



teleriscaldamento



IL TELERISCALDAMENTO: EVOLUZIONE E OPPORTUNITÀ

Marco Belliardi, Sofia Cereghetti, Nerio Cereghetti

Istituto sostenibilità applicata all'ambiente costruito, DACD, SUPSI

Claudio Caccia

Associazione per l'Energia del Legno della Svizzera Italiana (AELSI)

Giada Gajo

Ufficio dell'aria, del clima e delle energie rinnovabili

Andrea Fabiano

Teleriscaldamento del Bellinzonese (Teris SA)

Il teleriscaldamento è un sistema di riscaldamento a distanza di un quartiere o di una città, che utilizza il calore prodotto da una centrale termica che sfrutta sorgenti di calore come la biomassa, la geotermia, gli scarti termici industriali e il calore ambiente. Tale calore viene distribuito a più edifici tramite una rete di tubazioni interrata in cui scorre acqua. Partendo da dati e classificazioni tecnologiche su scala europea, questo articolo si propone dapprima di fornire una breve analisi della situazione a livello svizzero, per poi focalizzarsi sul territorio ticinese. È stata fatta un'analisi della distribuzione e dello sviluppo negli ultimi 10 anni, tenendo conto di alcune caratteristiche quali la tipologia del vettore energetico, la quantità di calore fornita e la distribuzione per categoria di utenza finale. È stata osservata una crescita del numero di impianti di teleriscaldamento installati: a fine 2020 se ne contano 27. Inoltre, l'articolo approfondisce alcuni aspetti legati al teleriscaldamento in Ticino: l'evoluzione nell'utilizzo di biomassa legnosa come vettore energetico, l'integrazione di reti di teleriscaldamento a sistemi di termovalorizzazione dei rifiuti e i sostegni finanziari cantonali per il decennio 2011-2020 e le prospettive future.

Il teleriscaldamento in Europa

Nel 2018 la Commissione Europea ha presentato una strategia a lungo termine per contrastare l'attuale crisi climatica, con l'obiettivo di ridurre progressivamente le emissioni di gas a effetto serra e raggiungere la neutralità climatica entro il 2050 (European Commission, 2019). Affinché questo possa realizzarsi, è necessaria una trasformazione del sistema energetico che vada dalla fornitura al consumo (Mathiesen et al., 2019). Uno degli obiettivi principali è la decarbonizzazione del settore del riscaldamento e del raffreddamento, realizzabile riducendo la domanda di energia complessiva, sostituendo i combustibili fossili con fonti di energia rinnovabile e aumentando l'efficienza della conversione energetica.

Ad oggi, il teleriscaldamento fornisce il 12% dei fabbisogni in Europa, coinvolgendo circa 6.000 reti per 200.000 km e, direttamente e indirettamente, 200 milioni di cittadini (Bloomberg, 2020). In generale, il riscaldamento degli edifici

è in gran parte fornito da soluzioni individuali alimentate da combustibili fossili [F. 1], mentre il raffreddamento dipende principalmente da apparecchi elettrici. Tra le fonti di energia rinnovabile disponibili per il riscaldamento a livello europeo, la biomassa è quella più utilizzata (12%), mentre il solare termico e la geotermia sono ancora marginali in molti paesi (International Energy Agency, 2020).

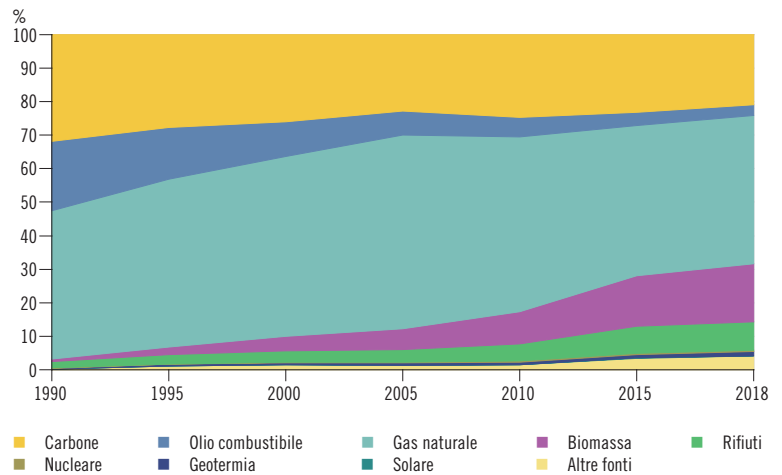
Gli studi della Heat Roadmap Europe mostrano possibilità di sviluppo promettenti: un futuro sistema energetico con il 50% di teleriscaldamento permetterebbe di avere quote maggiori di energia rinnovabile a prezzi inferiori se paragonati al riscaldamento decentralizzato (Fleiter et al., 2017). Inoltre, gli scenari con quote elevate di teleriscaldamento entro il 2050 sono in linea con l'attuale sviluppo delle aree urbane europee. La domanda di riscaldamento e raffreddamento nelle città è alta e in aumento, mentre viene dispersa un'enorme quantità di calore di scarto di



bassa qualità. Come dimostrato da Oró, Taddeo, & Salom (2019), questa fonte di calore gratuita e largamente disponibile negli insediamenti urbani può essere facilmente sfruttata in sistemi di teleriscaldamento, ottenendo benefici sia ambientali che economici.

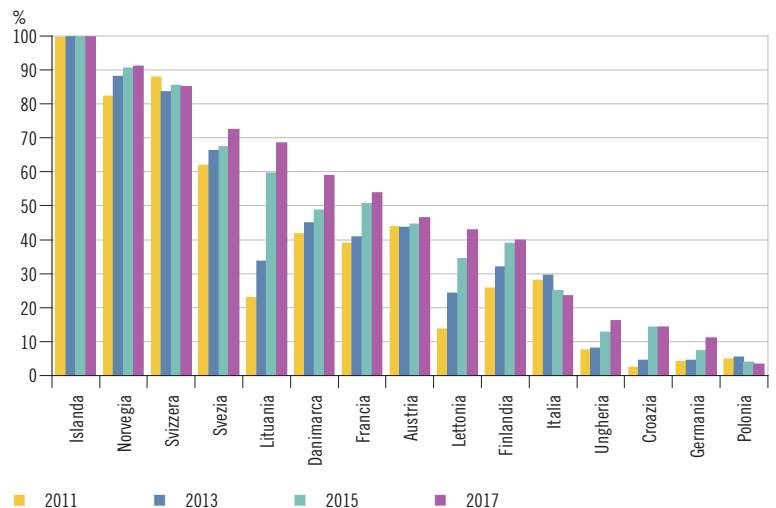
Per il raggiungimento degli obiettivi dell'UE, il contributo dei combustibili fossili nel mix di teleriscaldamento dovrebbe ridursi da 85% a 35% entro il 2050, mentre le pompe di calore di grandi dimensioni e il calore residuo industriale dovrebbero arrivare rispettivamente a quota 30% e 25% (Bloomberg, 2020). Il percorso dipende però dalla situazione attuale e dal contesto di ogni paese. Infatti, il teleriscaldamento è più sviluppato nell'Europa centrale, orientale e settentrionale, dove in alcuni paesi ha già raggiunto una quota vicina al 50%. La quota di energie rinnovabili nei sistemi di riscaldamento segue una distribuzione analoga [F. 2], tendendo all'aumento nella maggior parte dei casi.

F.1
Generazione di calore per fonte (%) in Europa, 1990-2018



Fonte: Basato sui dati dell'IEA da IEA (2021) OECD electricity and heat generation data sets, www.iea.org/statistics. Tutti i diritti riservati; elaborato da SUPSI

F.2
Quote di energie rinnovabili (%) nei sistemi di teleriscaldamento in alcune nazioni europee, 2011-2017

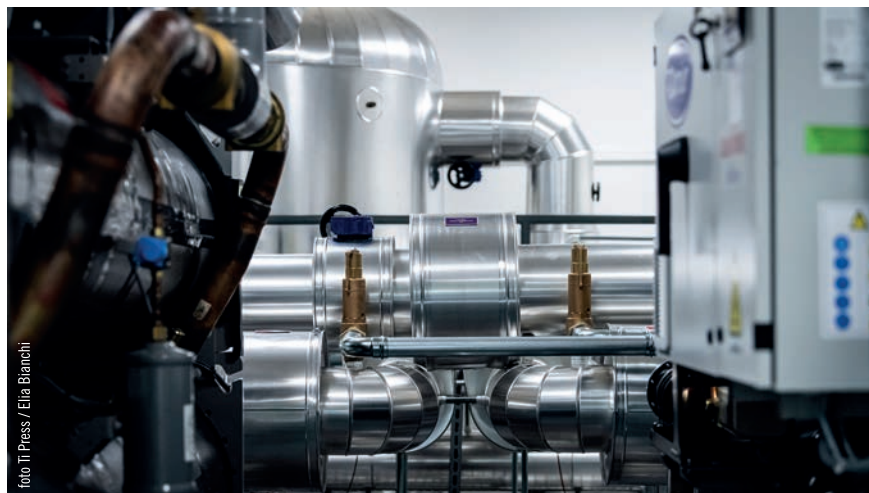


Fonte: Elaborazioni SUPSI basate su dati Euroheat & Power (2019) e Ufficio federale dell'energia

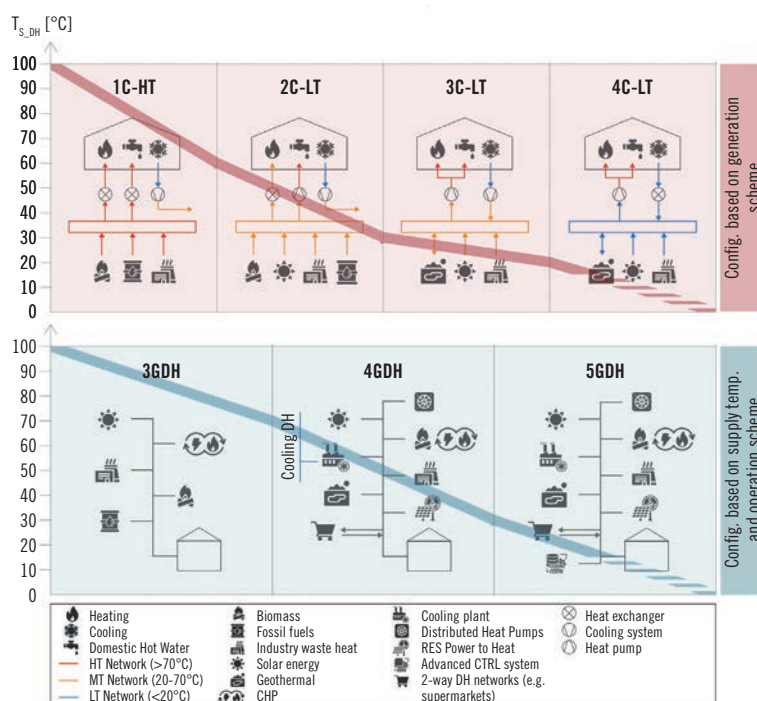
Metodi di classificazione

Il teleriscaldamento è una tecnologia matura, apparsa nel 1920 e ampiamente sviluppata nel corso degli anni per permettere temperature di distribuzione sempre più basse, uso di materiali e componenti migliori e prefabbricazione (Werner, 2017). I sistemi attualmente in funzione in tutta Europa presentano caratteristiche diverse in termini di tecnologie, risorse energetiche, ambiente costruito e via dicendo (Sayegh et al., 2017). Per questo, la classificazione in diverse generazioni è un riferimento essenziale per l'analisi e lo sviluppo dei sistemi esistenti.

Esistono principalmente due metodi di classificazione. Il primo metodo, originariamente elaborato da Lund et al. (2014), fa riferimento al sistema di teleriscaldamento danese e considera soprattutto il periodo di massima diffusione e la maturità tecnologica del sistema, le temperature operative, le tecnologie e la relazione con la prestazione energetica degli edifici serviti (WIP-



F.3
Confronto dei due metodi di classificazione in termini di configurazione tecnologica e temperature operative della rete



Fonte: Caputo et al., 2020

Renewable energies, 2019)¹. Secondo tale metodo, i sistemi di teleriscaldamento possono essere suddivisi in quattro generazioni (1GDH, 2GDH, 3GDH, 4GDH), tenendo conto dell'ordine cronologico d'apparizione e delle caratteristiche sopracitate [F. 3]. Grazie agli sviluppi tecnologici che permettono di sfruttare temperature di distribuzione sempre più basse, le reti di teleriscaldamento sono in grado di operare a temperature inferiori ai 30°C, generalmente definite di quinta generazione (5GDHC). Queste reti necessitano di pompe di calore installate negli edifici da riscaldare. La bassa temperatura della rete è in grado di sfruttare eccessi industriali e urbani, differenti fonti di calore rinnovabili e il calore ambiente naturalmente presente in natura (Buffa et al., 2019; Caputo et al., 2020; Lund et al. 2021).

Il secondo metodo di classificazione, studiato e sviluppato in Svizzera, definisce i sistemi di teleriscaldamento in base alle loro componenti tecnologiche, alla morfologia e alla configurazione della rete, al bilancio energetico (flussi di calore in entrata e in uscita della rete) e all'uso finale negli edifici (Hangartner et al., 2018; Caputo et al., 2020). In questo caso le reti sono suddivise in quattro classi (1C-HT, 2C-LT, 3C-LT, 4C-LT) di cui solo la prima opera ad alta temperatura, mentre le altre sfruttano calore al di sotto dei 60-70°C.

Seppur diversi tra loro, i due modelli sono complementari. Tenendo conto della configurazione tecnologica e delle temperature operative della rete, il metodo di classificazione svizzero si sovrappone ai sistemi di terza, quarta e quinta generazione del modello danese [F. 3]. Trattandosi di reti ad alta temperatura, la prima classe e la terza generazione si corrispondono, con divergenze tecniche marginali. Per le reti a bassa temperatura, la seconda e la terza classe rientrano nella quarta generazione a dipendenza delle componenti tecniche presenti negli edifici, mentre la quarta classe corrisponde alla quinta generazione.

Con temperature operative più basse, i sistemi 2C-LT, 3C-LT e 4C-LT e, rispettivamente, 4GDH e 5GDHC, portano diversi vantaggi in termini di sostenibilità: maggiore efficienza energe-

tica, diminuzione delle perdite di rete, maggiore utilizzo del calore di scarto, integrazione di fonti di energia rinnovabile, possibilità di integrazione nel sistema energetico locale (Mazhar et al., 2018; e Caputo et al., 2020; Lund et al., 2014).

Le reti di teleriscaldamento in Svizzera

In Svizzera, il riscaldamento degli spazi abitati corrisponde al 71% del consumo energetico finale negli edifici, di cui il 42% proveniente dal petrolio, il 26% dal gas naturale e solo il 3% dal teleriscaldamento (Pampuri et al., 2019). La decarbonizzazione dei sistemi di riscaldamento è un elemento chiave per il raggiungimento degli obiettivi della Strategia energetica 2050, secondo la quale il teleriscaldamento dovrebbe arrivare a coprire almeno il 40% del consumo termico,

¹ Una panoramica esaustiva delle caratteristiche operative delle diverse generazioni di teleriscaldamento è riportata in Mazhar, Liu, & Shukla (2018).



foto: Il Press / Francesca Agosta

tenendo conto della riduzione del fabbisogno dovuta al risanamento degli edifici (UFE, 2020). Probabilmente, questa tendenza coinvolgerà anche i sistemi di raffreddamento, dato il loro vasto potenziale non ancora sfruttato (Pampuri et al., 2019). Naturalmente, stime e obiettivi devono essere adattati alle condizioni territoriali locali.

Impianti in Svizzera e suddivisione fonti

A partire dal 2019, i dati delle reti di teleriscaldamento in Svizzera sono stati messi a disposizione dalla Confederazione (UFE e Swisstopo, 2021) sulla base delle informazioni fornite dai gestori degli impianti, per documentarne lo stato nel tempo. Secondo tali geodati, a dicembre 2020 in Svizzera erano in funzione 1.044 impianti di teleriscaldamento. A dimostrazione di un recente interesse per questa tecnologia, negli ultimi dieci anni il numero di impianti è più che raddoppiato, con picchi nella comparsa di nuove strutture tra il 2012 e il 2014 [F. 4].

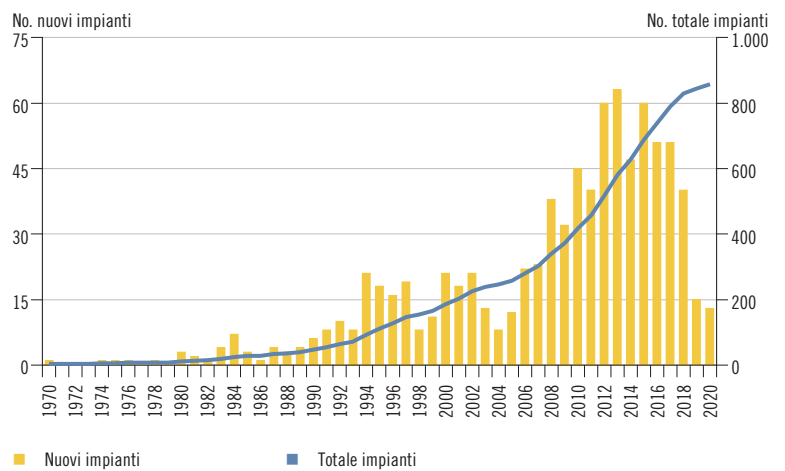
In Svizzera, le reti di teleriscaldamento hanno dimensioni molto ridotte; infatti, la metà di esse ha potenze termiche inferiori a 1 MW (Caputo et al. 2020). Si tratta di una situazione particolare caratterizzata da piccoli impianti densamente distribuiti su un territorio scarsamente popolato.

Ad oggi, la termovalorizzazione rappresenta la fonte principale dal calore di uso finale (52%), seguita dalle biomassa (29%), dalla geotermia (8%), dal gas naturale (7%) e da altre fonti marginali [F. 5]. Nei quartieri e nelle piccole città si è recentemente osservato un aumento dell'alimentazione a biomassa. In parallelo, l'evoluzione tecnologica ha portato ad un aumento delle pompe di calore collegate alla rete energetica.

Secondo i dati forniti da UFE e Swisstopo (2021), la maggior parte delle reti di teleriscaldamento svizzere opera a temperature superiori ai 60°C, classificandosi come 3GDH o rispettivamente 1C-HT. Nonostante la mancanza di dati specifici sulla temperatura di alimentazione delle reti di teleriscaldamento in Svizzera, uno studio di Caputo et al. (2020) stima che, su di un totale di più di 1.000 reti, circa 25 operino a bassa temperatura.

F. 4

Impianti di teleriscaldamento in Svizzera in base all'anno di messa in funzione, 1970-2020*

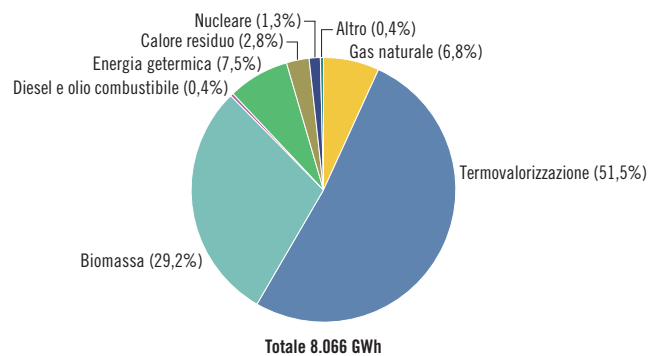


* Si considerano gli impianti nel cui censimento è incluso il primo anno di funzionamento, ovvero l'80% del totale.

Fonte: Elaborato dagli autori sulla base dei dati di UFE e Swisstopo (2021)

F. 5

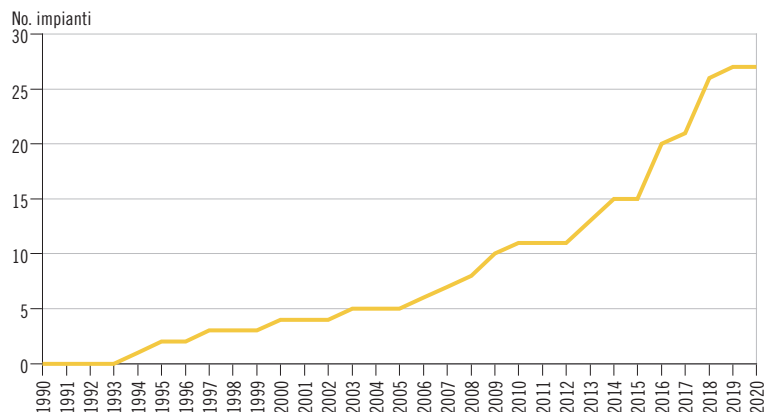
Fonti di energia per il teleriscaldamento in Svizzera ripartite per quantità di calore generato



Fonte: Elaborato dagli autori sulla base dei dati di UFE e Swisstopo (2021)

Tale studio mostra come tali reti siano per lo più alimentate da fonti rinnovabili a bassa temperatura come il calore residuo e il calore ambiente, risultanti da sistemi geotermici, impianti di depurazione, acque sotterranee e laghi. Inoltre, la maggior parte delle 25 reti considerate può essere definita di tipo 5GDHC o rispettivamente 4C-LT, mentre solo tre reti sarebbero di tipo 4GDH, 2C-LT e 3C-LT.

F. 6
Impianti di teleriscaldamento in Ticino in base all'anno di messa in funzione, 1990-2020



Fonte: Elaborato dagli autori sulla base dei dati raccolti

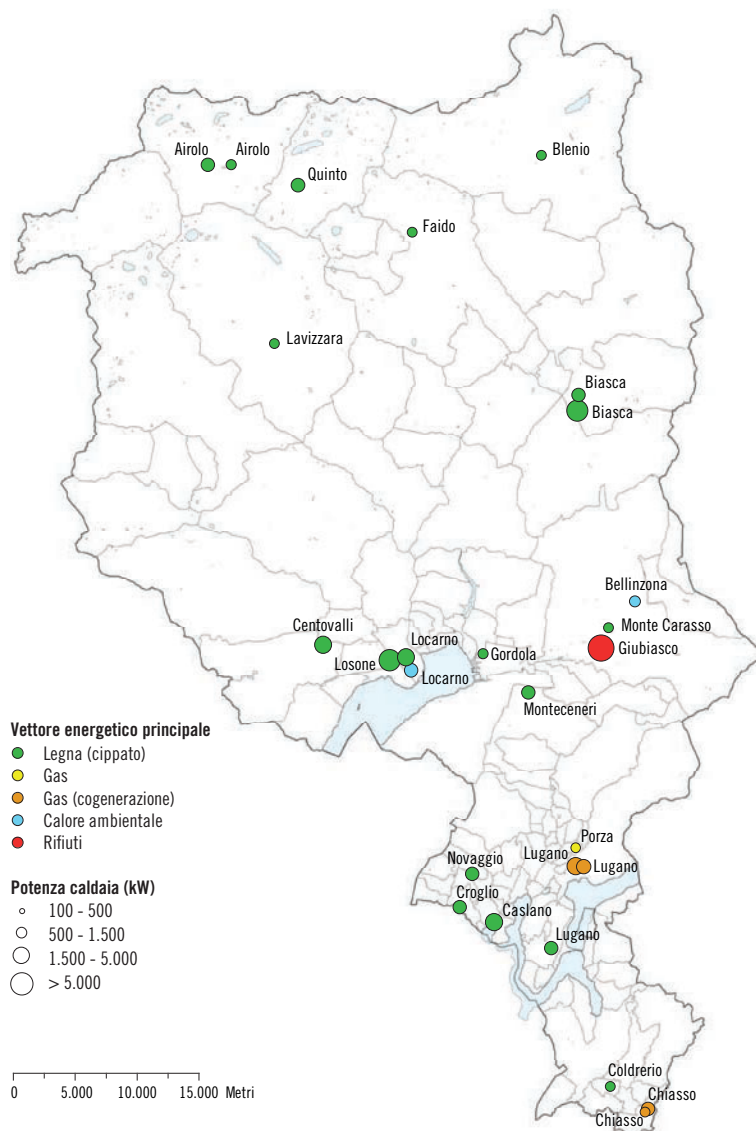
Sebbene si tratti di tecnologie promettenti, la presenza di reti di teleriscaldamento a bassa temperatura sul territorio nazionale rimane modesta. Sono sistemi complessi che necessitano di controlli frequenti e di un'infrastruttura adeguata, problematiche a cui si aggiungono gli ostacoli socio-economici. La messa in funzione di questi sistemi coinvolge molti attori e implica la stipulazione di contratti sul lungo termine, processo che può facilmente scoraggiare gli utenti allacciati e gli investitori. Inoltre, i costi iniziali sono alti e ammortizzabili solo sul lungo termine, aspetto che può essere disincentivante per gli investitori. Una soluzione potrebbe essere quella di coinvolgere dapprima gli edifici pubblici, per poi inglobare utenti privati.

L'evoluzione delle reti di teleriscaldamento in Ticino

In Ticino possiamo attualmente contare 27 impianti di teleriscaldamento, numero che è aumentato in particolare nell'ultimo decennio [F. 6]. L'andamento crescente è stato caratterizzato da due picchi di nuovi impianti, rispettivamente nel 2016 e nel 2018. In entrambi i casi, 5 nuovi impianti sono stati messi in funzione. Ad oggi, quasi tutte le reti di teleriscaldamento hanno temperature di distribuzione superiori agli 80°C. Si tratta quindi di sistemi ad alta temperatura di tipo 3GDH o 1C-HT.

Per quel che concerne la distribuzione sul territorio [F. 7], gli impianti si trovano soprattutto tra locarnese, bellinzonese e mendrisiotta. A livello di potenza installata la rete situata a Giubiasco è di gran lunga superiore alle altre, con 28 MW derivanti interamente dal vettore energetico principale, ossia i rifiuti. Si tratta della rete Teris, il cui caso sarà approfondito più avanti. Anche gli impianti di Losone e Biasca sono piuttosto grandi, con potenze rispettive di 7,6 MW e 5,6 MW e risultanti in entrambi i casi da una combinazione di cippato e olio combustibile. Nelle vicinanze sono poi presenti altri impianti di teleriscaldamento con potenza inferiore ai 5 MW. Le altre reti minori, tutte con potenze inferiori ai 5 MW, sono più isolate geograficamente. Sebbene tali

F. 7
Distribuzione reti di teleriscaldamento in Ticino, 2020



Fonte: Elaborato dagli autori sulla base dei dati raccolti

reti siano per lo più alimentate a cippato, vi sono casi specifici in cui il vettore energetico è il gas accoppiato alla cogenerazione, ovvero quelli di Lugano (Molino Nuovo e Viganello) e Chiasso.

Come mostra la tabella [T. 1], la rete continua che fornisce la maggior parte dell'energia annua è quella connessa alla termovalorizzazione dei rifiuti, ovvero la rete Teris. Anche gli impianti con vettore energetico principale cippato erogano una buona fetta dell'energia. La lunghezza complessiva delle reti è la più estesa, benché redistribuite su tutto il territorio e sconnesse tra loro. Le reti alimentate a gas sono invece più corte, con un'energia derogata annua inferiore. Ad oggi, il calore ambiente è il vettore che viene sfruttato meno, nonostante il territorio offra buone possibilità grazie alla presenza di laghi e fonti geotermiche.

L'energia termica annua fornita dagli impianti di teleriscaldamento nel 2020 corrisponde a 105.413 MWh, suddivisa eterogeneamente tra diverse categorie d'edificio [T. 2]. La maggior parte dell'energia viene fornita ad utenze commerciali, uffici e servizi, che consumano il 43% del totale [F. 8]. Il 29% dell'energia è invece fornita ad utenze domestiche, il 18% ad edifici artigianali e industriali, mentre solo l'10% viene fornita ad edifici agricoli. Nel 2019 il fabbisogno termico complessivo in Ticino per le sole abitazioni (riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria) era stato di 2.564 GWh.

Incentivi cantonali per il teleriscaldamento

In Ticino sono disponibili degli aiuti finanziari il cui scopo è quello di sostenere e promuovere l'efficienza energetica, l'uso di energie rinnovabili nonché la distribuzione dell'energia termica tramite reti di teleriscaldamento. Questo programma promozionale cantonale è per una porzione finanziato anche dalla Confederazione, la quale mette a disposizione dei Cantoni una parte dei proventi della tassa sul CO₂. Il 31 dicembre 2020 si è concluso il programma di incentivazione del periodo 2011-2020, per il quale è stato stanziato un credito globale di 105 milioni di franchi. Una parte di questo credito era dedicato quale sostegno per lo sviluppo e la promozione del teleriscaldamento. Dal 2011 al 2020 sono stati concessi poco meno di 5 milioni di franchi per la realizzazione di allacciamenti a reti di teleriscaldamento per stabili sia nuovi che esistenti,

T. 1
Lunghezza rete di teleriscaldamento e energia annua fornita per vettori in Ticino, 2020¹

| Vettori | Lunghezza rete [km] | Energia fornita annua [MWh/a] |
|-----------------|---------------------|-------------------------------|
| Gas | 1,0 | 5.913 |
| Cippato | 24,9 | 44.616 |
| Calore ambiente | 0,7 | 1.122 |
| Rifiuti | 22,1 | 53.762 |
| Totale | 48,7 | 105.413 |

¹ Escluse reti di piccola dimensione o interne.

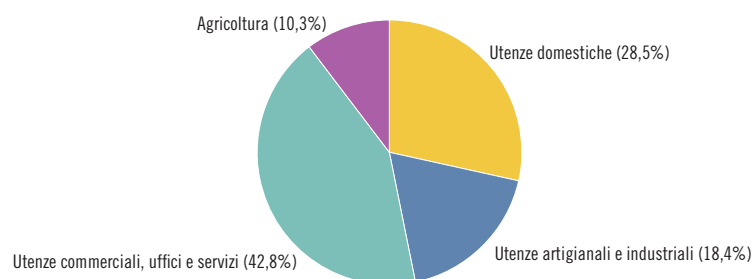
Fonte: Elaborato dagli autori sulla base dei dati raccolti

T. 2
Suddivisione fabbisogni energetici sulla base delle categorie di utilizzo in Ticino, 2020

| Categoria d'edificio | Energia fornita [MWh/a] |
|--------------------------------------|-------------------------|
| Utenze domestiche | 30.033 |
| Utenze artigianali e industriali | 19.374 |
| Utenze commerciali, uffici e servizi | 45.092 |
| Agricoltura | 10.914 |
| Totale | 105.413 |

Fonte: Elaborato dagli autori sulla base dei dati raccolti

F. 8
Percentuale di energia termica erogata per categoria di edificio in Ticino, 2020



Fonte: Elaborato dagli autori sulla base dei dati di UFE e Swisstopo (2021)

oltre 10,5 milioni di franchi per la realizzazione e l'estensione di reti di teleriscaldamento, nonché più di 300 mila franchi per la realizzazione di studi di fattibilità e progetti di massima. Con la volontà di proseguire con questo valido strumento, il 1° ottobre 2020 il Consiglio di Stato ha licenziato il messaggio n. 7895 che prevede un credito quadro netto di 50 milioni di franchi (per il periodo 2021-2025) e l'autorizzazione alla spesa di 130 milioni di franchi per la continuazione del programma d'incentivi. Il messaggio è stato evaso dal Gran Consiglio il 24 febbraio scorso e si prevede l'entrata in vigore del nuovo decreto esecutivo, che riprenderà le stesse tipologie di incentivo finora conosciute, entro inizio luglio. Ulteriori informazioni relative al programma di incentivazione sono reperibili sul sito dell'Ufficio dell'aria, del clima e delle energie rinnovabili: www.ti.ch/incentivi sotto la rubrica "Per saperne di più >> Rapporti e studi".

Biomassa legnosa: l'oro verde del Ticino

La crescita del numero di reti di teleriscaldamento installate in Ticino avvenuta negli ultimi venti anni è legata in modo molto stretto



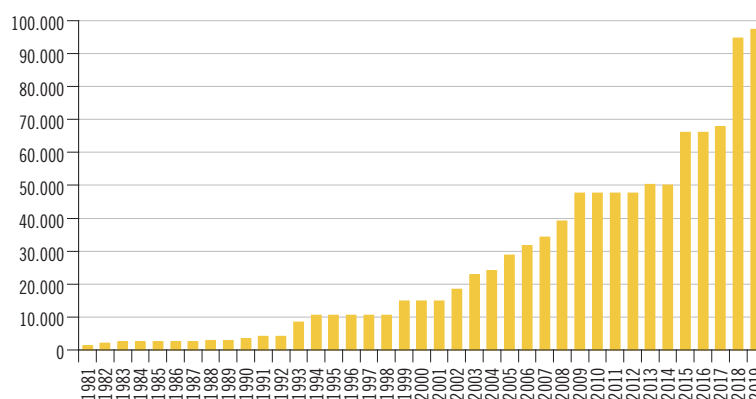
foto: T. Press / Gabriele Pitzu

alla valorizzazione di biomassa legnosa, più precisamente all'uso del cippato [F. 9]. Il cippato è un combustibile dal costo stabile e conveniente rispetto ai combustibili fossili e all'elettricità, che viene preparato direttamente dalle imprese e aziende forestali. Per la combustione necessita tuttavia di impianti di una certa complessità, completamente automatici e dotati delle migliori tecnologie per garantire un'elevata efficienza e bassissime emissioni (filtri). Questa forma di legno da energia trova impiego soprattutto in centrali termiche di una certa potenza e taglia, che sono tanto più concorrenziali quanto più calore possono produrre e distribuire. I sistemi di teleriscaldamento permettono di fornire a più utenti il calore prodotto su grande scala da impianti di potenza medio-grande. Inoltre, le reti che fanno capo a centrali termiche a cippato sono in grado di fornire calore anche ad alta temperatura. Temperature elevate sono più facilmente utilizzabili per processi produttivi o per il riscaldamento di edifici termicamente poco isolati o dove la possibilità di ammodernamenti energetici è limitata.

In Ticino, la crescita congiunta delle reti di teleriscaldamento e dell'impiego del cippato è stata stimolata in modo decisivo da diversi programmi di incentivi finanziari cantonali. Incentivi nati su iniziativa della Sezione forestale cantonale, in quanto una maggiore valorizzazione del legno da energia indigeno è funzionale alla politica forestale e al Piano forestale cantonale (PFC). Dalla cura di boschi si ricavano infatti grandi quantità di legname che viene prevalentemente utilizzato come legno da energia, poiché poco idoneo come legname d'opera. In Svizzera e in Ticino non è concesso tagliare più legna di quella che il bosco rigenera in modo naturale, poiché la sostenibilità è alla base delle leggi forestali federali e cantonali. In Ticino, che ha il 53% di superficie boschiva, ogni anno ricrescono 500.000 metri cubi di legna (un cubo con lato 26 cm ogni secondo), mentre ne vengono utilizzati circa 100.000 ogni anno. Nel PFC si ipotizza un potenziale effettivamente utilizzabile di circa 150.000 metri cubi all'anno: permane quindi un interessante potenziale di crescita per questo vettore energetico, che oggi

F. 9

Andamento nell'utilizzo di cippato in Ticino



Fonte: Elaborato dagli autori sulla base di dati AELSI

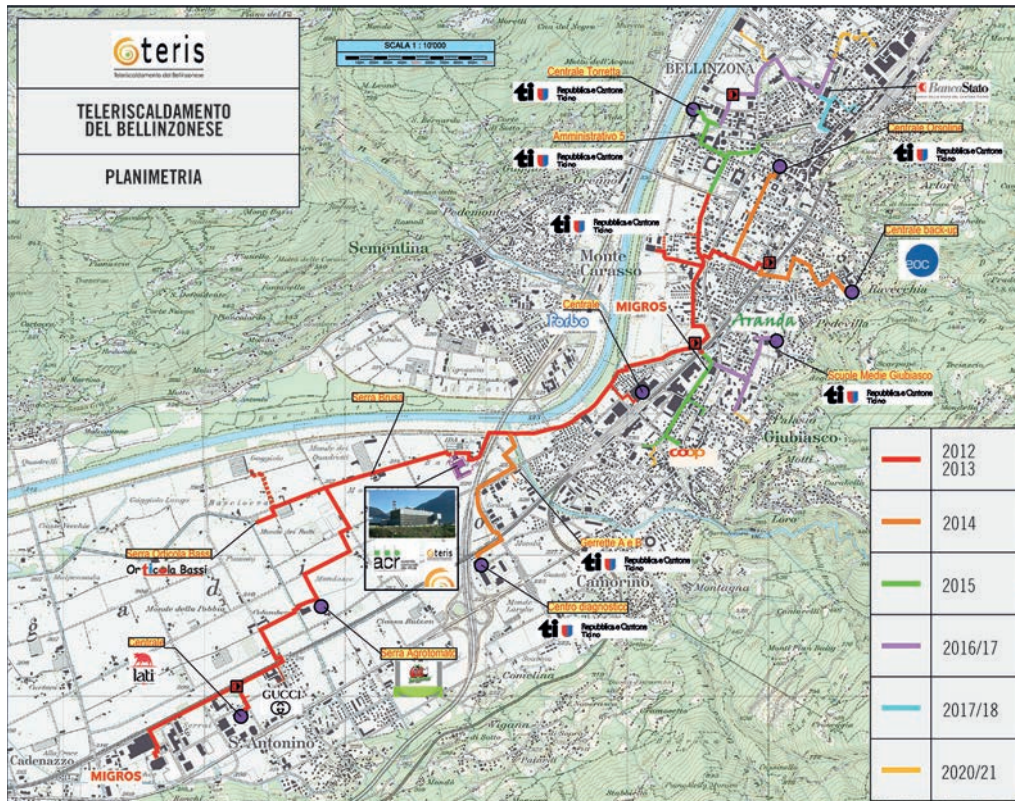
copre circa il 10% dei fabbisogni di calore del nostro Paese. Grazie alla sostenibilità della gestione forestale, l'uso del legno come combustione per la produzione energetica si può considerare neutro dal punto di vista delle emissioni di CO₂. Il cippato è quindi una fonte energetica indigena e rinnovabile, disponibile in modo ben distribuito sul territorio e funzionale alla politica climatica della Svizzera e alla volontà di ridurre la nostra dipendenza da energie inquinanti e provenienti dall'estero. Si tratta inoltre di un settore che genera posti di lavoro e indotto economico anche nelle zone periferiche.

Termovalorizzazione: il caso Teris

La rete di teleriscaldamento del Bellinzonese è gestita dalla società anonima Teris risultante da una collaborazione tra AET (Azienda Elettrica Ticinese) e ACR (Azienda Cantonale dei Rifiuti), il cui scopo è quello di recuperare e valorizzare parte dell'energia prodotta dalla combustione dei rifiuti dell'Impianto Cantonale di Termovalorizzazione dei Rifiuti di Giubiasco (ICTR). Il vapore generato dalla combustione dei rifiuti viene utilizzato sia per alimentare la rete di teleriscaldamento – tramite degli scambiatori di calore – che per produrre energia elettrica attraverso una turbina a vapore: è il più

F. 10

Planimetria rete di teleriscaldamento Teris, 2020



Fonte: Presentazione ACR e TERIS, Corso SUPSI Energia nelle Infrastrutture, 24.03.2021

classico esempio di cogenerazione. Il caso di Teris è particolarmente interessante, poiché si tratta della rete di teleriscaldamento più ampia in Ticino e l'unica ad utilizzare il calore derivante dallo smaltimento dei rifiuti.

Il calore viene distribuito attraverso una rete di teleriscaldamento della lunghezza di circa 20 km [F. 10] (rispettivamente 15 km rete nord e 5 km rete sud), alla quale si allacciano 121 utenti tra imprese e servizi (49,1%), serre (20,3%), abitazioni (19,2%), industria e commercio (11,4%). La rete è il mezzo più adatto per distribuire il calore, che può avere varie fonti. Si tratta di un sistema che combina alta temperatura (105°C per 24 MW) e bassa temperatura (65°C per 5 MW), abbinato a degli accumulatori (3,5 MW) e diverse centrali di backup alimentate sia a gas (10 MW) che a gasolio (18 MW). Altre fonti potranno poi essere aggiunte a seconda delle necessità oppure delle opportunità: già avviene il ritiro di energia prodotta da impianti di biogas (anche se si tratta di piccole dimensioni), ma non si esclude l'impiego di centrali a cippato oppure altre fonti rinnovabili. D'altro canto, l'esperienza maturata in Svizzera in altre reti di teleriscaldamento suggerisce l'utilizzo di più vettori per alimentare le utenze allacciate e permettere in questo modo ad un numero sempre maggiore di edifici di beneficiare di questo sistema. Stando ai dati più aggiornati, il consumo dell'utenza è risultato essere pari a 53.500 MWh nel 2020, dato in costante aumento negli ultimi anni grazie al continuo sviluppo della rete.

Bibliografia

Bloomberg, N. E. F. (2020). *Sector Coupling in Europe: Powering Decarbonization. Potential and policy implications of electrifying the economy.* (Accesso 4 marzo 2021) <https://www.eaton.com/gb/en-gb/company/news-insights/energy-transition/sector-coupling.html>.

Buffa, S., Cozzini, M., D'Antonia, M., Baratieri, M., & Fedrizzi, R. (2019). *5th generation district heating and cooling systems: A review of existing cases in Europe.* *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 104, 504–522. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.12.059>

Caputo, P., Ferla, G., Belliardi, M., & Cereghetti, N. (2021). *District thermal systems: State of the art and promising evolutive scenarios. A focus on Italy and Switzerland.* *Sustainable Cities and Society*, 65, 102579. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102579>

Euroheat & Power (2019). *2019 Country by Country.* (Accesso 29 aprile 2021) <https://www.euroheat.org/news/2019-country-country/?hilite=%22country%22%2C%22country%22>.

European Commission (2019). *Going climate neutral by 2050. A strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate-neutral EU economy.* Publications Office of the European Union. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/92f6d5bc-76bc-11e9-9f05-01aa75ed71a1>

Fleiter, T., et al. (2017). *Profile of heating and cooling demand in 2015. Heat Roadmap Europe Deliverable 3.1.* <https://heatroadmap.eu/wp-content/uploads/2018/09/3.1-Profile-of-the-heating-and-cooling-demand-in-the-base-year-in-the-14-MSS-in-the-EU28-2.pdf>.

Hangartner, D., Ködel, J., Mennel, S., & Sulzer, M. (2018). *Grundlagen und Erläuterungen zu Thermischen Netzen.* Ufficio federale dell'energia UFE. In tedesco. https://www.researchgate.net/publication/323784032_Grundlagen_und_Erlaeterungen_zu_Thermischen_Netzen_Impressum.

Conclusioni

Negli anni, i sistemi di teleriscaldamento hanno subito una forte evoluzione in termini tecnologici, con temperature operative sempre più basse e maggiore efficienza nel riciclo del calore residuo e nell'integrazione di fonti rinnovabili a bassa temperatura. La comparsa di reti di teleriscaldamento e raffreddamento bidirezionali a bassa temperatura, recentemente definite dalla letteratura come sistemi di quinta generazione (5GDHC) o di quarta classe (4C-LT), è sempre più frequente. Questi sistemi innovativi permettono di sfruttare al meglio il calore residuo e di minimizzare ulteriormente le perdite energetiche, con risultati promettenti in termini di decarbonizzazione del settore del riscaldamento e del raffreddamento.

In Svizzera, la maggior parte delle reti di teleriscaldamento opera ad alta temperatura, sebbene negli ultimi anni si stia osservando un leggero aumento dei sistemi a bassa temperatura. Secondi gli studi portati a termine fino ad oggi, circa il 2-3% delle reti presenti sul territorio è di tipo 5GDHC e 3C-LT o 4C-LT. Sebbene esistano degli ostacoli di tipo tecnico e socioeconomico, il margine di miglioramento è ampio e gli sviluppi fatti negli ultimi anni vanno nella buona direzione. Con la creazione di nuovi impianti e lo sviluppo e il rinnovo di quelli esistenti, ci si aspetta un forte aumento delle reti di teleriscaldamento entro il 2050.

Lo stesso vale per il Ticino, dove gli impianti a bassa temperatura sono ancora inesistenti. Dato il recente aumento delle reti di teleriscaldamento sul territorio e considerando le numerose possibilità di sfruttamento del calore residuo industriale e urbano e di fonti di calore rinnovabili a bassa temperatura e del calore ambiente (per esempio laghi, acque sotterranee), il potenziale di sviluppo di sistemi di tipo 4GDH e 5GDHC in Ticino è alto. Sia a livello svizzero che a livello ticinese, il coinvolgimento degli edifici e delle infrastrutture pubbliche è essenziale per facilitare la diffusione di tali reti sul territorio.

Per ulteriori informazioni è possibile consultare la "Guida teleriscaldamento/telearaffreddamento", elaborata dall'Associazione svizzera del

International Energy Agency (2020). *Market analysis and forecast from to 2024*. IEA Publications <https://webstore.iea.org/renewables-2019>.

International Energy Agency (2021). *Data & Statistics*. (Accesso 25 febbraio 2021) <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WEOEUR&fuel=Electricity%20and%20heat&indicator=HeatGenByFuel>.

Lund, H., Werner, S., Wiltshire, R., Svendsen, S., Thorsen, J. E., Hvelplund, F., ... Mathiesen, B. V. (2014). *4th Generation District Heating (4GDH): Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems*. *Energy*, 68, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.02.089>

Lund, H., Østergaard, PA., Nielsen, TB., Werner, S., Thorsen, JE., Gudmundsson, O., Arabkoohsar, A., Mathiesen, BV. (2021). *Perspectives on Fourth and Fifth Generation District Heating*. *Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120520>

Mathiesen, B. V., Bertelsen, N., Schneider, N. C. A., García, L. S., Paardekooper, S., Thellufsen, J. Z., ... Djørup, S. R. (2019). *Towards a decarbonised heating and cooling sector in Europe: Unlocking the potential of energy efficiency and district energy*. Department of Planning, Aalborg University. <https://www.districtenergyinitiative.org/sites/default/files/publications/towardsadecarbonisedhcsectorineufinalreport-111220191046.pdf>.

Mazhar, A. R., Liu, S., & Shukla, A. (2018). *A state of art review on the district heating systems*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 96, 420–439. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.08.005>

Pampuri, L., Belliardi, M., Bettini, A., Cereghetti, N., Curto, I., & Caputo, P. (2019). *A method for mapping areas potentially suitable for district heating systems. An application to Canton Ticino (Switzerland)*. *Energy*, 189, Article 116297. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.116297>

Sayegh, M. A., Danielewicz, J., Nannou, T., Miniewicz, M., Jadwiszczak, P., Piekarska, K., ... Jouhara, H. (2017). *Trends of European research and development in district heating technologies*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 1183–1192. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.02.023>

Ufficio federale dell'energia UFE (2020). *Strategia energetica 2050. Rapporto di monitoraggio integrale*. In tedesco. (Accesso 04 Marzo 2021) <https://www.bfe.admin.ch/bfe/it/home/approvvigionamento/statistiche-e-geodati/monitoraggio-strategia-energetica-2050.html>.

Ufficio federale dell'energia UFE, Ufficio federale di topografia Swisstopo (2021). *Dati reti termiche*. Catalogo dei dati geografici della Svizzera https://www.geocat.ch/geonetwork/srv/ita/md.viewer#/full_view/92b85345-4513-45a8-b64a-d7dbabd648a3/tab/complete.

Werner, S. (2017). *International review of district heating and cooling*. *Energy*, 137, 617–631. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.04.045>

Rutz, D., Winterscheid, C., Pauschinger, T., Grimm, S., Roth, T., Doračić, B., Dyer, G., A.Østergaard, T. Hummelshøj, R. (2019). *Upgrading the performance of district heating networks. Technical and non-technical approaches*. WIP Renewable Energies. https://www.upgrade-dh.eu/images/Publications%20and%20Reports/D2.5_2019-07-02_Upgrade-DH_Handbook_EN.pdf.

teleriscaldamento con il sostegno dell'Ufficio federale dell'energia e recentemente tradotta in italiano. Essa si rivolge a tutti gli attori coinvolti, fornendo una linea guida per la realizzazione di progetti di teleriscaldamento, descrivendo le procedure e le esigenze di qualità e responsabilità. Il documento si basa su dati empirici ed intende favorire la realizzazione e la gestione di nuove reti di teleriscaldamento efficienti e sostenibili.