

CSD INGEGNERI SA

Via Lucchini 12
Casella postale
CH-6901 Lugano
+41 91 913 91 00
lugano@csd.ch
www.csd.ch

CSD INGEGNERI 
INGEGNOSI PER NATURA



Città di Bellinzona

Progetto Piano particolareggiato Quartiere Officine
PP-QO – Piano energetico

Lugano, il 12.2022/CH010079

Sommario

1	Premessa	2
2	Descrizione del progetto.....	3
3	Fabbisogni energetici previsti.....	4
3.1	Fabbisogno energetico per il riscaldamento.....	4
3.2	Fabbisogno energetico per l'acqua calda sanitari	5
3.3	Fabbisogno energetico per il raffrescamento	5
3.4	Fabbisogno energetico elettrico.....	7
3.5	Fabbisogno energetico per l'illuminazione pubblica	8
3.6	Fabbisogno energetico per la ricarica di auto elettriche	8
4	Sviluppo temporale del progetto e dei fabbisogni	9
5	Potenziati fonti a disposizione	9
5.1	Pompe di calore	9
5.1.1	Geotermia	9
5.1.2	Falda	10
5.1.3	Aria/acqua	11
5.2	Solare.....	12
5.3	Legno	12
5.4	Vento.....	13
5.5	Fossili.....	13
5.6	Teleriscaldamento Teris	13
5.7	Conclusioni fonti energetiche.....	14
5.7.1	Proposta di utilizzo delle fonti a disposizione	15
6	Strategia energetica e di sostenibilità per il comparto	17
7	Conclusioni.....	17
8	Impressum	18
9	Disclaimer	18

Riassunto

Il consumo energetico del futuro quartiere Officine di Bellinzona è un tema centrale del progetto. Sono previsti consumi totali di oltre 10 GWh all'anno, suddivisi in fabbisogno per il riscaldamento (3.1 GWh), per il raffrescamento estivo (1.3 GWh), per l'acqua calda sanitaria (2.8 GWh) e per i consumi elettrici (4.2 GWh). Gli standard costruttivi da seguire sono quelli dettati dal REUn in vigore, con requisiti supplementari come descritto nel capitolo 6, fatti salvi obblighi superiori per edifici di proprietà pubblica. Gli obiettivi energetici da seguire per la concezione del progetto sono quelli dello standard SNBS (Standard di Costruzione Sostenibile Svizzera), che darà un valore aggiunto per consolidare l'aspetto ambientale, ecologico e sociale del complesso.

Il fabbisogno termico deve di principio essere coperto da fonti rinnovabili. La fonte di calore, per riscaldamento e raffrescamento, più adatta a coprire i fabbisogni energetici è l'acqua di falda, che dalle prime analisi effettuate in questo studio, fornirebbe i fabbisogni termici richiesti in maniera ecologica e sostenibile.

Con l'installazione di tecnologie atte alla produzione elettrica per un minimo di 15 W/m² SRE potrà essere coperto più dell'80% del fabbisogno elettrico (non compreso riscaldamento, raffrescamento e mobilità) dell'intero quartiere. L'obiettivo è il raggiungimento del 100% di copertura del fabbisogno. Con le tecnologie attuali, volendo ottenere la potenza desiderata interamente dalle superfici piane dei tetti tramite fotovoltaico, il 70% della superficie dei tetti sarebbe occupata da moduli fotovoltaici (azimut: 180° sud, inclinazione 10°, interlinea 0.5m).

Nel caso dell'entrata in vigore di normative più restrittive rispetto ai valori presentati in questo Piano Energetico di quartiere, questi ultimi verranno automaticamente aggiornati.

1 Premessa

Per il nuovo quartiere Officine di Bellinzona è stato realizzato un piano energetico a livello quartiere ad ampia visione, che permetta di comprendere i fabbisogni energetici, le fonti energetiche a disposizione e di definire una strategia energetica pertinente al progetto. Gli ordini di grandezza dei consumi energetici, sia termici che elettrici, sono stati definiti per ogni lotto, ponendo come valori di riferimento quelli illustrati dalle norme SIA e dagli standard Minergie.

In un secondo tempo sono state definite quali fonti energetiche sono disponibili in loco e quali vantaggi e svantaggi le caratterizzano. In questo modo è possibile identificare quale tecnologia sia la più adatta ad ottenere ottime performance energetiche e rispettare l'ambiente. In questo documento sono state inserite delle proposte di tecnologie appropriate per questo progetto, in base all'attuale stato della tecnica.

La strategia energetica è stata sviluppata tenendo in considerazione la volontà di realizzare un concetto ecologicamente sostenibile, ponendo inoltre obiettivi da raggiungere per rafforzare ulteriormente questo tema.

2 Descrizione del progetto

Il progetto per il nuovo quartiere Officine di Bellinzona prevede la costruzione di diversi edifici procedendo per lotti. L'immagine seguente caratterizza la localizzazione, la superficie e l'utilizzo dei lotti edificabili previsti.



Figura 1: pianificazione lotti

La superficie utile lorda totale è dell'ordine di 180'000 m², suddivisa in diversi utilizzi: amministrativo, abitabile, scolastico, servizi ed a scopo pubblico. Le percentuali della suddivisione non sono rigorosamente definite ma sono stati posti dei limiti (si veda PP-QO), per ogni lotto, sulla superficie utilizzabile a scopo abitativo.

La zona di mantenimento (ZM) prevede di mantenere le edificazioni esistenti. Sullo stesso sedime si è ipotizzato uno sviluppo futuro di cui si tiene in considerazione nella valutazione dei fabbisogni energetici.

Considerando che le diverse attività hanno necessità energetiche diverse, è necessario effettuare una stima per essere in grado di contabilizzare i consumi energetici totali prevedibili.

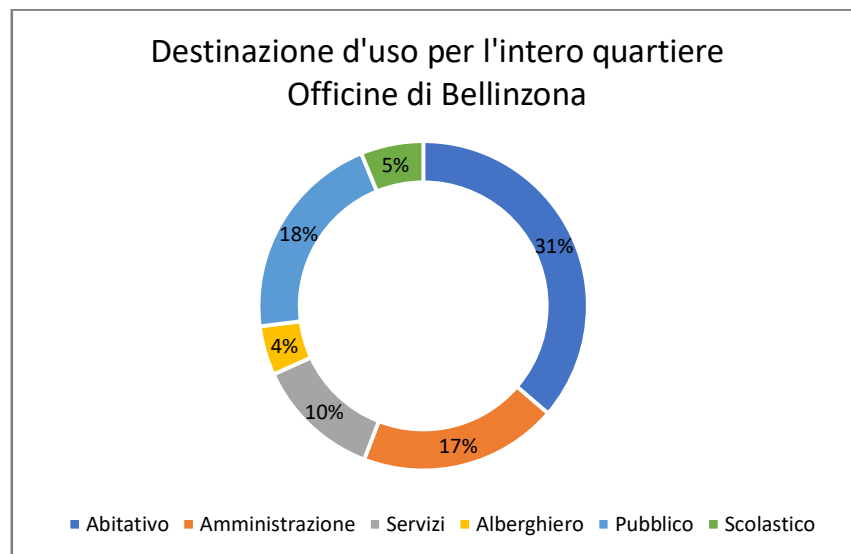


Figura 2: suddivisione destinazione d'uso

Questa suddivisione, il più prossima alla realtà possibile prevedibile al tempo della realizzazione di questo studio, verrà utilizzata per effettuare le stime necessarie.

3 Fabbisogni energetici previsti

La volontà globale nel campo edilizio, e non solo, è di abbattere i consumi energetici sfruttando al meglio le tecnologie a disposizione e le conoscenze degli esperti del settore. Il nuovo quartiere Officine di Bellinzona non fa eccezione, i consumi energetici saranno da limitare al minimo, prevedendo strutture architettonicamente adeguate, con un rapporto tra involucro termico e superficie di riferimento energetica portato al minimo, isolazioni ed infissi con coefficienti di trasmissione termica bassi e ogni misura, anche a livello urbano, che possa ridurre i consumi.

Trattandosi di edifici nuovi, di proprietà delle FFS, del Cantone e della Città di Bellinzona, si può prevedere che lo standard SNBS, Standard Costruzione Sostenibile Svizzera, sia l'obiettivo da raggiungere. Questa tipologia di standard che, oltre a considerare l'aspetto energetico, punta anche ad ottenere un contributo sociale ed economico, rappresenta la più propizia visione di sostenibilità per un progetto di quartiere come quello studiato.

Gli stabili che verranno costruiti oltre il 2040 raggiungeranno sicuramente standard energetici ancor più elevati. L'idea originaria di realizzare un'area 2'000 Watt è stata ora superata poiché, nel contesto dell'armonizzazione dei label per gli edifici, verrà dismesso nei prossimi mesi, a favore di SNBS quartiere e Minergie quartiere. Per questo motivo la scelta di puntare sullo standard SNBS, con adeguamenti nel rispetto delle future normative "quartiere" ancora non definite, è la più consona per la presente variante di piano regolatore.

La tabella seguente riassume le stime dei bisogni energetici prevedibili per i diversi lotti effettuate utilizzando i valori di diverse normative o label in vigore. I valori utilizzati sono spiegati chiaramente nei sottocapitoli seguenti.

Lotto	SUL	Riscaldamento	ACS	Raffrescamento	Elettrico	Totale
	m ²	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh
A	2430	78	42	18	54	192
B1	14'636	228	288	102	333	951
B2	15'561	243	306	109	354	1'011
B3	19'973	312	392	140	454	1'298
Ep1	5'526	219	84	42	112	456
Ep2	292	6	4	2	5	17
Ep3	11'391	200	112	66	153	531
Ep4	9'960	174	174	60	174	583
Ep5-6	52'200	971	621	386	887	2'866
Ipotesi sviluppo futuro	47'431	750	776	378	1'081	2'985
Totale	179'400	3'180	2'798	1'305	3'608	10'891

Tabella 1 : fabbisogni energetici

Al valore ottenuto per i consumi elettrici sono da aggiungere quelli previsti per l'illuminazione pubblica e per la ricarica di veicoli elettrici, rispettivamente 30 MWh e 640MWh.

I valori presentati, essendo frutto di stime e valori standard, hanno un certo margine d'errore sul progetto reale effettivo, ma l'ordine di grandezza è chiaro per definire la direzione da prendere.

3.1 Fabbisogno energetico per il riscaldamento

La norma 380/1 pone la base di calcolo per il fabbisogno termico di riscaldamento. Questo calcolo tiene in conto fattori che ad oggi non sono ancora disponibili, come il rapporto tra la superficie di riferimento energetica e dell'involucro dell'edificio. Senza questi dati un calcolo esatto non può essere effettuato, ma una buona stima, sfruttando i valori per le diverse categorie d'uso, può essere realizzata.

Lo standard minimo odierno per la costruzione di un'abitazione è di 48 kWh/m² per riscaldamento ed acqua calda sanitaria, mentre un edificio Minergie-P ha il limite a 30 kWh/m². Considerando per l'acqua calda sanitaria un valore fisso fornito dalle norme SIA, ed i valori base di riferimento dei diversi utilizzi forniti dalla norma SIA 380/1, è possibile prevedere il fabbisogno annuo per le varie categorie. Considerata la volontà di essere più efficienti del minimo richiesto dalla normativa attuale, come descritto nel capitolo 7, questi valori

sono stati adattati per raggiungere l'obiettivo desiderato. Si tratta di valori ipotetici per ottenere un ordine di grandezza del fabbisogno di calore, dati più affidabili saranno da calcolare con l'ausilio della norma SIA 380/1 una volta in possesso dei dati utili dei progetti.

	Abitativo	Amministrazione	Servizi	Alberghiero	Pubblico	Scolastico
<i>kWh/m²</i>	15	15	19	15	20	16

Tabella 2: fabbisogni energetici riscaldamento

Per gli stabili esistenti è stato applicato un fattore 2 per renderlo più vicino alla realtà.

3.2 Fabbisogno energetico per l'acqua calda sanitari

La norma SIA 380/1 fornisce i valori generali di fabbisogno termico per l'acqua calda sanitaria in funzione dei diversi utilizzi delle superfici. La tabella 3 indica questi valori.

	Abitativo	Amministrazione	Servizi	Alberghiero	Pubblico	Scolastico
<i>kWh/m²anno</i>	21	7	20	30	14	7

Tabella 3: fabbisogni energetici acqua calda sanitaria

Questi dati, uniti a quelli del fabbisogno energetico per il riscaldamento saranno essenziali per la scelta e la concezione del sistema di fornitura di calore con la relativa fonte termica.

3.3 Fabbisogno energetico per il raffrescamento

Negli ultimi anni, ed ancor più in futuro, siamo e saremo confrontati con un clima estremamente caldo durante i periodi estivi. Oltre al raggiungimento di temperature estremamente elevate durante il giorno, il nostro cantone è stato sottoposto a lunghi periodi con temperature costantemente alte, anche durante il periodo notturno, che non hanno permesso al parco immobiliare di sfruttare il raffrescamento notturno e l'inerzia termica durante il giorno. Le abitazioni che verranno costruite dovranno perciò essere ottimizzate anche dal punto di vista del sovrariscaldamento estivo, prevedendo ampie protezioni solari, superfici vetrate ben bilanciate ed una configurazione urbanistica che permetta lo smaltimento del calore. Tutto ciò permetterà di ridurre al minimo il fabbisogno energetico per il raffrescamento estivo, che in alcune circostanze dovrà comunque essere impiegato per garantire il confort degli utenti. Inoltre, come dichiarato anche da Minergie, le abitazioni sono ottimizzate soprattutto per i periodi freddi, garantendo un consumo minimo d'energia. Questa forte ottimizzazione invernale può portare ad effetti di surriscaldamento estivo, dove però, grazie a sistemi di ventilazione automatizzata ed eventualmente un raffrescamento attivo si possono facilmente ridurre le temperature, sfruttando l'abbondante energia fotovoltaica autoprodotta. Nel bilancio energetico globale dell'immobile avremo un certo consumo di energia, ma il fatto di distribuirla su due periodi dell'anno anziché concentrarla in inverno permette di ridurre le potenze massime e sfruttare i periodi, come l'estate, dove l'energia può essere autoprodotta sul proprio tetto con un'installazione fotovoltaica.

La climatizzazione per il comfort termico estivo è stata presa in considerazione in questo progetto poiché sta diventando una questione energetica sempre più importante. L'uso di condizionatori e ventilatori elettrici rappresenta già circa un quinto dell'elettricità totale negli edifici di tutto il mondo, ovvero il 10% del consumo globale di elettricità.

Secondo l'Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA), nei prossimi tre decenni l'uso dei condizionatori d'aria è destinato ad aumentare e a diventare uno dei principali motori della domanda globale di elettricità.

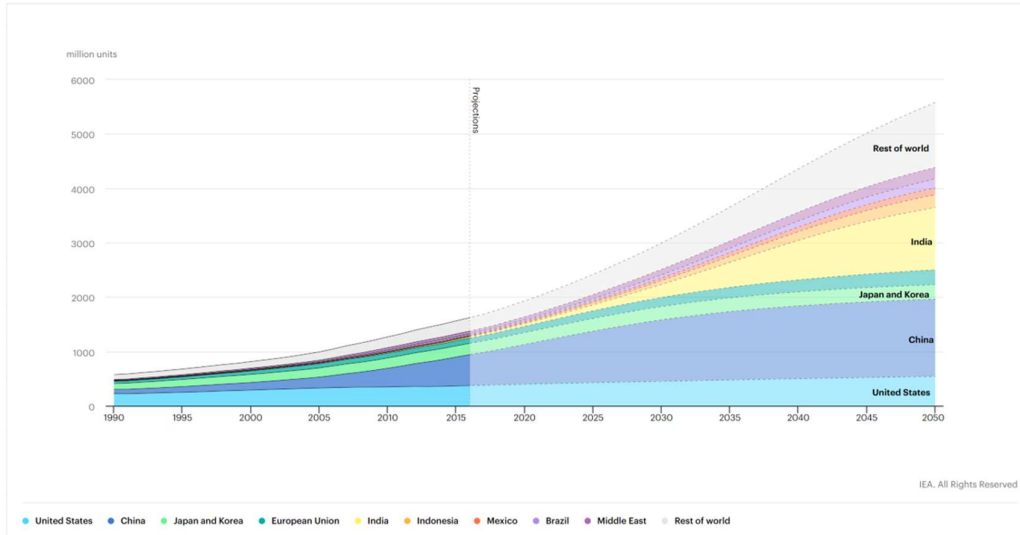


Figura 3: Evoluzione del numero di condizionatori domestici installati

La Figura 3, creata dall'Agencia Internazionale dell'Energia, mostra l'evoluzione del numero di condizionatori domestici installati. Gli Stati Uniti e la Cina sono attualmente i due maggiori possessori di condizionatori d'aria grazie all'elevato numero di abitanti, mentre l'Unione Europea (verde scuro) è attualmente al quarto posto con 97 milioni di unità installate nel 2016. L'aspetto interessante da tenere presente è che il numero di condizionatori domestici triplicherà entro il 2050. Anche l'Unione Europea sta seguendo la curva e si prevede che avrà 275 milioni di unità installate entro 30 anni. Secondo le stime dell'Agencia Internazionale dell'Energia, entro il 2050 due terzi delle abitazioni saranno dotate di aria condizionata, il che rende la climatizzazione il fabbisogno energetico in più rapida crescita nel settore domestico. La IEA prevede infatti che entro il 2050 la climatizzazione sarà il principale consumatore di energia nel settore edilizio, con il 37% del fabbisogno totale. La figura 4 mostra le percentuali del fabbisogno energetico del settore domestico stimate per il 2050.

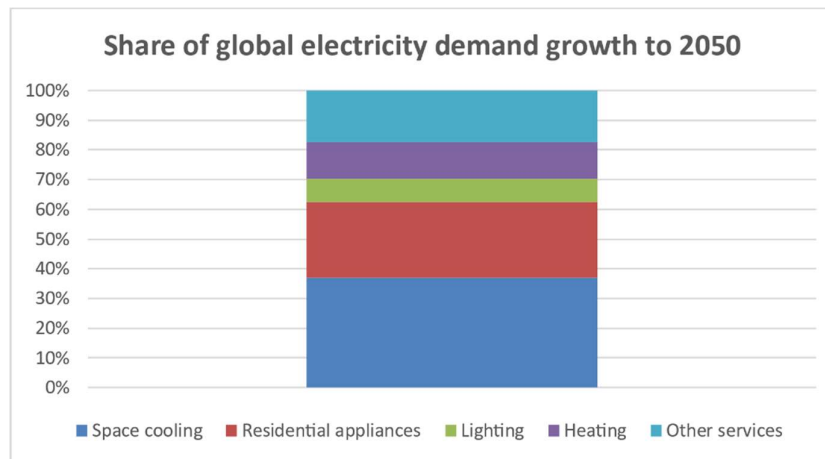


Figura 4: Stima del fabbisogno energetico del settore domestico per il 2050

Un sistema in grado di fornire calore e allo stesso tempo raffreddare attraverso il freecooling è senza dubbio estremamente vantaggioso per il futuro.

Secondo uno studio, nei paesi dell'Europa continentale, solamente il 2% delle abitazioni residenziali possiede un sistema di raffreddamento, mentre più del 60% degli spazi adibiti ad amministrazione è climatizzata. Nei prossimi anni queste percentuali sono destinate a crescere rapidamente. Avendo una visione lungimirante, è bene prevedere che la totalità degli spazi sarà predisposta alla climatizzazione, con i consumi energetici prevedibili come mostrato in tabella 4.

	Abitativo	Amministrazione	Servizi	Alberghiero	Pubblico	Scolastico
<i>kWh/m²anno</i>	5	10	10	10	7	5

Tabella 4: fabbisogni energetici raffrescamento

3.4 Fabbisogno energetico elettrico

Questo capitolo descrive i bisogni energetici elettrici senza tener conto dei bisogni elettrici di eventuali riscaldamenti, raffrescamenti e della mobilità. L'ufficio federale dell'energia UFE mette a disposizione statistiche e studi effettuati sui consumi elettrici domestici in Svizzera (Consumo di elettricità di un'economia domestica – Scheda informativa / agosto 2021). Abitazioni plurifamiliari come quelle previste nel nuovo quartiere delle officine di Bellinzona, a pari numero di persone, consumano tra il 20 ed il 30% in meno di elettricità rispetto ad abitazioni monofamiliari. I consumi energetici domestici per due persone in un appartamento sono di 2190 kWh/anno, suddivise in media come riportato nel grafico 5.



Figura 5: fabbisogni elettrici domestici

Per ogni persona in più presente nell'appartamento le statistiche mostrano un aumento di 458 kWh annui. Questi dati sono da considerare unicamente a scopo abitativo, mentre per quanto riguarda l'amministrazione i consumi più importanti sono da imputare ai computer, alle fotocopiatrici ed all'illuminazione. Minergie, in accordo con i lavori della Commissione SIA 387, stima un consumo annuo di 23 kWh/m² per l'illuminazione, gli apparecchi e l'impiantistica di edifici residenziali.

La norma SIA 380/4 pone il fabbisogno energetico totale annuo in kWh/m² per i diversi utilizzi, separando il consumo di corrente dovuto all'illuminazione. Le seguenti tabelle riassumono i consumi per gli appartamenti, l'amministrazione e le camere d'albergo.

Locali	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5
Totale in kWh/m ²	23.8	19.4	17.9	16.4	15.9	14.9

Tabella 5: fabbisogni elettrici residenziali

Superficie per postazione	10 m ²	15 m ²	20 m ²
Con apparecchi eco in kWh/m ²	12.5	8.3	6.3
Con apparecchi classici in kWh/m ²	25	16.7	12.5

Tabella 6: fabbisogni elettrici ufficio

Con apparecchi eco, in kWh/m ²	40
Con apparecchi classici, in kWh/m ²	53

Tabella 7: fabbisogni elettrici hotel

La norma 380/1 fornisce anch'essa dei valori sul fabbisogno di elettricità per le diverse categorie, definendo un consumo di 11 kWh/m² per le scuole, di 33 kWh/m² per negozi e ristorazione e 17 kWh/m² per i locali pubblici. Con gli anni le apparecchiature elettriche migliorano continuamente in efficienza, andando verosimilmente a ridurre i consumi energetici trattati in questa sezione.

L'illuminazione ha un peso del 10% sui consumi elettrici domestici, come visto nella figura 5, mentre ha un peso più importante nell'ambito amministrativo (15-20%), dove le luci vengono accese spesso per tutto il giorno su grandi superfici talvolta non occupate. Questi consumi sono da aggiungere alle tabelle presentate per poter contabilizzare il totale consumo elettrico.

La classe energetica delle apparecchiature e dell'illuminazione installate nel quartiere dovrà in principio essere la più elevata presente sul mercato, abbattendo drasticamente i consumi per questa categoria d'utilizzo.

3.5 Fabbisogno energetico per l'illuminazione pubblica

Secondo il Piano Energetico Cantonale del 2010, sezione C.5, il comune di Bellinzona consumava nel 2008 21.4 kWh all'anno per metro di strada illuminata. Il consumo auspicabile, sempre secondo il Piano Energetico Cantonale, con la sostituzione delle lampade a bassa efficienza energetica, è di 12 kWh/a m. Trattandosi di nuove infrastrutture, ma con un'elevata densità di popolazione, si può considerare il valore di 12 kWh/a m come base per il calcolo dei consumi elettrici dovuti all'illuminazione pubblica.

Dai piani a disposizione si possono stimare illuminazioni pubbliche per una lunghezza totale di 2'500m. Il consumo annuo elettrico è dell'ordine di 30 MWh annui.

3.6 Fabbisogno energetico per la ricarica di auto elettriche

I parcheggi previsti nel settore delle officine di Bellinzona (circa 900) saranno predisposti alla ricarica di veicoli elettrici, che verosimilmente sarà la fonte di propulsione della mobilità nel prossimo futuro. C'è perciò da tenere in considerazione i consumi elettrici provocati dalla mobilità.

Secondo uno studio effettuato dall'ufficio Federale dello Sviluppo Territoriale, pubblicato nel 2000, in Ticino vengono percorsi all'anno, in media, 13'600 km per ogni autovettura immatricolata. Considerando la strategica posizione a ridosso del centro città e delle ferrovie, un fattore di riduzione pari a 0.8 sulla percorrenza media delle automobili in loco viene considerato. Il consumo attuale di una vettura elettrica è in media di 15-20 kWh/100 km che andrà verosimilmente a ridursi nel corso degli anni. Ponendo l'ipotesi che, entro 15-20 anni, il 50% dei bisogni energetici delle vetture parcheggiate nel quartiere (sia residenti che lavoratori) saranno forniti in loco dalle colonnine di ricarica ed avranno un consumo medio di 13 kWh/100 km, quasi 640 MWh elettrici saranno dedicati alla mobilità. Prescrizioni rivolte all'ottimizzazione degli spostamenti motorizzati, quali piani di mobilità aziendali, car sharing e postazioni mobility sul sedime, contribuiranno alla riduzione dei consumi di questo settore.

Considerata la potenza di picco delle colonnine di ricarica, è da prevedere la pianificazione di posa e gestione "smart" in collaborazione con il gestore di rete. Una buona amministrazione degli apparecchi di ricarica permetterà di ottimizzare l'autoconsumo di energia elettrica prodotta dagli impianti fotovoltaici. In futuro le automobili a propulsione elettrica saranno integrate alla rete grazie al sistema V2G (Vehicle to Grid), rendendo più efficienti i flussi di energia prodotti e consumati all'interno del quartiere.

4 Sviluppo temporale del progetto e dei fabbisogni

Il nuovo quartiere Officine di Bellinzona si svilupperà a tappe. Il comparto è suddiviso in diversi blocchi con funzioni differenti, i quali verranno costruiti in maniera asincrona ed a cascata. Dopo una prima fase, i nuovi lotti della categoria A e B verranno edificati solamente una volta che il precedente sarà occupato oltre una certa soglia. La conclusione dei lavori, con tutti i blocchi costruiti, è perciò difficile da stimare, l'arco temporale interesserà presumibilmente almeno due decenni. Si può quindi presumere un aumento graduale e costante dei fabbisogni energetici del quartiere fino a completamento dell'opera.

Questo è un aspetto fondamentale nella pianificazione energetica del quartiere, con soluzioni tecniche più adatte a questo tipo di evoluzione, come la produzione decentralizzata o le reti anergetiche¹, ed altre difficilmente attuabili, come reti di distribuzione del calore ad alta temperatura con un'unica centrale per l'intero quartiere.

Le dimensioni considerevoli dei blocchi, con il conseguente numero elevato di appartamenti residenziali e/o uffici, permette di studiare anche soluzioni per il riscaldamento decentralizzate su scala quartiere, ma centralizzate a livello blocco, ottenendo micro-reti di teleriscaldamento per gli edifici all'interno di ogni blocco o di due blocchi limitrofi.

5 Potenziali fonti a disposizione

5.1 Pompe di calore

Le pompe di calore ad azionamento elettrico sono una tecnologia di riscaldamento che sfrutta il calore dell'ambiente. Le fonti di calore possono essere: il suolo, l'acqua o l'aria. Il loro grande utilizzo negli ultimi anni deriva dal fatto che non utilizzano direttamente combustibili fossili, garantendo zero emissioni di CO₂ durante l'esercizio. Su questo tema bisogna però sempre tenere in conto che l'energia elettrica utilizzata è stata in precedenza prodotta, e non tutti i metodi di produzione sono a zero emissioni di CO₂.

Sfruttando il calore presente in un ambiente esterno riescono a garantire il 100% del bisogno termico usando in percentuale dal 20 al 35% di elettricità. La percentuale restante deriva completamente dalla fonte di calore rinnovabile.

Il rendimento delle pompe di calore varia principalmente da due elementi: temperatura della fonte di calore e temperatura di consegna per il riscaldamento. Più alta sarà la temperatura del bacino termico e maggiore sarà la performance della macchina. Al contrario, più alta è la temperatura di mandata del riscaldamento meno la pompa di calore otterrà coefficienti di performance elevati. Per questo motivo le pompe di calore sono adatte ad abitazioni con riscaldamento a bassa temperatura, soluzione ormai standard per nuove le costruzioni.

5.1.1 Geotermia

Il riscaldamento e raffrescamento mediante pompe di calore con sonde geotermiche è una tecnica, diffusasi negli ultimi decenni, che permette di ottenere ottime performance energetiche in periodi molto freddi (riscaldamento) o molto caldi (raffrescamento). La temperatura pressoché costante del sottosuolo permette di lavorare con regimi costanti e buone performance globali.

Nella zona dove sorgerà il nuovo quartiere delle officine di Bellinzona non è permesso realizzare campi di sonde geotermiche come mostrato nell'immagine 6.

¹ Le reti anergetiche o reti ad anergia sono reti termiche che operano ad una temperatura generalmente compresa tra 0 e 30°C. Tra le peculiarità hanno la possibilità di essere sfruttate, anche in contemporanea, per riscaldamento e per raffrescamento.

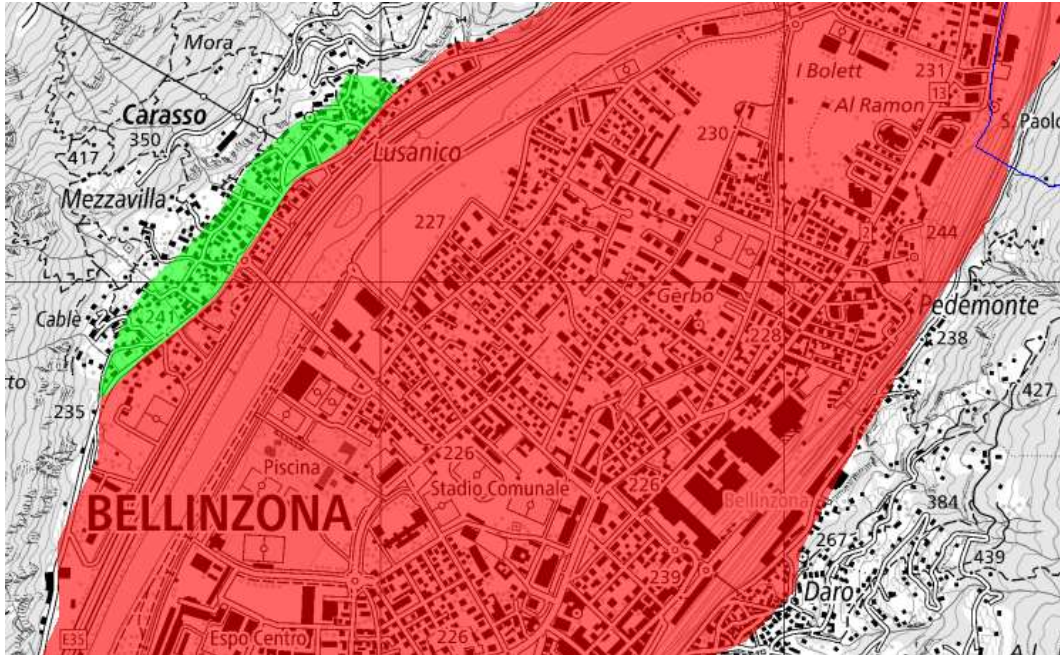


Figura 6: GESPOS geotermia

Nella cartina, presente nel portale GESPOS, sono indicate in verde le zone in cui il geotermico è ammesso ed in rosso quelle dove questa tecnologia non è ammessa. Questa classificazione viene effettuata nelle zone in cui è presente una falda sotterranea, dove perciò la realizzazione di sonde potrebbe provocare problemi nel sottosuolo. Uno studio supplementare sull'attuabilità o meno di questa tecnologia è eventualmente da effettuare.

- Vantaggi:
 - Performance costanti anche in periodi rigidi
 - Livello di rumore minimo
 - Grande bacino termico a disposizione
 - Raffrescamento possibile per freecooling o attivo
 - Versatilità: rete di distribuzione o decentralizzata
- Svantaggi:
 - Performance costanti nelle mezze stagioni
 - Studi geologici accurati da effettuare
 - Fori profondi

5.1.2 Falda

Le pompe di calore su falda sfruttano lo stesso principio di quelle con sonde geotermiche: lavorare con temperature piuttosto costanti durante tutto l'anno senza ridurre la loro performance durante i periodi più rigidi. Per fare ciò sfruttano l'acqua di falda, presente nel sottosuolo, come fonte di calore e di freddo.

Nel sottosuolo del sedime, a circa 5 metri di profondità secondo i sondaggi effettuati, è presente la falda formata dal fiume Ticino. Attualmente nel perimetro di studio sono presenti 6 sondaggi e 2 pozzi (concessione pozzo 1: 2'500l/min). I pozzi sono ad oggi sfruttati ad uso industriale e termico. Nella regione limitrofa al perimetro di studio sono presenti diversi altri pozzi, a prova della grande quantità d'acqua disponibile.

La falda scorre, secondo le carte cantonali di idrologia e gli esperti del settore, da Nord-Est verso Sud-Ovest, parallelamente al fiume Ticino. Nella zona in esame, degli acquiferi provenienti dal dislivello a sud-est aumentano il flusso della falda. La temperatura dell'acqua di falda freatica è costante tra gli 8°C e i 12°C su tutto l'arco dell'anno, pertanto particolarmente adatta all'utilizzo in accoppiata con una pompa di calore.

Questa tecnologia permette, oltre la produzione di calore, di raffrescare i locali mediante freecooling o raffrescamento attivo, che, come visto nei capitoli precedenti, è un elemento da tenere in considerazione per il futuro.

Nell'ottica d'utilizzo dell'acqua di falda come fonte di calore si può prevedere una rete ad anergia mantenuta ad una certa temperatura dalla falda. A questa rete, caratterizzata da una dorsale principale che attraversa il quartiere, saranno collegate pompe di calore acqua-acqua che alimenteranno i diversi lotti. Sarà possibile sfruttare questa rete per il riscaldamento ed il raffrescamento sia abitativo che amministrativo.

L'utilizzo dell'acqua di falda è senza dubbio una variante interessante per il nuovo quartiere Officine. Di seguito sono riportati i vantaggi e gli svantaggi di questa tecnologia:

- Vantaggi:
 - Performance costanti anche in periodi rigidi
 - Livello di rumore minimo
 - Foraggi poco profondi
 - Grande bacino termico a disposizione
 - Raffrescamento possibile per freecooling o attivo
 - Versatilità: rete di distribuzione o decentralizzata
- Svantaggi:
 - Performance costanti nelle mezze stagioni
 - Studi idrogeologici accurati da effettuare

Salta subito all'occhio il fatto che le performance costanti sono presenti sia tra i vantaggi che gli svantaggi. Questo è dovuto al fatto che, mentre in periodi freddi questo sia un enorme vantaggio, nelle mezze stagioni dove il riscaldamento è necessario, la temperatura dell'aria è spesso superiore a quella della falda, sfruttando perciò una fonte di calore peggiore rispetto ad un'altra disponibile. In queste circostanze una pompa di calore sull'aria otterrebbe performance più elevate.

È fondamentale considerare il flusso d'acqua prelevabile dalla falda ed il conseguente potere termico. Le portate attualmente sfruttate dai pozzi in quella zona arrivano fino a 2'500l/min, un quantitativo notevole che permette di produrre buone quantità di calore. Da parere dei geologi, con un minimo di due pozzi, è possibile prelevare fino a 5'000l/min d'acqua dalla falda senza andare ad intaccare ed impoverire i pozzi limitrofi. Studi idrogeologici supplementari sono necessari per definire meglio il quantitativo effettivo prelevabile. Questo quantitativo d'acqua permette di ottenere una potenza termica dell'ordine dei 1.8MW. Senza considerare il fattore di simultaneità, l'intero quartiere necessita all'incirca 7'000 litri al minuto per coprire la potenza termica massima richiesta. La realizzazione di una rete termica condivisa permette la riduzione del flusso fino al 60%. Il valore massimo di acqua prelevata dalla falda sarà attorno ai 4200 l/min.

5.1.3 Aria/acqua

Il Ticino, con il suo caratteristico clima mite, permette di sfruttare l'aria come fonte di calore per le termopompe ottenendo coefficienti di performance soddisfacenti. Questa tecnologia è ipotizzabile principalmente per un sistema di riscaldamento decentralizzato, con uno o più impianti all'interno di un unico blocco. Le pompe di calore aria/acqua permettono di effettuare un raffrescamento attivo per contrastare le temperature elevate dei mesi estivi. I consumi elettrici saranno in gran parte coperti dall'autoproduzione fotovoltaica.

Di seguito sono riportati i vantaggi e gli svantaggi di questa tecnologia:

- Vantaggi:
 - Performance elevate in mezze stagioni
 - Nessun foraggio necessario

- Grande bacino termico a disposizione
 - Possibile raffrescamento attivo
- Svantaggi:
 - Performance scarse in periodi molto freddi
 - Livello di rumore elevato con possibili disagi acustici da verificare
 - Impossibilità d'effettuare freecooling
 - Ventilatori esterni ingombranti

5.2 Solare

Il potenziale solare è un elemento sicuramente da sfruttare in questo progetto. La zona su cui si ergeranno i futuri edifici riceve un irraggiamento medio annuo orizzontale di 1230 kWh/m² e verticale (180° Sud) di oltre 1'000 kWh/m² (UVEK-GIS). Considerando le grandi superfici a disposizione, un concetto energetico che sfrutti questo potenziale è da prevedere. L'energia solare può essere utilizzata sia per la produzione di corrente elettrica mediante moduli fotovoltaici, con un rendimento che si aggira tra il 20-22%, oppure per ottenere energia termica con appositi moduli che raggiungono un rendimento dell'80%. La produzione elettrica media ricavabile da un tetto piano (con struttura inclinata 10°, azimut 180° sud, interlinea 50 cm) è, al momento della stesura del rapporto, dell'ordine dei 160 kWh/m² a Bellinzona.

Per quanto riguarda il fotovoltaico, un'installazione minima di 10 Watt al metro quadrato di SRE è richiesta dal MoPEC 2014. Il label Minergie-A impone la produzione propria di elettricità superiore al fabbisogno energetico globale, per potersi ritenere ad "energia positiva". Raggruppamenti ai fini del consumo proprio (RCP) sono da prevedere ai fini di aumentare l'autoconsumo del sistema quartiere.

5.3 Legno

Il legno è una fonte sostenibile per il riscaldamento degli edifici. In Svizzera, secondo gli esperti del settore, è possibile aumentare il consumo di legna da ardere del 25% senza compromettere la salute dei boschi, anzi migliorandola. Il costo del cippato è più stabile rispetto a fonti di riscaldamento fossile, come mostrato dal grafico della figura 7 messo a disposizione da Energia legno Svizzera. Il prezzo delle fonti fossili è salito vertiginosamente nell'ultimo periodo, mentre quello del cippato resta piuttosto stabile.

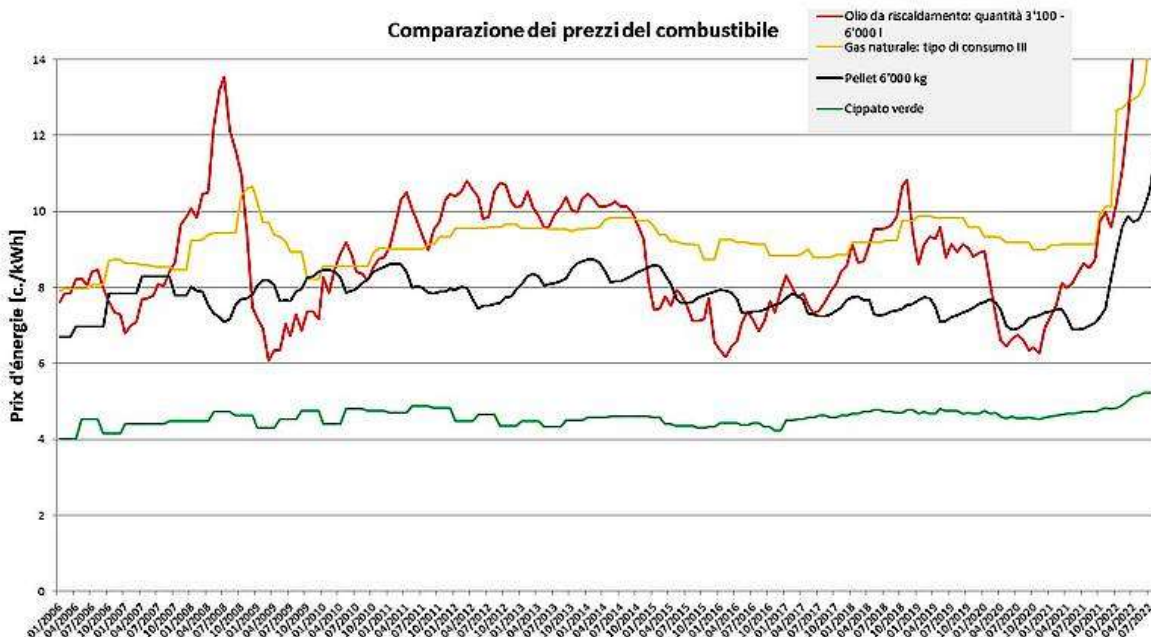


Figura 7: comparazione prezzi combustibili

Per questo progetto la soluzione più interessante sarebbe quella di creare una rete di teleriscaldamento ad alta temperatura che fornisca tutti gli edifici del quartiere con un'unica centrale termica a cippato. Diverse centrali decentralizzate non porterebbero ad un effettivo vantaggio dal punto di vista logistico e di performance. Il problema principale che si presenta è la costruzione a tappe del complesso, con una prima fase che dovrebbe terminare in 15 anni e le successive non ancora pianificate. Creare una rete ad alta temperatura sovradimensionata per i primi anni di utilizzo e ormai con elementi da sostituire una volta che l'intero quartiere sia costruito non è vantaggioso.

- Vantaggi:
 - Fonte rinnovabile
 - Boschi svizzeri mantenuti
 - Costo dell'energia vantaggioso
- Svantaggi:
 - Centrale unica richiede molto spazio
 - Fumi di combustione nei pressi delle abitazioni
 - Decentralizzazione svantaggiosa
 - Perdite di calore nella rete ad alta temperatura

5.4 Vento

Il vento è un elemento molto presente nel bellinzonese. Sfruttare questa caratteristica con delle micro-eoliche installate sui tetti degli edifici potrebbe portare dei benefici. Questa tecnologia necessita, generalmente, di un vento minimo dai 5 ai 10 km/h per iniziare a produrre energia elettrica, ottenendo la produzione nominale attorno ai 30-50 km/h.

La presenza pressoché costante di vento in questa zona fa supporre una produzione continua di corrente elettrica grazie alle micro-eoliche, seppur la produzione nominale sarebbe raggiunta solamente saltuariamente. Interessante sottolineare il fatto che generalmente vi sia più vento durante i mesi invernali, che abbinato all'abbassamento del potenziale solare, può contribuire a fornire un apporto continuo durante tutto l'anno alle abitazioni.

Studi supplementari sarebbero da effettuare per procedere in questa direzione, con analisi di dati meteorologici di stazioni installate sul sito.

5.5 Fossili

Le energie fossili sono, di principio, escluse nell'area. Eventuali necessità specifiche saranno da valutare caso per caso, laddove vi sia un'esigenza tecnica giustificata (ad es. produzione di calore ad alta temperatura per processi).

5.6 Teleriscaldamento Teris

Teris è una società che nasce dalla collaborazione tra l'Azienda Elettrica Ticinese AET e l'Azienda Cantonale dei Rifiuti ACR, con l'obiettivo di trasportare nel Bellinzonese il calore prodotto nel termovalorizzatore di Giubiasco. In questo modo si valorizza il potenziale termico derivato dai rifiuti urbani prodotti.

La rete del teleriscaldamento raggiungerà il confine del quartiere Officine, proponendosi come eventuale fonte di calore.

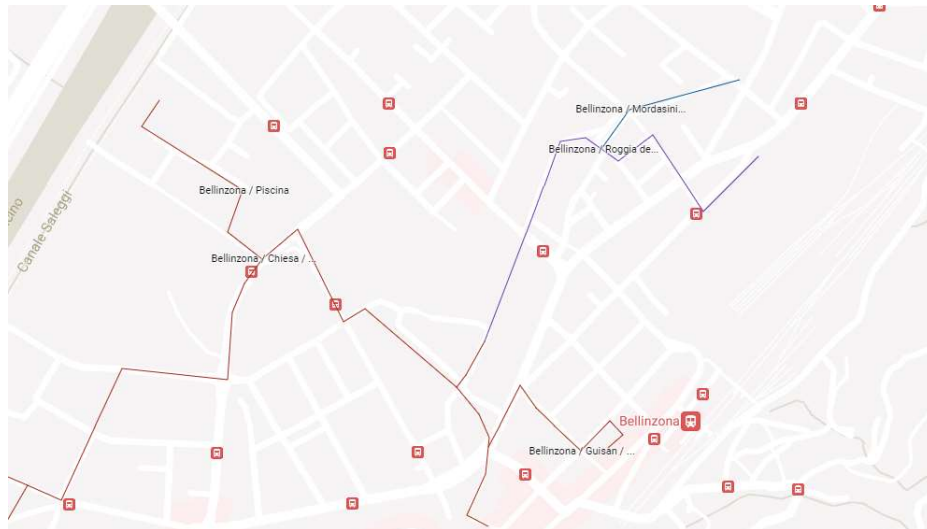


Figura 8: rete di teleriscaldamento Teris (zona Officine)

La rete di teleriscaldamento ad alta temperatura gestita da Teris è senza dubbio un'interessante opportunità per fornire il fabbisogno termico per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria. Questa tecnologia presenta diversi vantaggi ma anche qualche punto a sfavore importanti. La futura potenza disponibile per il quartiere si attesta, secondo quanto dichiarato dalla stessa Teris, attorno ad 1 MW termico. Questi valori, secondo quanto stimato in questo documento, sarebbero leggermente insufficienti ai bisogni dell'intero quartiere una volta concluso.

- Vantaggi:
 - Rete di teleriscaldamento già esistente e funzionale
 - Costo costante dell'energia
 - Scarso rischio di guasti o interruzioni del servizio
 - Energia rinnovabile al 50% (secondo il RUEn)
 - Silenzioso ed inodore
 - Investimento iniziale ridotto (sottostazioni)
- Svantaggi:
 - Energia rinnovabile al 50% (secondo il RUEn)
 - Potenze termiche da valutare
 - Grandi perdite di calore lungo il tracciato urbano

Trattandosi di una valorizzazione dei rifiuti, fonte energetica considerata al 50% rinnovabile secondo le esigenze del regolamento sull'utilizzo dell'energia RUEn, solamente la metà del fabbisogno può essere considerato fornito da fonti rinnovabili. Un quartiere di questa tipologia punta ad ottenere una percentuale di approvvigionamento energetico con percentuale rinnovabile maggiore del 50%, ciò rende questa tecnologia non adatta ad essere la sola risorsa. Può essere abbinata ad una tecnologia 100% rinnovabile per coprire i bisogni termici durante i picchi di consumo o per esigenze specifiche di calore ad alta temperatura.

5.7 Conclusioni fonti energetiche

Per quanto riguarda il riscaldamento degli edifici e la fornitura di acqua calda sanitaria, la falda acquifera risulta la fonte più interessante per questo progetto. La grande disponibilità termica, le performance elevate delle

pompe di calore ed il concetto ecologico sono gli aspetti fondamentali che rendono questa tecnologia ideale al nuovo quartiere Officine di Bellinzona.

La rete ad alta temperatura Teris è una soluzione da tenere in considerazione come fonte energetica di supporto. In alternativa le pompe di calore aria-acqua sono da valutare.

Per il raffrescamento, la possibilità di sfruttare l'acqua di falda per il freecooling è senza dubbio la scelta migliore, con risparmi energetici evidenti rispetto ad altre tecnologie. In caso di necessità è possibile effettuare un raffreddamento attivo con le pompe di calore, con performance elevate, che manterranno comunque consumi elettrici bassi.

A livello di produzione elettrica, il fotovoltaico è imprescindibilmente da prevedere per raggiungere l'obiettivo del 100% di autarchia (non compreso riscaldamento, raffrescamento e mobilità) per il quartiere.

5.7.1 Proposta di utilizzo delle fonti a disposizione

Per sfruttare al meglio la falda, che, come visto, è la fonte energetica più interessante per il futuro quartiere, una soluzione semi-centralizzata è una valida opzione. Con semi-centralizzata si intende una rete di teleriscaldamento freddo, che unisce i diversi lotti tra loro con una condotta interrata nell'Almenda che attinge da diversi pozzi dalla falda. A questa condotta ogni lotto sarà collegato per poter sfruttare l'acqua per produrre calore mediante le pompe di calore acqua/acqua e raffreddare gli stabili con il freecooling. Si creerà così una rete principale al quale saranno collegate le pompe di calore per formare micro-reti calde all'interno dei singoli lotti. Il vantaggio di una rete "fredda" centrale a tutti i lotti è quello, in primo luogo, di poter effettuare un interscambio energetico tra lotti, andando così a riciclare il calore o il freddo rilasciato che può essere utile ad un altro utilizzatore, ed inoltre, permette di diminuire il coefficiente di simultaneità abbassando di conseguenza il flusso d'acqua da prelevare alla falda durante i picchi di consumo. I costi d'investimento iniziali sarebbero comunque contenuti se l'installazione venisse predisposta durante l'allestimento della Almenda.

La figura 9 riassume il concetto di rete fredda per il Quartiere Officine.

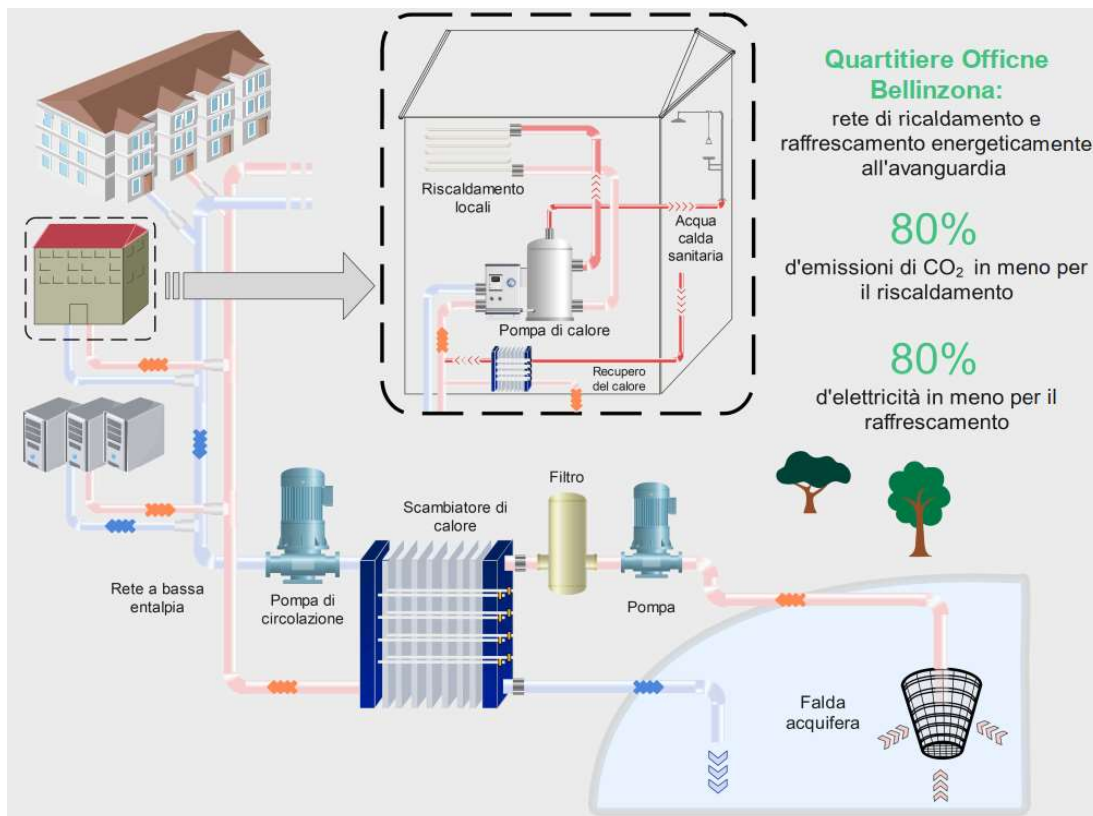


Figura 9: concetto di rete di teleriscaldamento per il quartiere Officine di Bellinzona

Questa tecnologia è in grado di fornire il fabbisogno termico per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria in autonomia, ma potrebbe essere abbinato alla rete di teleriscaldamento ad alta temperatura Teris o a pompe di calore aria-acqua per ottimizzare le performance ed eventualmente coprire i picchi di consumo e ridurre l'investimento iniziale in infrastruttura.

Il fotovoltaico ricoprirà la maggior parte delle superfici idonee, per soddisfare il raggiungimento della copertura del fabbisogno elettrico del quartiere. A questo verrà affiancata la tecnologia eolica laddove il rendimento sia sufficientemente elevato. Una produzione elettrica pari a 15 W/m² SRE, 50% maggiore a quello imposto dal RUn attuale, permette la copertura di oltre l'80% dei fabbisogni elettrici. L'evolversi negli anni delle tecnologie permetterà il raggiungimento dell'obiettivo dichiarato (100% autarchia elettrica). La tabella 8 riassume le stime effettuate in questo lavoro in merito alla produzione fotovoltaica su tetti piani con le ipotesi seguenti:

- Potenziale annuo: 1'200 kWh/kW
- 7.5 m²/kWp (azimut 180° Sud, interlinea 50 cm, inclinazione 10°)
- Unicamente superfici piane dei tetti
- Nessuna installazione su blocco A, Ep1 ed Ep2
- Copertura fabbisogno elettrico (escluso: riscaldamento, raffrescamento e mobilità)

W/m² SRE	kWp	MWh	% tetti coperti	% fabbisogno
10	1700	2050	47	57
12	2050	2450	57	69
15	2550	3080	71	85
18	3080	3700	85	102
20	3420	4100	95	114

Tabella 8: impatto limite di potenza fotovoltaica installata

Il limite a 15 W/m² SRE porterebbe la copertura del fabbisogno a livelli interessanti (85%) senza andare a generare una superficie fotovoltaica troppo ampia, difficilmente realizzabile. A completamento del quartiere la produzione elettrica sarà dell'ordine di 3 GWh annui, con circa il 70% delle superfici di copertura occupate da moduli fotovoltaici. Altre tecnologie possono concorrere al raggiungimento della potenza specifica indicata.

6 Strategia energetica e di sostenibilità per il comparto

Diversi label energetici sono oggi presenti sul mercato, con lievi scostamenti l'uno dall'altro ma con lo stesso obiettivo comune: ridurre al minimo i consumi energetici, utilizzare fonti rinnovabili per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria e avere una produzione propria di energia elettrica.

Considerando, oltre all'aspetto energetico ed ambientale, anche il grande potenziale sociale ed economico del futuro quartiere Officine di Bellinzona, il label SNBS è quello che riunisce al meglio tutte queste tematiche in maniera moderna ed in continua evoluzione. Energeticamente SNBS si appoggia ai valori limite di Minergie. Il conseguimento del label non è ritenuto un requisito indispensabile, purché l'iter progettuale dimostri che i principi dello stesso siano rispettati e che ogni singolo lotto autorizzato sia certificabile. Per questo motivo ogni domanda di costruzione dovrà essere accompagnata da una verifica SNBS svolta da un esperto competente.

Gli standard minimi richiesti dal RUE in vigore al momento del rilascio delle licenze devono essere rispettati. A questi si aggiungono i seguenti requisiti supplementare:

- a) nessuna fonte fossile per il riscaldamento;
- b) nel caso di realizzazione di reti termiche di quartiere vige l'obbligo di allacciamento alla rete, fatto salvo il caso in cui sia possibile dimostrare che ciò non sia tecnicamente o economicamente sostenibile per rapporto a impianti di riscaldamento tradizionali;
- c) predisposizione alla mobilità elettrica: pianificazione di posa e gestione smart delle colonnine di ricarica in collaborazione con il gestore di rete, sfruttando al massimo il potenziale fotovoltaico;
- d) nel progetto dei singoli lotti deve essere integrato un concetto di recupero del calore di scarto che includa per esempio il calore residuo da raffrescamento e il calore delle acque di scarico, che nel caso di allacciamento ad una rete termica può prevedere la cessione in rete del calore;
- e) i tetti devono essere di principio ricoperti da pannelli fotovoltaici e vegetalizzati per le parti rimanenti.

7 Conclusioni

I consumi energetici del nuovo quartiere officine di Bellinzona saranno limitati il più possibile grazie a standard costruttivi moderni, con requisiti supplementari più esigenti rispetto alla norma in vigore, ma resteranno elevati data la grandezza del progetto.

Lo standard SNBS, con visione a 360° sulla concezione del progetto, permette di fissare le linee guida da seguire, migliorando ulteriormente il livello ecosostenibile del progetto.

Le fonti energetiche rinnovabili per soddisfare i bisogni in maniera ecologica e compatibile con la visione SNBS sono presenti nel luogo prescelto, con l'acqua di falda come soluzione principale per il riscaldamento, l'acqua calda sanitaria ed il raffrescamento estivo.

La totalità dei fabbisogni termici dovrà essere coperta in principio da fonti rinnovabili. Il solare fotovoltaico installato su tetti e facciate idonee garantirà la produzione di corrente elettrica, mirando l'obiettivo di raggiungere il 100% di autarchia.

8 Impressum

Lugano, il 12.2022

Collaboratori coinvolti nel progetto

Marco Gaspari (MSE, Ing energetico)

Luca Scuffi (MSc, architetto)

CSD INGEENERI



Luca Solcà
Direttore



Simona Piubellini
Capo progetto

9 Disclaimer

CSD conferma con la presente di avere eseguito il suo mandato con la diligenza richiesta. I risultati e le conclusioni sono stati ottenuti secondo le regole riconosciute del settore e sono basati sullo stato delle conoscenze nel rapporto.

CSD presuppone che:

- ◆ il committente, o i terzi da lui designati, le hanno fornito informazioni e documenti esatti e completi per l'esecuzione del mandato,
- ◆ i risultati del suo lavoro non saranno utilizzati in modo parziale,
- ◆ i risultati del suo lavoro non saranno utilizzati per uno scopo diverso da quello convenuto o per un altro oggetto, né saranno trasposti a circostanze modificate, senza essere stati riesaminati.

In caso contrario, CSD declina esplicitamente ogni responsabilità verso il committente per i danni che ne potrebbero derivare.

Se un terzo utilizza i risultati del lavoro o se si basa su questi per prendere decisioni, è esclusa ogni responsabilità per i danni diretti e indiretti che ne potrebbero derivare.