2,25 volte* e come sia possibile ridurre le emissioni in tutti e tre gli ambiti.

Per un progetto reale, questo significativo aumento della domanda richiede un impegno continuo con l'ente della rete. La collaborazione con l'ente durante ogni fase del processo di elettrificazione contribuirà a garantire il raggiungimento della nuova capacità.

La **Figura 6** mostra l'impatto di ogni sistema appena installato ed elettrificato sulla capacità di potenza totale richiesta alla rete.

Figura 6

La capacità di alimentazione elettrica dell'ospedale è distribuita tra tutti i nuovi principali contributori



Per fornire la nuova capacità di potenza di 32 MVA richiesta, il progetto originale dell'anello MT (otto sottostazioni, ognuna con due trasformatori da 2 MVA) deve essere sostituito con un nuovo progetto costituito da 14 sottostazioni, ognuna con due trasformatori da 2,5 MVA in una configurazione 2N, inclusa una capacità residua di 3 MVA per esigenze future.

15. Riduzione della domanda alla rete di 4 MVA mediante l'uso di BESS per il livellamento della potenza ipotizzata a fini di semplificazione dei calcoli. Gli autori sono consapevoli delle fluttuazioni nella produzione di energia solare a seconda delle condizioni meteorologiche e dell'ora del giorno, nonché delle perdite coinvolte nella ricarica e nella scarica del sistema BESS.

* Questo dato potrebbe aumentare fino a 3-4 volte a seconda della zona climatica, dei servizi ospedalieri, ecc.

Caso di studio

L'aumento della capacità di potenza si ripercuote sia sull'infrastruttura in media tensione (MT) (ad es. cavi, sbarre di distribuzione, trasformatori, quadri di distribuzione MT) che sull'infrastruttura in bassa tensione (BT), rendendo necessari molti più quadri di distribuzione, in particolare per i servizi meccanici che servono le apparecchiature appena elettrificate.

L'aumento significativo delle apparecchiature elettriche e dei quadri di distribuzione richiederà probabilmente ulteriore spazio nella struttura. Ciò è particolarmente importante per le conversioni di siti brownfield, in cui la disponibilità di spazio potrebbe limitare la fattibilità dell'elettrificazione.

L'impatto dell'elettrificazione va oltre le apparecchiature e richiede nuovi processi di monitoraggio e controllo per adattare le operazioni del sistema della struttura alle apparecchiature elettriche di nuova installazione. Ad esempio, la generazione di energia sul posto da pannelli solari abbinati al sistema BESS o al nuovo sistema di alimentazione di riserva richiede sistemi di monitoraggio e controllo specifici. Per gestire il funzionamento e l'eventuale distacco dei carichi non essenziali, nell'ospedale interamente elettrificato è fondamentale un sistema di gestione del carico.

La **Figura 7** mostra uno schema di alto livello proposto per l'infrastruttura ospedaliera elettrificata.

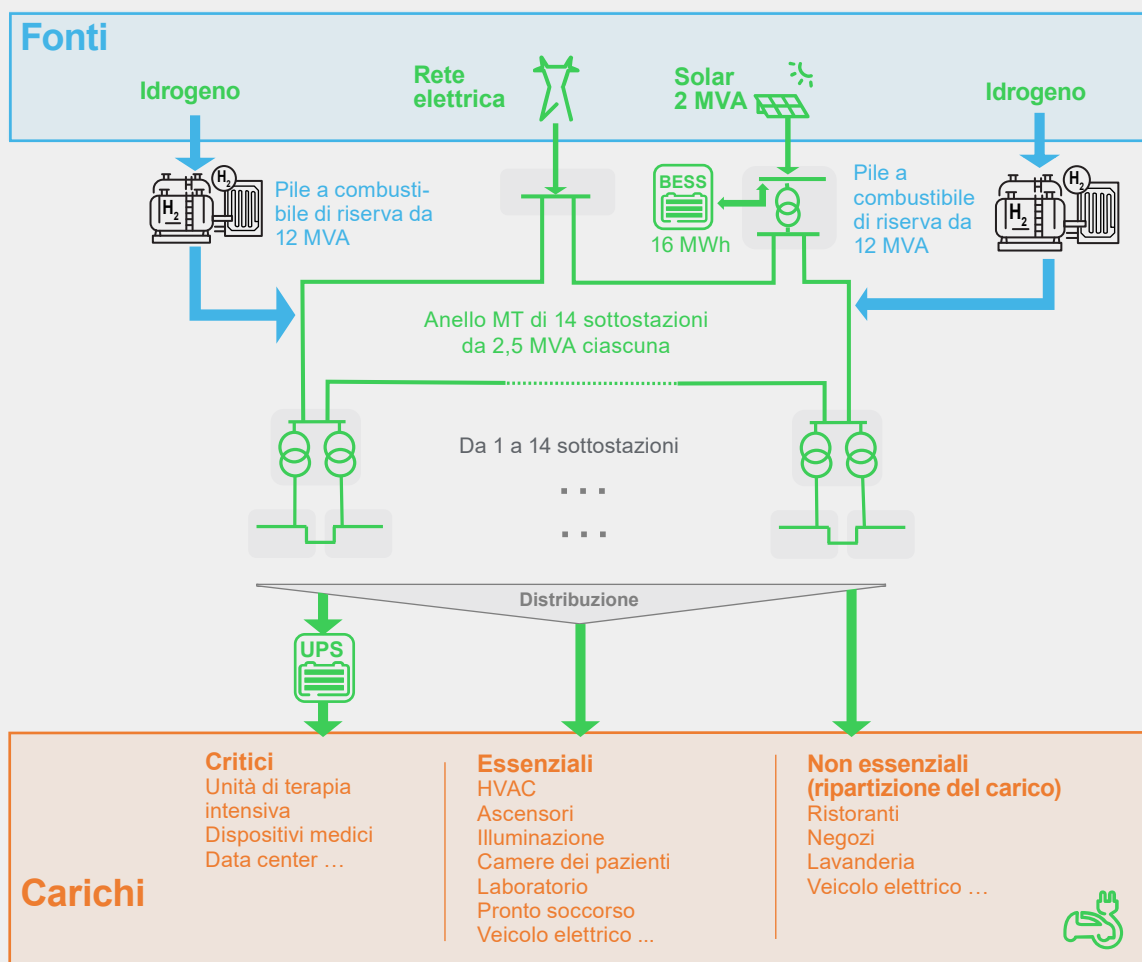


Figura 7
Il progetto **elettrificato** in cui i combustibili fossili vengono sostituiti con alternative elettriche

L'Appendice H mostra una vista affiancata dei progetti originali ed elettrificati per facilitare il confronto.

Conclusioni

Le organizzazioni sanitarie stanno trasformando le loro strutture per fornire cure resilienti, riducendo al contempo l'impatto del cambiamento climatico sulla salute umana e sulle infrastrutture critiche. L'elettificazione delle operazioni è un passo fondamentale per decarbonizzare gli impianti di riscaldamento, l'alimentazione di riserva e i trasporti, che tradizionalmente contribuiscono in modo significativo all'impronta di carbonio delle strutture. L'elettificazione deve essere integrata dalla "pulizia della rete" e dal miglioramento dell'efficienza energetica, con il sostegno della digitalizzazione delle infrastrutture per identificare e correggere le inefficienze.

Attualmente sono disponibili tecnologie per ottenere la piena elettificazione dei sistemi ospedalieri, in particolare per ridurre l'uso del gas. Nel nostro caso di studio su un ospedale per l'assistenza ai pazienti in cura intensiva da 800 posti letto, **si stima che l'elettificazione completa aumenti la domanda di energia elettrica di un fattore da 2 a 2,25. Questo aumento potrebbe estendersi fino a 3 o anche 4 volte, a seconda della zona climatica, dei servizi ospedalieri e di altri fattori.**

Prima di iniziare il percorso di elettificazione, è essenziale interagire con gli enti della rete elettrica per verificare la capacità della rete di assorbire la domanda aggiuntiva derivante dall'elettificazione. In alcune regioni, la rete potrebbe non soddisfare i picchi di potenza richiesti. In questo caso, le tecnologie ecologiche come la generazione di energie rinnovabili o l'accumulo dell'energia saranno fondamentali per ridurre l'eccesso di domanda e le sollecitazioni sulla capacità della rete.

Gli enti normativi stanno modificando progressivamente gli standard per consentire alle strutture sanitarie di implementare nuove tecnologie, come le microgrid, per sostituire le tecnologie di alimentazione di riserva a combustibili fossili. Ciò influirà positivamente sulla capacità dell'ospedale di accelerare l'elettificazione e la decarbonizzazione, allineandosi agli obiettivi del settore sanitario a zero emissioni nette.

L'elettificazione completa di un ospedale da 800 posti letto per l'assistenza ai pazienti in cura intensiva aumenterebbe la domanda di energia elettrica di 2-4 volte.



Le partnership tecnologiche supportano il vostro percorso di elettrificazione e digitalizzazione

L'ospedale interamente elettrificato non è più un'aspirazione lontana ma una realtà realizzabile, in grado di offrire notevoli vantaggi.

Per arrivare a questa realtà sono necessari un'attenta pianificazione, investimenti di capitale, competenze specializzate, allineamento e collaborazione tra gli stakeholder multidisciplinari all'interno della proprietà.

La creazione di una rete di esperti e consulenti esterni è altrettanto importante per raggiungere gli obiettivi. Grazie alla competenza specializzata nel settore sanitario, a un portafoglio di soluzioni software e infrastrutturali all'avanguardia per gli ospedali interamente elettrificati, Schneider Electric è il partner orgoglioso di oltre 6.500 sedi sanitarie in tutto il mondo.



Progettazione, ridefinizione e innovazione



Consegna del progetto e pianificazione generale



Utilizzo, manutenzione e ottimizzazione

- Architetture di riferimento interamente elettriche
- Ricerca e sviluppo nel settore sanitario dai laboratori di innovazione
- Partner software specializzati nella progettazione di reti elettriche
- Ottimizzazione del digital twin elettrico


- Profonda esperienza nel settore con una comprovata competenza nella realizzazione di progetti
- Simulazione della rete elettrica digitale
- Rete di partner affidabili EcoXpert e MSI
- Sviluppo e implementazione di strategie di decarbonizzazione

- Alimentazione critica e gestione dell'energia
- Gestione e ottimizzazione della rete
- Supporto remoto 24/7/365 e monitoraggio delle risorse tramite uffici di assistenza

Figura 8
Soluzioni completamente elettriche e digitali per l'intero ciclo di vita dell'edificio

Noi di Schneider Electric crediamo che nulla debba impedire il progresso della vostra struttura sanitaria. Unitevi a noi: ci stiamo dirigendo verso la struttura sanitaria in anticipo sui tempi.

Visitate la nostra pagina Web per saperne di più



Informazioni sugli autori

Daniel Garcia Gil è Healthcare Solutions Team Leader nel settore Building Segments di Schneider Electric. È laureato in ingegneria elettronica e tecnologie dell'informazione e della comunicazione presso l'Università di Valladolid, Spagna. È appassionato di sostenibilità ed efficienza energetica e ha pubblicato diversi articoli incentrati su questi argomenti. Daniel è stato coinvolto in vari progetti di integrazione tecnologica nel settore sanitario in Europa e Australia.

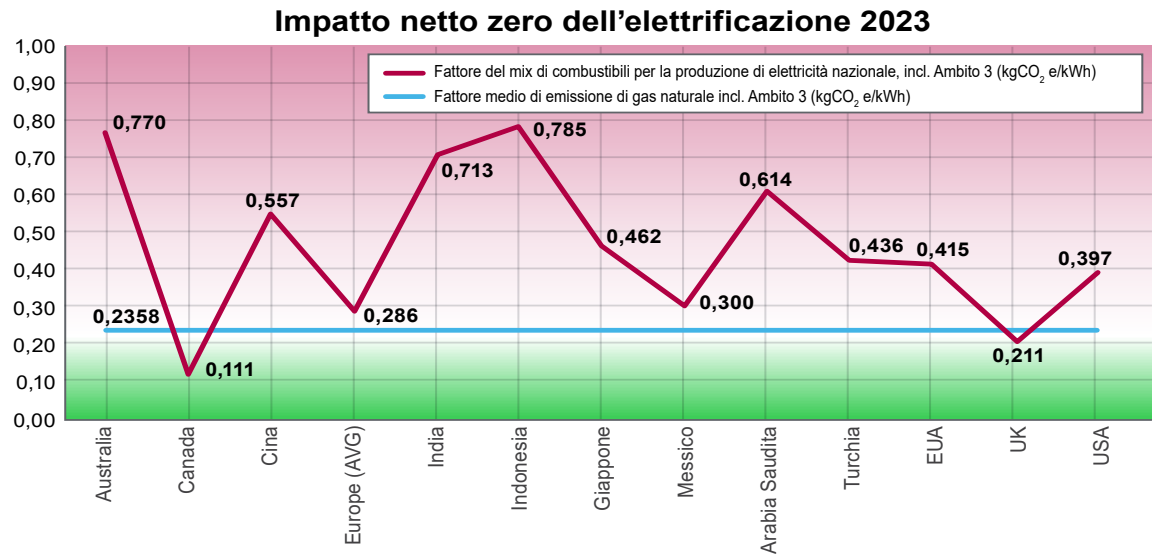
Enrique Carbonell è Offer Manager Leader per gli attuatori e le valvole intelligenti della divisione Schneider Digital Energy. È ingegnere meccanico e ha conseguito un master in ingegneria edile presso l'Università Concordia di Montreal, Canada. Con oltre 20 anni di esperienza in sistemi HVAC, refrigerazione e controlli, Enrique è stato testimone diretto del passaggio del settore dai chiller di recupero del calore alle pompe di calore acqua-acqua. Ha aiutato le strutture scolastiche a ridurre i consumi energetici e le emissioni di CO₂ nel Québec.

Odile Chabe è architetto di soluzioni per il settore sanitario di Schneider Electric. Ha conseguito una laurea in ingegneria informatica e ingegneria di sistemi complessi presso la scuola francese di ingegneria UTC di Compiègne. Per oltre 25 anni ha fatto parte del business di esecuzione di progetti di Schneider Electric, fornendo sistemi complessi in tutto il mondo nel settore petrolifero e del gas, impianti per l'alluminio, parchi solari, sanità e data center. L'efficienza energetica e la sostenibilità sono ormai essenziali e Odile è coinvolta in molte iniziative e progetti correlati a questi temi.

Appendice

Appendice A

Illustra l'impatto stimato dell'elettrificazione in base al fattore di emissione della rete. I numeri sono calcolati utilizzando un fattore di emissione medio globale, compreso il trasporto e la distribuzione, per la produzione di elettricità a gas naturale di circa 235,8 gCO₂-e/kWh.¹⁸



Il fattore di emissione del gas naturale dovrebbe rimanere stabile nei prossimi decenni, mentre quello della rete per i singoli paesi diminuisce progressivamente man mano che il mix di produzione diventa più verde.

Appendice B

Programma	Tipo	Focus
Banca asiatica di sviluppo (ADB)	Prestiti e sovvenzioni	Progetti di sviluppo sostenibile
Clean Energy Finance Corporation (CEFC)	Prestiti, sovvenzioni e investimenti azionari	Progetti per l'energia pulita
Climate Bonds Initiative (CBI)	Finanziamento	Mitigazione dei cambiamenti climatici
Banca europea per gli investimenti (EI)	Prestiti e sovvenzioni	Progetti infrastrutturali sostenibili, compresi progetti di efficienza energetica e di energie rinnovabili nelle strutture sanitarie.
Fondo mondiale per l'ambiente (Global Environment Facility, GEF)	Sovvenzioni	Mitigazione dei cambiamenti climatici e adattamento ad essi
Piano di decarbonizzazione del settore pubblico (Public Sector Decarbonization Scheme, PSDS)	Sovvenzioni	Efficienza energetica e riduzione delle emissioni di carbonio

Appendice C - Informazioni da comprendere per l'installazione di pompe di calore

Le pompe di calore devono dissipare l'acqua refrigerata derivata come sottoprodotto della produzione di DHW. In estate, la produzione di acqua refrigerata potrebbe essere integrata nel sistema ad acqua refrigerata alimentato dall'impianto refrigerante, riducendo la domanda di raffreddamento dell'impianto refrigerante e, così facendo, riducendo efficacemente il consumo elettrico dei chiller.

In inverno, è necessario eseguire un'analisi più approfondita per determinare se il carico di raffreddamento prevalente è uguale o superiore alla produzione di acqua refrigerata generata dalle pompe di calore.

Le serpentine di recupero del calore, i circuiti geotermici o i corpi idrici potrebbero essere utilizzati per recuperare il carico di acqua refrigerata in eccesso prodotto dalle pompe di calore quando lavorano in servizio di riscaldamento durante l'inverno. Ciò deve rientrare tra i requisiti delle apparecchiature all'inizio del progetto, per ottimizzare la scelta dell'impianto di refrigerazione e trovare alternative economicamente convenienti per il recupero del calore dal lato dell'acqua refrigerata delle pompe di calore.

Il dimensionamento dello scambiatore di calore o del serbatoio non è trattato in questo documento. L'ottimizzazione dello stoccaggio potrebbe ridurre la capacità di picco di DHW, consentendo la riduzione della capacità installata.

Appendice D - Progettazione congiunta degli impianti di riscaldamento e raffreddamento

Per migliorare l'efficienza e ridurre i costi, gli impianti di riscaldamento e raffreddamento devono essere progettati insieme. Comprendere i carichi minimi sia per l'acqua di riscaldamento (durante l'estate) che per l'acqua di raffreddamento (durante l'inverno) consentirà di ottimizzare il numero di pompe di calore acqua-acqua che possono essere utilizzate per la funzione di riscaldamento.

Le pompe di calore WTW hanno un coefficiente di prestazione (COP) migliore rispetto alle pompe di calore ATW. Pertanto, massimizzando il numero di unità WTW e il loro utilizzo si riduce la potenza necessaria per produrre acqua di riscaldamento e raffreddamento. Se l'acqua refrigerata prodotta dalle pompe di calore non può essere reiniettata nel sistema ad acqua refrigerata, è possibile utilizzare altri metodi per recuperare energia, come le serpentine di recupero del calore installate nel sistema dell'unità di trattamento dell'aria principale. Altre soluzioni disponibili sono i campi geotermici e il recupero del calore delle acque reflue.

Infine, se nessuno di questi metodi è economicamente vantaggioso, l'acqua refrigerata potrebbe essere dissipata in un corpo idrico (come un lago o un fiume). Il presente documento non riguarda la progettazione del sistema per il recupero del calore; si tratta tuttavia di un metodo importante per garantire il massimo utilizzo delle pompe di calore in qualsiasi condizione. [Torna alla sezione](#)

Appendice E - Perché le caldaie elettriche sono state incluse nel progetto?

Anche se le caldaie elettriche sono meno efficienti delle pompe di calore, sono state incluse per integrare le pompe di calore per i seguenti motivi:

Maggiore affidabilità

Le prestazioni delle caldaie elettriche non sono influenzate dalle condizioni climatiche, per cui le apparecchiature di riserva sono una soluzione valida se le condizioni climatiche non consentono ad altre apparecchiature di produrre il 100% della capacità di riscaldamento. Il sistema richiede la disponibilità di ogni coppia di pompe di calore (ATW e WTW) per produrre la capacità richiesta. In caso di guasto, la capacità dell'impianto di produrre il riscaldamento richiesto risulta compromessa. La caldaia elettrica può far fronte e compensare la capacità richiesta mancante. Nello schema dell'impianto di riscaldamento, un'ulteriore caldaia opzionale è rappresentata come

un'unità ridondante corrispondente al progetto originale prima dell'elettrificazione.

Requisiti di spazio

Le pompe di calore ATW hanno un ingombro molto elevato. L'uso di caldaie elettriche come riserva riduce lo spazio esterno necessario garantendo al tempo stesso la ridondanza richiesta. Come detto in precedenza, ciò determina una riduzione dell'efficienza del sistema. [Torna alla sezione](#)

Appendice F - Riduzione delle temperature del circuito HHW

- La produzione di HHW viene normalmente fornita alla rete a 80 °C per alimentare radiatori e apparecchiature HVAC. Questa temperatura contribuisce a garantire un costo iniziale competitivo per il progetto. Impedisce inoltre la condensazione della caldaia a gas durante le stagioni intermedie, quando la temperatura dell'acqua calda viene ridotta per risparmiare ed evitare il surriscaldamento. Questa temperatura elevata non è ideale per le pompe di calore in quanto la loro efficienza scende all'avvicinarsi della temperatura di 80 °C. Inoltre, solo poche pompe di calore disponibili in commercio possono produrre acqua a questa temperatura.
- Per temperatura inferiore di erogazione dell'acqua calda si intende l'aumento della portata del fluido e/o del numero di file e del passo delle alette delle serpentine di riscaldamento. Ciò influisce direttamente sul costo iniziale del progetto. Tuttavia, è l'unico modo per massimizzare l'uso di pompe di calore con un COP molto elevato.
- Per applicazioni che richiedono una DHW più calda, installare riscaldatori elettrici al punto di utilizzo per aumentare la temperatura dell'acqua. Questa analisi esclude qualsiasi applicazione di vapore che possa essere presente nell'ospedale. Per questi tipi di applicazioni, si consigliano generatori di vapore elettrici al punto di utilizzo.
- Pompe di calore specifiche possono funzionare a temperature superiori a 65 °C, se necessario. Tuttavia, come già detto, questa modalità operativa sarà meno efficiente. La presenza di una pompa di calore in grado di produrre temperature HHW più elevate può aiutare l'ottimizzazione della selezione lato aria a trovare un compromesso tra il ΔT dell'HHW e le dimensioni delle serpentine di riscaldamento lato aria. [Torna alla sezione](#)

Appendice G - Impianti di automazione e riscaldamento degli edifici

L'impianto di riscaldamento interamente elettrico (DHW e HHW) richiede un controllo preciso per garantire l'efficienza e le temperature dell'acqua calda vengono raggiunte indipendentemente dalle condizioni meteorologiche esterne. Occorre pertanto definire una chiara strategia di staging per ridurre il rischio di unità inattive, ridurre il carico elettrico e garantire un'efficienza elevata e costante.

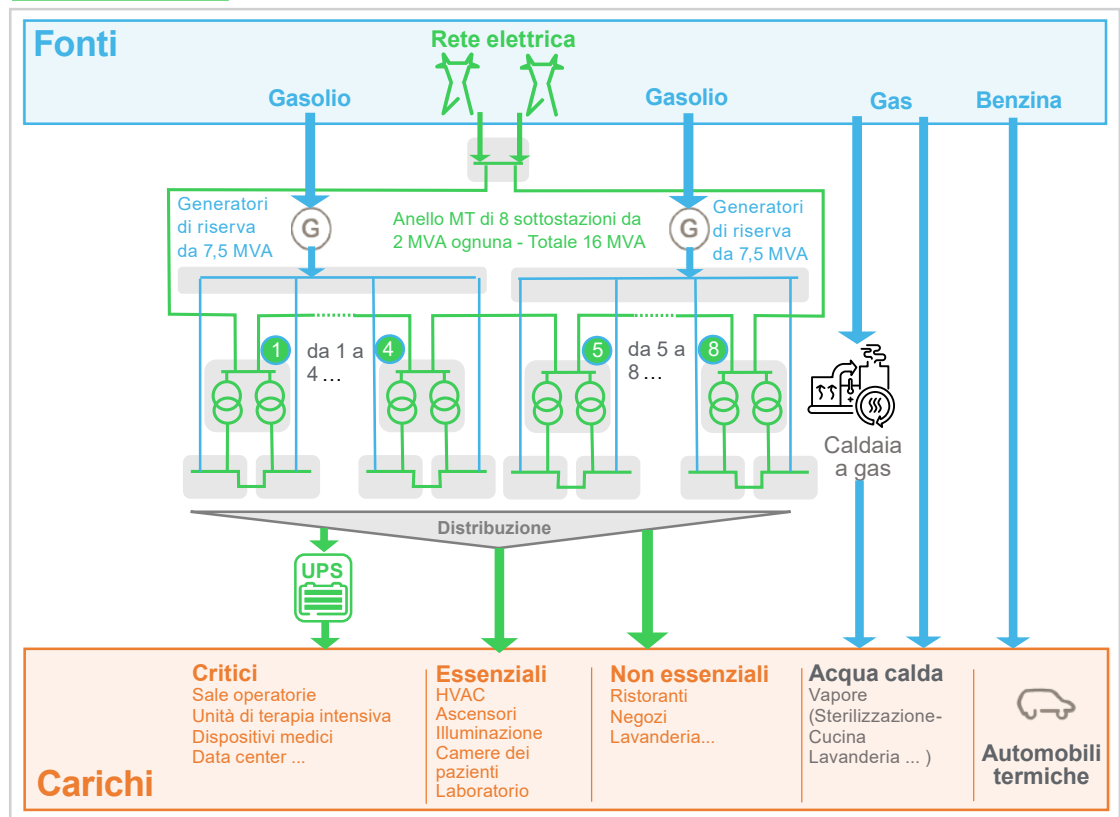
Inoltre, devono essere installate valvole deviatrici a 3 vie per consentire il funzionamento delle pompe di calore ATW con caldaie elettriche e per permettere alle caldaie di funzionare a pieno regime (47/65 °C) in caso di emergenza.

Per quanto riguarda la gestione dell'energia dell'impianto, è opportuno attuare un programma di misurazione dell'energia molto completo per comprendere la produzione di calore di ogni coppia di pompe di calore e per misurare il consumo energetico dell'intero impianto allo scopo di garantire che funzioni al massimo delle prestazioni. Il BMS deve intervenire se le unità funzionano in condizioni che ne riducono l'efficienza. Infine, occorre limitare i picchi di domanda dell'impianto di riscaldamento per evitare condizioni di picco dovute al caricamento rapido delle pompe di calore. [Torna alla sezione](#)

Appendice H - Vista affiancata del progetto originale e di quello elettrificato

[Torna alla sezione](#)

Il progetto originale che coinvolge i sistemi dipendenti dai combustibili fossili.



Il progetto elettrificato in cui i combustibili fossili vengono sostituiti con alternative elettriche

