

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



SCUOLA POLITECNICA DELLE SCIENZE DI BASE

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE

*Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il
Territorio, Classe LM-35*

TESI DI LAUREA IN GESTIONE DELLE RISORSE ENERGETICHE

*Simulazione dinamica di un impianto di trigenerazione a
servizio di un'utenza ospedaliera*

RELATORE:

CH.MO PROF. ING. FRANCESCO CALISE

CH.MO PROF. ING. MASSIMO DENTICE D'ACCADIA

CANDIDATI:

LAURA CINQUEGRANA M67/339

FABIO CAROTENUTO M67/327

CORRELATORI:

ING. GIANPIERO CASCONI

ING. ANNA MARIA ROSANOVA

ING. MARIA VICIDOMINI

ANNO ACCADEMICO 2016/2017

INTRODUZIONE

“I migliori scienziati del mondo ci stanno dicendo che le nostre attività stanno cambiando il clima e che se non agiamo con forza continueremo a vedere i mari che si alzano, maggiori ondate di calore, sempre più pericolose siccità ed inondazioni, e altre catastrofi di massa che potrebbero scatenare migrazioni, conflitto e fame in tutto il globo.”

(Barak Obama, gennaio 2015)

Negli ultimi anni il consumo energetico internazionale è notevolmente aumentato, principalmente a causa della crescita economica dei paesi in via di sviluppo. Un aspetto significativo riguarda l'impatto ambientale e la disponibilità di combustibili fossili o non rinnovabili (come petrolio, gas, nucleare, carbonio), che soddisfano oggi la maggior parte della domanda mondiale di energia. Pertanto, sono sempre più adottati interventi notevoli volti a dirigersi verso uno sviluppo sostenibile, come migliorare le prestazioni energetiche dei sistemi, utilizzando fonti energetiche rinnovabili, o riducendo il consumo e l'impatto ambientale delle tecnologie energetiche. In questo quadro, i sistemi di trigenerazione sono una delle tecnologie più attraenti e innovative per la generazione di vari vettori energetici (elettricità, calore, raffreddamento) da un'unica fonte di energia

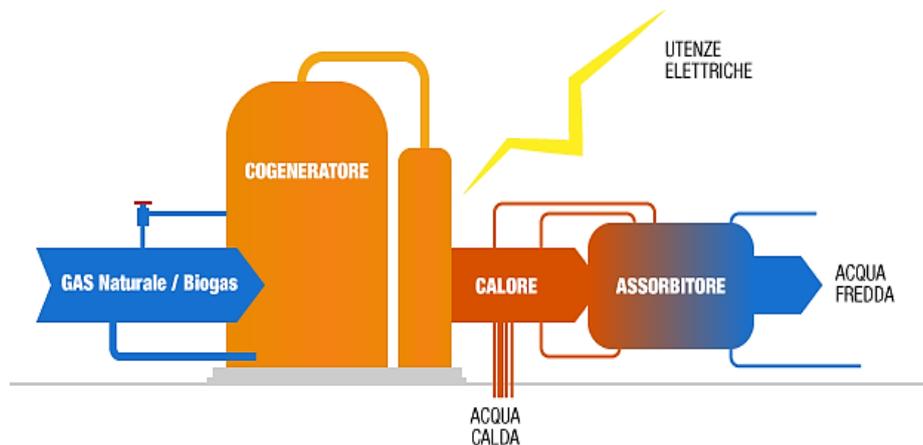


Figura 1 - Schema di funzionamento di trigenerazione

Tuttavia, oltre a garantire una corretta progettazione, gestione e manutenzione, ci sono dei requisiti, o comunque delle condizioni che devono presentarsi, affinché tutti i vantaggi siano effettivamente raggiunti. Infatti la cogenerazione è realmente vantaggiosa nel momento in cui l'utenza (collocata vicino all'impianto cogenerativo/trigenerativo) necessita contemporaneamente di energia termica ed elettrica, presentando un elevato numero di ore all'anno di richiesta termica ed elettrica (almeno 4000 ore). Per tali ragioni, la trigenerazione è la soluzione ideale per utenze quali alberghi, centri sportivi, centri commerciali e, come analizzato nella presente tesi, ospedali.

CASO STUDIO

L'impianto trigenerativo è installato a servizio dell'Ospedale San Giuseppe di Milano, sito in via San Vittore 12 (20123, Milano) La struttura viene costruita nel 1950/1951 ed ha subito nel corso degli anni diversi interventi volti a migliorarne l'efficienza e la grandezza, l'ultimo nel 2013. Dal 2009 l'ospedale è gestito dall'azienda ospedaliera *MultiMedica Spa*. La struttura è sede anche dell'Università degli Studi di Milano, è di conseguenza uno dei più importanti poli sanitari e didattici della Lombardia.

L'edificio si compone di due piani interrati, un piano cantinato e cinque piani fuori terra, per una superficie lorda totale di 26466 m². Dal punto di vista funzionale, può essere diviso in tre macro aree:

- Servizi Ausiliari (centrale termica, idrica, frigorifera, elettrica e UTA);
- Servizi Generali (uffici, cucina, aree comuni, ascensori e montacarichi, parcheggi, farmacia interna e magazzini);
- Servizi Principali (day hospital, degenze, pronto soccorso, ambulatori, blocco operatorio).

L'impianto trigenerativo è installato da *Samsò Spa*, un'azienda di Milano che si occupa di risparmio ed efficientamento energetico degli edifici, oltre che alla progettazione, all'installazione e alla manutenzione di impianti di cogenerazione e di impianti di produzione energetica da fonti rinnovabili. In tale azienda si è svolta un'attività di tirocinio formativo al fine di reperire informazioni sul comportamento dell'impianto, risultati dal punto di vista energetico e garanzie sulla fattibilità tecnico-economica dello stesso.

LAVORO DI TESI

Il presente lavoro ha come obiettivo l'analisi dinamica e la valutazione tecnico-economica di un impianto di trigenerazione, in corso di installazione presso l'Ospedale San Giuseppe di Milano.

Le simulazioni svolte hanno permesso di approfondire la tematica riguardante il funzionamento di tale impianto arricchendo in questo modo la letteratura in merito che, solo negli ultimi anni, sta prendendo corpo costituendo di fatto la base per i successivi studi, non solo universitari e di ricerca ma anche pratici e progettuali. Lo studio parte dal progetto redatto da *Samsò Spa* e concordato con la committenza, per poi differenziarsi in alcuni aspetti per esigenze di simulazione.

L'attività di tesi è stata sviluppata secondo due macro step:

- modellazione tridimensionale della struttura utilizzando Google SketchUp e definizione dei carichi interni su TRNBUILD;
- simulazioni dinamiche del funzionamento dell'impianto ipotizzando diversi layout e relativi consumi energetici applicati nell'ambiente TRNSYS.

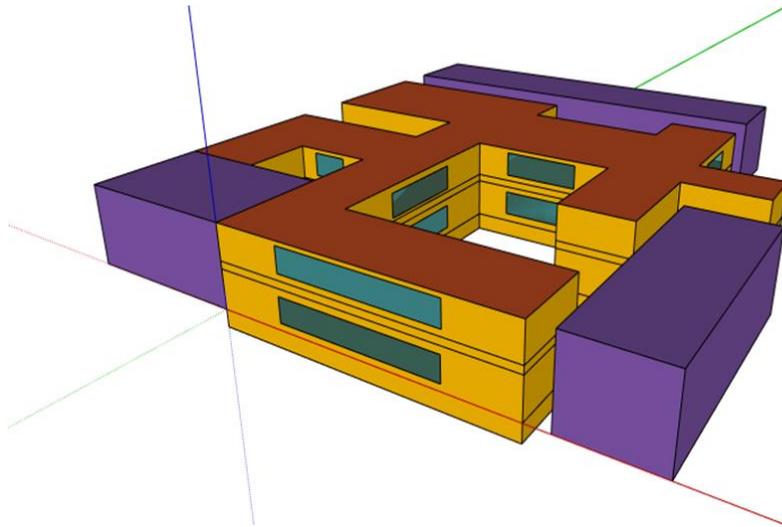


Figura 2 - Modello 3D della struttura ospedaliera realizzato con Google SketchUp

Una volta conclusa la modellazione 3D dell'edificio oggetto di studio (Figura 2), lo si importa all'interno del software TRNSYS che utilizza il pacchetto TRNBUILD per elaborare le informazioni della struttura. Questa componente del software permette una serie di azioni volte a caratterizzare univocamente la struttura oggetto di studio dal punto di vista sia strutturale che energetico.

Mediante TRNBUILD, le più importanti proprietà delle diverse zone termiche dell'edificio sono state definite, quali:

- le potenze dei terminali di riscaldamento e raffrescamento;
- i setpoint di temperatura o umidità;
- composizione e stratificazione delle pareti e delle superfici finestrate, con relative proprietà di trasmittanza termica e isolamento
- i ricambi d'aria attraverso le finestre (infiltration) e per ventilazione meccanica (ventilation);
- definizione dei carichi interni alla struttura in termini di illuminazione, apparecchiature elettriche (pc, attrezzature ospedaliere, macchinari ad elevato assorbimento energetico come TAC, lampada scialitica, altro) la presenza di un numero specifico di persone e la relativa attività svolta.

Definiti i carichi interni alla struttura, è stato quindi concluso il primo step ottenendo da TRNSYS i valori di consumo (termico e frigorifero) della struttura, considerando la configurazione di riferimento.

In una seconda fase quindi è stato realizzato e implementato un dettagliato modello di simulazione dinamica dell'edificio servito dall'impianto di trigenerazione al fine di determinarne il comportamento durante un anno tipico di funzionamento. Questo strumento, che include la simulazione di ciascun sub-componente del sistema di trigenerazione, consente di prevedere, per ogni

fornire un ulteriore incremento di temperatura, movimentata mediante la pompa di circolazione a portata costante P23.

In particolare, i fumi esausti entrano nello scambiatore SCF a 473°C ed escono a 106°C, con una potenzialità di 314 kWt, garantendo un innalzamento di temperatura del fluido di raffreddamento di 6°C, passando da 82°C a 88°C. Quest'ultimo, poi, trasferisce calore allo scambiatore SCM, riducendo la sua temperatura da 88°C a 75°C e con una potenzialità di 660 kW; tale calore viene trasferito all'acqua di riscaldamento che passa da 65°C a 85°C.

Altri due scambiatori intervengono nel gruppo cogeneratore, ovvero quello per il raffreddamento dell'olio lubrificante (un ulteriore aliquota di calore recuperato) e quello per l'intercooler (aliquota dissipata con aria).

Il calore recuperato nello scambiatore SCM viene immagazzinato nel collettore COLL01 e, in parte viene convogliato verso il collettore COLL02, in parte viene utilizzato per alimentare un assorbitore da 445 kWf. Il gruppo frigorifero ad assorbimento utilizzato è a singolo effetto e funzionante con coppia di fluidi *acqua-bromuro di litio*, caratterizzato da un COP nominale di 0,67, capace di produrre acqua refrigerata da 12°C a 7°C. La potenza termica nominale necessaria è di 660 kWt, attraverso acqua calda che cede calore passando da 90°C a 70°C. Il calore di condensazione e di assorbimento è smaltito attraverso l'acqua di raffreddamento fornita dalla torre evaporativa, la quale passa da 29°C a 34°C.

Le due caldaie ausiliarie da 1950 kWt ciascuna, forniscono l'integrazione di acqua calda necessaria all'utenza, alimentando in parallelo al collettore COLL01, il collettore COLL02. Da questo, due tubazioni alimentano gli scambiatori di calore per la produzione di acqua calda sanitaria SC01-SC02, collegati a due accumulatori di acqua calda da 5000 L ciascuno. Il sistema è in grado di innalzare la temperatura dell'acqua di rete, supposta a 15°C, fino a 60°C, e di produrre 35 m³/giorno di acqua calda sanitaria. Infine, dal collettore COLL02 è prelevata l'acqua calda per il sistema di riscaldamento, in grado di fornire calore tramite uno scambiatore denominato Scambiatore di Calore Invernale (SCI). Il collettore COLL03, invece, riceve l'acqua di ritorno dal sistema di riscaldamento e dagli scambiatori di calore SC01-SC02. Sullo stesso collettore di ritorno sono anche collegate le caldaie ausiliarie. Infine, il collettore COLL04 riceve l'acqua calda dal collettore COLL03 e dal circuito di alimentazione dell'assorbitore, rifornendo poi l'acqua di riscaldamento allo scambiatore SCM.

Per quanto concerne il cogeneratore e l'assorbitore, sono stati progettati e simulati in accordo ai dati forniti. In particolare, i dati di funzionamento a carico totale e parziale, al variare delle condizioni dei fluidi, sono stati forniti direttamente dal costruttore e successivamente implementati nel modello.

È stata implementata innanzitutto una logica di funzionamento per discriminare il funzionamento del cogeneratore in priorità invernale (riscaldamento ambientale e produzione acqua calda sanitaria) o estiva (assorbitore), basata sul controllo della temperatura ambientale esterna. Il cogeneratore entra in modalità estiva nel momento in cui la temperatura esterna supera i 16,25°C e rientra in modalità invernale quando quest'ultima è inferiore a 14,75°C.

ANALISI ENERGETICA ED ECONOMICA

Si presentano i risultati annuali delle simulazioni svolte che consentono di effettuare valutazioni preliminari sui risultati ottenuti.

Dal punto di vista energetico, le simulazioni consentono infatti di ottenere come risultato i vari parametri di interesse dello studio su diverse basi temporali (da quella oraria a quella annuale).

Parametro	Simbolo	Valore	Unità
Energia primaria cogeneratore	$E_{p,cog}$	9147	MWh/anno
Energia elettrica cogeneratore	$E_{el,cog}$	3571	
Energia elettrica assorbita	$E_{el,pass}$	35	
Energia acqua refrigerata assorbitore	$E_{f,ASS}$	1163	
Energia acqua raffreddamento assorbitore	$E_{raff,ASS}$	2854	
Energia termica assorbitore	$E_{t,ASS}$	1680	
Energia frigorifera chiller	$E_{f,chiller}$	1650	
Energia termica caldaia	$E_{t,caldaia}$	4574	
Energia termica ACS	$E_{t,ACS}$	599	
Energia termica SCF	$E_{t,SCF}$	1775	
Energia termica SCM	$E_{t,SCM}$	4540	
Energia termica SCI	$E_{t,SCI}$	6100	
Rendimento elettrico cogeneratore	$\eta_{el,cog}$	39	
Rendimento termico lordo cogeneratore	$\eta_{t,cog-lordo}$	49.6	
Rendimento termico netto cogeneratore	$\eta_{t,cog-effettivo}$	41.6	
Rendimento globale	η_{tot}	88.7	

Tabella 1 - Valori annuali di energia elettrica, termica e frigorifera

Osservando i risultati, si nota che l'energia elettrica richiesta dal sistema trigenerativo proposto, $E_{el,pass}$, per alimentare pompe di circolazione, torre evaporativa e assorbitore è di appena 35 MWh/anno, solo l'1% della produzione elettrica del cogeneratore, $E_{el,Cog}$, pari a 3571 MWh/anno. L'energia termica prodotta in totale, invece, corrisponde al calore scambiato nello scambiatore di calore SCM, $E_{t,SCM}$, pari a 4540 MWh/anno. Il contributo dello scambiatore di calore fumi, $E_{t,SCF}$, invece, è pari a 1775 MWh/anno, ovvero il 39,1% dell'energia termica totale fornita dal cogeneratore. Tale energia, insieme al contributo della caldaia, $E_{t,caldaia}$, pari a 4574 MWh/anno, viene utilizzata per il riscaldamento invernale, $E_{t,SCI}$, uguale a 6100 MWh/anno, per la produzione di acqua calda sanitaria, $E_{t,ACS}$, uguale a 599 MWh/anno e per alimentare l'assorbitore in estate, $E_{t,ASS}$, uguale a 1680 MWh/anno, al netto delle perdite poco significative presenti nel sistema (dovute a tubazioni e serbatoi

di accumulo). L'energia primaria richiesta del cogeneratore, $E_{p,Cog}$, è uguale a 9147 MWh/anno; si evince che il rendimento elettrico, $\eta_{el,cog}$, raggiunge il 39%, mentre quello termico lordo, $\eta_{t,cog-lordo}$, il 49,6%. Trascurando le perdite termiche del sistema, il rendimento termico netto, $\eta_{t,cog-effettivo}$, è del 41,6%; il rendimento globale, η_{tot} , quindi, è pari all'88,7%.

L'assorbitore produce 1163 MWh/anno di energia frigorifera, $E_{f,ASS}$, soddisfacendo la richiesta di raffrescamento estivo insieme al contributo del chiller ausiliario, $E_{f,chiller}$, pari a 1650 MWh/anno. L'energia dell'acqua di raffrescamento richiesta dall'assorbitore, $E_{raff,ASS}$, ammonta a 2854 MWh/anno.

Si propone, in Figura 4, un grafico comparativo rappresentante la produzione energetica del sistema trigenerativo e le percentuali di copertura delle richieste energetiche dell'utenza:

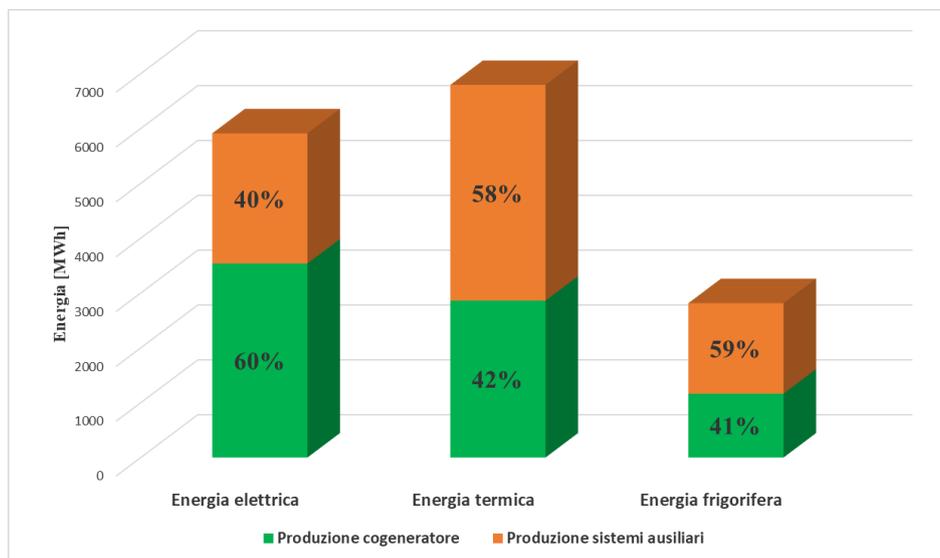


Figura 4 - Produzione energetica cogeneratore, assorbitore e sistemi ausiliari

Si riporta anche la richiesta annuale di energia termica e frigorifera ma, questa volta, su base settimanale (Figura 5). Dalla figura si evince come la non contemporaneità delle due richieste, termica e frigorifera, sia un elemento che talvolta giochi a sfavore dell'impiego della tecnologia cogenerativa ma, grazie all'impiego di sistemi idonei alla trasformazione dell'energia termica in frigorifera, quali l'assorbitore a singolo effetto utilizzato nel layout dell'Ospedale, si possa venire incontro a questo fenomeno consentendo al cogeneratore di lavoro tutto l'anno con efficienze globali molto alte (circa 90%) attuando un risparmio di energia primaria considerevole.

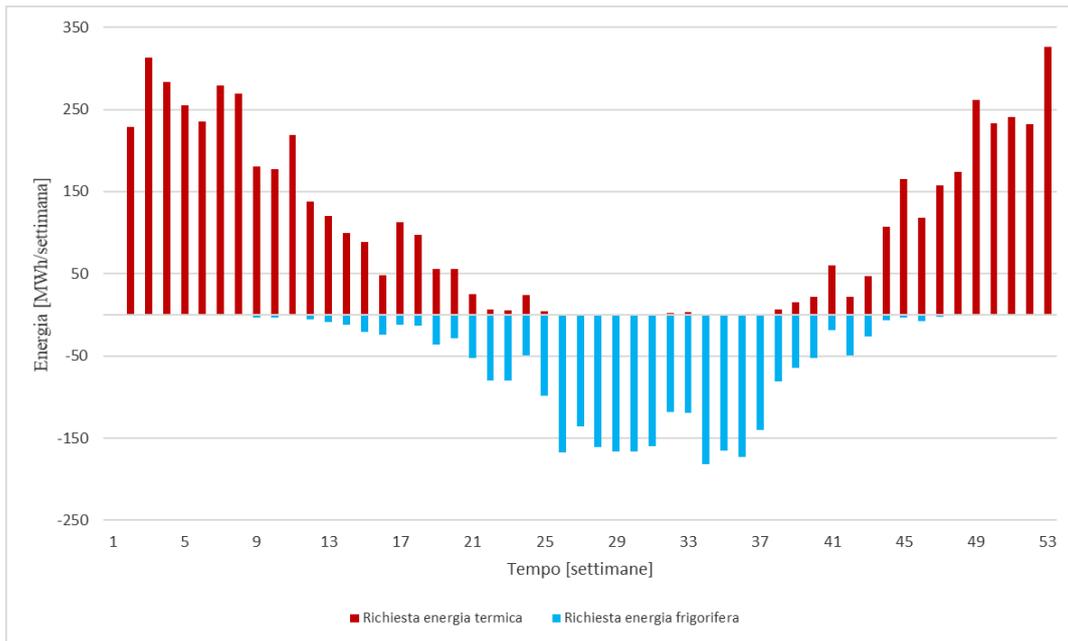


Figura 5 - Richiesta termica e frigorifera settimanale

Il raggiungimento ed il mantenimento delle temperature di comfort desiderate nelle varie zone termiche, è mostrato dalla Figura 6 alla Figura 8:

- Zona Degenze

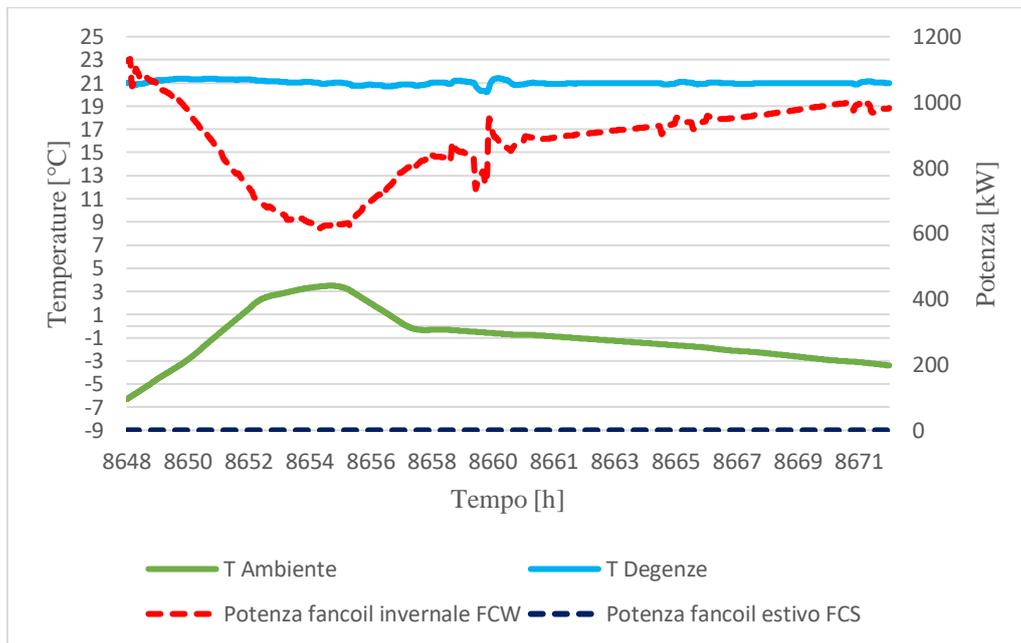


Figura 6 - Andamento temperature e potenze Zona Degenze (giorno più freddo)

- Zona Sale Operatorie

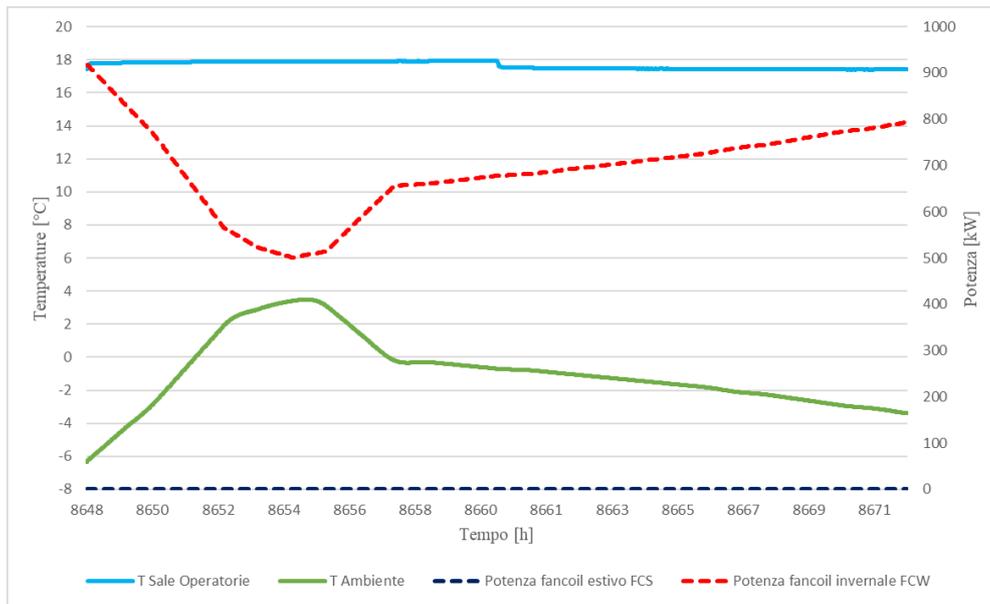


Figura 7 - Andamento temperature e potenze Zona Sale Operatorie (giorno più freddo)

- Zona Uffici



Figura 8 - Andamento temperature e potenze Zona Uffici (giorno più freddo)

Si osserva che, per il giorno in questione, nonostante la temperatura dell'aria esterna molto bassa, i valori di temperatura di set point (21°C per la Zona Degenze e 18°C per la Zona Sale Operatorie e 22°C per la Zona Uffici) sono perfettamente rispettati. In tutti i casi la potenza termica tende a decrescere nelle ore centrali della giornata; ciò è dovuto principalmente alla temperatura ambiente più alta e alla maggiore presenza di persone e carichi termici interni. Inoltre nella Zona Uffici si nota bene come la temperatura di set point venga raggiunta solo nelle ore di lavoro (dalle 8:00 alle 20:00), mentre per la restante parte della giornata la temperatura sia minore proprio grazie allo spegnimento dei fancoil.

Per completare l'analisi occorre, però, anche valutare la redditività economica del sistema proposto. Per questo motivo vengono esposti i bilanci economici sul confronto tra sistema tradizionale (energie fornite attraverso sistemi di generazione separati) e sistema proposto (impianto di trigenerazione, assorbitore e ausiliari). Per questo sono stati calcolati: i) il risparmio di energia primaria; ii) il Simple Pay Back Period (SPB); iii) il Valore Attuale Netto (VAN); iv) l'indice di profitto (IP); v) il costo unitario dell'energia elettrica prodotta.

Parametro	Simbolo	Valore	Unità
Rendimento globale	η_{globale}	88.7	-
Ore equivalenti	H_{eq}	6738	Ore
Ore di funzionamento effettive	H_{eff}	7047	Ore
Risparmio di energia primaria nell'anno solare	RISP	3176	MWh/anno
Risparmio di energia primaria fornito dalla produzione mediante	PES	0.21	-
Consumo di gas cogeneratore	$\text{Sm}^3 \text{ gas, cogeneratore}$	953825	Sm^3/anno
Consumo di gas caldaia	$\text{Sm}^3 \text{ gas, caldaia}$	476962	
Consumo di gas totale	$\text{Sm}^3 \text{ gas, totali}$	1430786	
Consumo di gas defiscalizzato	$\text{Sm}^3 \text{ gas, def}$	785635	
Numero di Certificati bianchi	$N^{\circ}\text{CB}$	383	-
Recupero Certificati bianchi	CB	€ 35,821	euro/anno
Costo evitato raffrescamento	$C_{e,\text{ref}}$	€ 53,142	
Costo evitato riscaldamento & ACS	$C_{e,\text{risc}} + C_{e,\text{ACS}}$	€ 197,264	
Costo evitato energia elettrica	$C_{e,\text{el}}$	€ 484,457	
Costo evitato totale	$C_{e,\text{tot}} = C_{e,\text{ref}} + C_{e,\text{risc}} + C_{e,\text{ACS}} + C_{e,\text{el}}$	€ 734,863	
Imposte energia elettrica	C_{imposte}	€ 56,783	
Ricavi	$\text{CB} + C_{e,\text{tot}} - C_{\text{imposte}}$	€ 713,901	
Costo combustibile	C_{comb}	€ 217,378	
Oneri di sistema	$C_{\text{oneri, sistema}}$	€ -	
Manutenzione	M	€ 74,117	
Costi di gestione	$C_{\text{TOT}} = M + C_{\text{oneri, sistema}} + C_{\text{comb}}$	€ 291,494	
Differenza Ricavi/Costi di gestione	ΔC	€ 422,406	
Investimento totale	$I_{\text{TOT}} = I_{\text{TE}} + I_{\text{ACH}} + I_{\text{COG}}$	€ 1,012,000	euro
Tempo di ritorno dell'investimento	SPB	2.4	anni
Valore Attuale Netto	VAN	€ 2,249,708	euro
Indice di profitto	IP	2.2	-

Tabella 2 - Analisi economica

Il costo unitario dell'energia elettrica prodotta è risultato pari a circa 0,07 €/kWh, ovvero un valore molto concorrenziale rispetto alle attuali tariffe del mercato elettrico.

CONCLUSIONI

Il presente lavoro di tesi ha avuto come obiettivo la simulazione dinamica e l'analisi economica di un impianto di trigenerazione, in installazione presso l'ospedale San Giuseppe di Milano.

La realizzazione del modello geometrico tridimensionale dell'edificio è stata effettuata mediante il software SketchUp, mentre l'analisi dinamica dell'intero sistema edificio-impianto, è stata condotta mediante il software TRNSYS (Transient System Simulation Program).

Il progetto esecutivo (e la conseguente installazione del sistema) è stato realizzato dall'azienda *Samsò Spa*, presso la quale è stato svolto il tirocinio formativo. Esso prevede non solo l'installazione dell'unità cogenerativa e degli annessi ausiliari, ma anche la sostituzione ed il rifacimento dell'intera centrale termica e frigorifera.

Nel caso del lavoro di tesi, è stata, in primis, approfondita la diagnosi energetica fornita preliminarmente dalla società *MultiMedica Spa*, dopodiché sono stati analizzati dati forniti da *Samsò* durante il periodo di tirocinio.

In questo modo è stato possibile individuare lo scenario base da cui partire per poter effettuare valutazioni aventi lo scopo di individuare le migliori combinazioni, sia dei parametri che delle logiche di funzionamento, che massimizzassero i vantaggi economici ed energetici connessi all'utilizzo di questa tecnologia.

I consumi energetici dell'edificio in esame sono pari a 6393 MWh elettrici e 938000 Sm³ di gas naturale (dati anno 2015-2016). L'impianto proposto consta di un motore alternativo a combustione interna da 530 kWe e 660 kWt e da un assorbitore da 450 kWf, collegato ad una torre evaporativa da 1193 kW, due caldaie da 1950 kW l'una.

In questo modo, l'impianto trigenerativo progettato è in grado di soddisfare gran parte della richiesta energetica; la restante parte di energia elettrica richiesta è acquistata dalla rete, mentre le caldaie ed un chiller elettrico intervengono per coprire la richiesta di energia termica e frigorifera.

È stata adottato il pilotaggio termico come modalità di funzionamento e, in seguito alla modellazione e alla simulazione dell'impianto, sono state effettuate un'analisi energetica ed un'analisi economica al fine di verificare gli eventuali benefici apportati dal sistema proposto.

In questa modalità, l'unità trigenerativa è in grado di produrre 3571 MWh/anno di energia elettrica, 4540 MWh/anno di energia termica e 1164 MWh/anno di energia frigorifera, coprendo il 60% della richiesta elettrica, il 42% di quella termica ed il 41% di quella frigorifera.

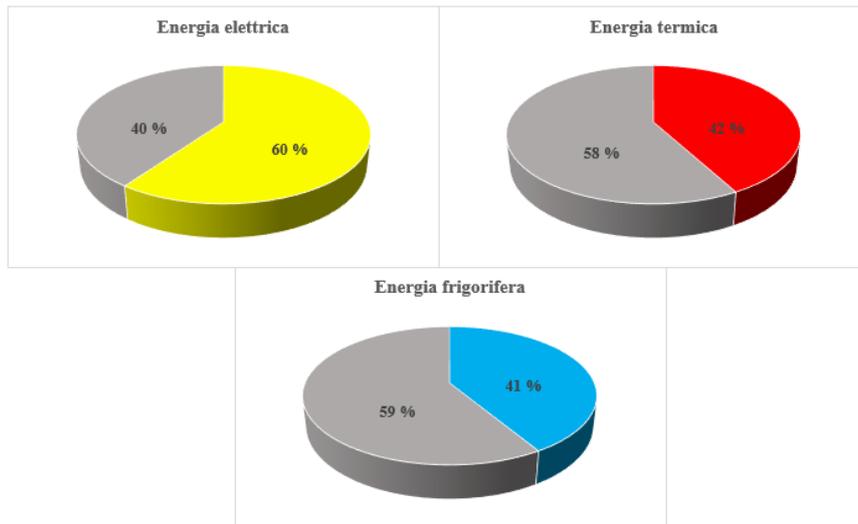


Figura 9 - Produzione energetica cogeneratore, assorbitore e sistemi ausiliari

A fronte di un investimento di 1012000€ e 291500 €/anno di costi di gestione, il SPB stimato è di 2,4 anni e il VAN di 2250000€, grazie ai 714000 €/anno di ricavi ottenuti. Questa scelta impiantistica ha permesso di ottenere una differenza di consumo di energia primaria rispetto al sistema tradizionale di 3105 MWh/anno.

Nel caso in esame è stato possibile ottenere un rendimento globale pari all'88,7% e un PES (*Primary Energy Saving*) del 21%, grazie ai quali il sistema trigenerativo rientra abbondantemente nella categoria di Cogenerazione ad Alto Rendimento (CAR), permettendo di usufruire di incentivi fiscali. Ciò ha permesso alla soluzione impiantistica proposta di risultare economicamente vantaggiosa, senza tralasciare l'aspetto ambientale, uno dei principali fattori che si vuole considerare nelle strategie di efficientamento energetico.

Parametro	Simbolo	Valore	Unità
Energia elettrica cogeneratore	$E_{el,cog}$	3571	MWh/anno
Energia termica SCM	$E_{t,SCM}$	4540	MWh/anno
Energia acqua refrigerata assorbitore	$E_{f,ASS}$	1163	MWh/anno
Energia termica caldaia	$E_{t,caldaia}$	4574	MWh/anno
Rendimento globale	η_{tot}	88.7	%
Risparmio di energia primaria nell'anno solare	RISP	3176	MWh/anno
Risparmio di energia primaria fornito dalla produzione mediante cogenerazione	PES	0.21	-
Numero di Certificati bianchi	N°CB	383	
Recupero Certificati bianchi	CB	€ 35,821	€/anno
Costo evitato totale	$C_{e,tot}=C_{e,ref}+C_{e,risc}+C_{e,ACS}+C_{e,el}$	€ 734,863	€/anno
Ricavi	$CB+C_{e,tot}-C_{imposte}$	€ 713,901	€/anno
Costi di gestione	$C_{TOT}=M+C_{oneri,sistema}+C_{comb}$	€ 291,494	€/anno
Differenza Ricavi/Costi di gestione	ΔC	€ 422,406	€/anno
Tempo di ritorno dell'investimento	SPB	2.4	anni
Valore Attuale Netto	VAN	€ 2,249,708	€
Indice di profitto	IP	2.2	-

Tabella 3 - Tabella riepilogativa dei principali valori calcolati

La cogenerazione è quindi un sistema ad oggi molto competitivo nel campo energetico e soprattutto nel settore dell'efficiamento. Il panorama industriale e aziendale di tutto il mondo sta vedendo la crescita di questo settore in quanto sempre più restrittive sono le norme in materia ambientale e la transizione verso le energie rinnovabili passa anche da questa scelta tecnica che ha come obiettivo finale il minor consumo di combustibile fossile rispetto alle soluzioni tradizionali.

Sistemi siffatti possono quindi costituire, insieme alle soluzioni totalmente rinnovabili, le basi di una nuova coscienza in materia energetica capace di consegnare alle generazioni che verranno un futuro più sostenibile e soprattutto vivibile.

“Credo che avere la terra e non rovinarla sia la più bella forma d'arte che si possa desiderare.”

(Andy Warhol)