

# POLITECNICO DI TORINO

Collegio di Ingegneria Energetica

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica e Nucleare



Tesi di Laurea Magistrale

***Diagnosi energetica di un Presidio  
Ospedaliero:  
Proposta di intervento sulle Unità di Trattamento  
dell'Aria del P.O. Martini di Torino***

*Relatore:*

Prof. Marco Carlo Masoero

*Correlatore:*

Ing. Giorgio Bo

Ing. Jacopo Toniolo

*Candidato:*

Mario Mannatrizio

Luglio 2018

*Believe in your chance  
and never give up.*

# Indice

---

Introduzione .....	1
Capitolo 1 - Campo Normativo.....	4
1.1. La diagnosi energetica.....	4
1.1.1. Definizione .....	4
1.1.2. Requisiti e livelli di diagnosi .....	5
1.1.3. Fasi della diagnosi energetica secondo le UNI 16247-1 e -2 .....	8
1.1.3.1. Contatto preliminare .....	8
1.1.3.2. Incontro di avvio (o incontro preliminare) .....	9
1.1.3.3. Raccolta dati .....	10
1.1.3.4. Attività in campo .....	11
1.1.3.5. Analisi e inventario energetico.....	12
1.1.3.6. Rapporto e Incontro Finale.....	13
1.1.4. Procedura.....	14
1.1.5. Indici di prestazione energetica degli ospedali.....	16
1.2. L'ambiente ospedaliero.....	18
1.2.1. Consumi in campo ospedaliero e zone funzionali .....	18
1.2.2. Normative in ambito ospedaliero .....	20
1.2.2.1. Normative sulle condizioni termoigrometriche .....	20
1.2.2.2. Normative riguardanti i livelli di illuminazione .....	26
Capitolo 2 – L'Ospedale Martini.....	29
2.1. Descrizione dell'edificio .....	29
2.1.1. Organizzazione padiglioni .....	30
2.2. Fruizione struttura.....	37
2.3. Caratteristiche Strutturali e Impiantistiche.....	40
2.3.1. Centrale termica .....	41
2.3.2. Impianti adduzione combustibile .....	44
2.3.3. Impianti adduzione acqua potabile .....	45
2.3.4. Impianti di refrigerazione .....	45
2.3.5. Impianti di ventilazione.....	47
2.3.6. Regolazione impianti di riscaldamento e raffrescamento.....	49
2.3.7. Impianti elettrici.....	50
2.3.7.1. Cabine elettriche .....	51
2.3.8. Impianti di illuminazione.....	53

2.3.9. Impianti elevatori.....	54
2.3.10. Gestione impianti elettrici.....	54
Capitolo 3 – L’Inventario Energetico .....	55
3.1. Consumi termici .....	55
3.1.1. Raccolta bollette .....	55
3.1.2. Fabbisogno termico totale .....	62
3.1.3. Ripartizione dei consumi termici .....	66
3.1.3.1. Sterilizzazione e altri usi .....	67
3.1.3.2. Riscaldamento e Produzione Acqua Calda Sanitaria .....	70
3.1.3.3. Riepilogo consumi termici .....	71
3.2. Consumi elettrici .....	72
3.2.1. Raccolta bollette .....	72
3.2.2. Consumi elettrici orari .....	77
3.2.3. Ripartizione consumi elettrici .....	81
3.2.3.1. Fabbisogno elettrico per condizionamento .....	82
3.2.3.2. Fabbisogno elettrico UTA .....	86
3.2.3.3. Fabbisogno elettrico per illuminazione .....	88
3.2.3.3.1. Fabbisogno elettrico terminali.....	89
3.2.3.4. Apparecchi elettromedicali .....	90
3.2.3.5. Riepilogo consumi elettrici .....	93
Capitolo 4 – Proposta di intervento sulle UTA.....	95
4.1 Descrizione funzionamento dell’unità di trattamento aria .....	95
4.1.1 Unità di trattamento dell’aria (UTA) .....	95
4.2 Intervento sulle UTA con pompa di calore della G.S.I s.r.l. – Global System Integration .	102
4.2.1 Dimensionamento e preventivo unità AQUA RC .....	109
4.2.2 Simulazione UTA caso invernale .....	111
4.2.3 Simulazione UTA caso estivo.....	115
Conclusioni .....	119
Bibliografia .....	121
Ringraziamenti.....	123

# Introduzione

La società moderna è estremamente dipendente dall'energia in tutte le sue forme e in tutti i suoi processi produttivi e gestionali. In ambito tecnologico l'energia permette, tramite il suo sfruttamento a livello industriale, la trasformazione di materie prime in prodotti, beni e servizi. Ciò che è certo è che la richiesta di energia in ambito domestico, civile e industriale è in forte crescita e questo uso sempre maggiore comporta significative conseguenze in termini di inquinamento e surriscaldamento globale.

Sono queste le tre ragioni principali (domanda crescente, inquinamento e surriscaldamento del pianeta) per cui il tema dell'energia rappresenta ad oggi una sfida da affrontare per tutti noi, al fine di ridurre gli enormi sprechi che ci sono. In un contesto come quello attuale l'efficienza ed il risparmio energetico sono diventati di fondamentale importanza, tramite lo sviluppo e l'applicazione di tecnologie che consentano di migliorare il rendimento energetico di impianti, macchinari e persino edifici.

In Italia sono stati attuati diversi decreti legislativi, in linea con le direttive europee, che promuovono una serie di misure strutturali da adottare a medio e breve termine, al fine di promuovere e migliorare le prestazioni energetiche di edifici sia pubblici sia privati. Lo scopo è rendere più efficiente l'economia energetica attraverso la diffusione di soluzioni tecnologiche innovative, così da accrescere la competitività dell'industria e contribuire al rilancio della crescita economica nazionale.

Da un rapporto redatto da ENEA<sup>1</sup>, emerge che la domanda di energia primaria in Italia nel 2015 è stata di 156,2 Mtep (tonnellate equivalenti di petrolio) ed il consumo finale di energia pari invece a 123 Mtep, con valori di intensità energetica primaria inferiori alla media dei Paesi dell'Unione Europea. Le fonti fossili costituiscono ancora la principale fonte energetica (circa 80%), ma il loro peso è un continuo calo, in parallelo al costante aumento delle fonti rinnovabili. Il consumo finale di energia nel 2014 era di 120,5 Mtep, di cui il 37% attribuibile al settore civile, seguito dal settore trasporti con il 33,3% e dal settore industriale con il 21,3%. Nel 2015

---

<sup>1</sup> Rapporto Annuale Efficienza Energetica 2017, Executive Summary, ENEA, 2017

invece circa un terzo dei consumi finali è dovuto ai trasporti, seguito dal settore residenziale con il 26,4% e dal ramo industriale con il 20,7%.

In media quindi un terzo dell'energia prodotta e consumata in Italia viene utilizzata in ambito edilizio. Negli ospedali si rilevano consumi circa tra volte maggiori rispetto al settore civile residenziale. Si tratta di strutture con un enorme richiesta energetica, da attribuire sia alle differenti necessità d'uso rispetto agli edifici residenziali, sia all'obbligo di garantire la continuità dei servizi 24 ore al giorno per 365 giorni all'anno: sono edifici che non si "spengono" mai. Un Presidio Ospedaliero è una macchina complessa da gestire sotto ogni aspetto: tecnologico, funzionale, economico, energetico, politico. Questa difficoltà di controllo, unita all'età dei nostri ospedali, dei macchinari e degli impianti al loro interno (sono edifici che hanno in media quarant'anni) e alla mancanza di una politica energetica volta al risparmio e all'efficienza, fa sì che gli sprechi energetici in queste strutture siano di enorme portata. In quest'ottica è però possibile intervenire in diversi modi e vi sono ampi margini di risparmio energetico conseguibili.

Per muoversi in questa direzione sarebbe necessario possedere e o costruire un database in grado di raccogliere tutti i dati circa i consumi dell'edilizia ospedaliera, in modo tale da avere un affidabile quadro dei flussi in entrata ed uscita dei consumi di una struttura per poi agire con un piano di risparmio energetico mirato anche al singolo componente. Occorre pertanto analizzare nello specifico singole strutture ospedaliere rappresentative, al fine di ottenere dei valori di riferimento nazionali ed elaborare metodi e modelli applicabili a tutte le altre.

L'attenzione di questo studio è stata rivolta principalmente all'impianto di unità di trattamento dell'aria, infatti negli impianti di climatizzazione per gli ospedali le potenze termiche e frigorifere necessarie al trattamento dell'aria sono di gran lunga la voce più importante del fabbisogno energetico complessivo dal momento che di norma raggiungono e in molti casi superano anche l'80% - 85% di tale fabbisogno.

Com'è noto il recupero termico sull'aria espulsa è certamente una delle più importanti sfide tecnologiche nell'ambito dell'ottimizzazione dei consumi energetici e di conseguenza nella definizione della classe energetica degli edifici. Uno dei più interessanti futuri sviluppi delle pompe di calore invertibili può, essere costituito dal loro crescente impiego nei sistemi di

recupero termico così detti “termodinamici” installati sulle unità di trattamento aria (UTA) e in particolare sulle unità di trattamento dell’aria primaria di ventilazione impiegate negli impianti misti aria/acqua.

Ne consegue che il recupero termico negli impianti di trattamento dell’aria non può se non assumere un ruolo sempre più determinante, per non dire fondamentale, ai fini della ottimizzazione dei consumi energetici e di conseguenza della definizione della classe di certificazione degli edifici. In quest’ottica il recupero termico di tipo termodinamico costituisce certamente oggi giorno una delle più innovative e promettenti possibilità di sviluppo tecnologico in un settore impiantistico che da troppo tempo non si innova ed evolve proponendo nuove e più efficienti soluzioni costruttive.

In tal senso l’oggetto di indagine di questo lavoro è il Presidio Ospedaliero Martini Nuovo, sito a Torino, la cui analisi energetica è volta sia all’individuazione delle possibilità di risparmio esistenti, sia alla creazione di un modello di riferimento che la “ASL Città di Torino”, di cui il presidio fa parte, possa applicare a tutte le sue strutture, in un’ottica di efficientamento energetico aziendale di notevole portata.

# Capitolo 1 - Campo Normativo

## 1.1. La diagnosi energetica

Negli ultimi anni il tema dell'efficienza energetica ha acquisito sempre più importanza, soprattutto in vista degli obiettivi europei in materia di riduzione dei consumi energetici e di emissione di gas serra posti per il 2020 e il 2030.

Risulta quindi importante individuare i sistemi energetici meno efficienti e intervenire su di essi. La diagnosi energetica è lo strumento più qualificato per analizzare il quadro della gestione energetica di un'attività: essa mette in evidenza il livello di efficienza della gestione partendo dall'analisi dei flussi energetici significativi per individuare le fasi del processo e le macchine più energivore, i possibili recuperi e le opportunità di applicare tecnologie energy-saving più attuali, identificando le soluzioni più convenienti sia sotto il profilo energetico che economico.

Le modalità operative, gli scopi ed i passaggi fondamentali di una diagnosi energetica sono definiti da due norme: la UNI CEI/TR 11428 e la UNI CEI EN 16247. La prima è un rapporto tecnico che disciplina i requisiti e gli aspetti generali, mentre nella seconda si dettano le linee guida per le diagnosi energetiche in diversi ambiti. Questa norma si divide in cinque Parti: la prima è stata rilasciata nel 2012 e definisce i requisiti generali comuni a tutte le diagnosi energetiche; le Parti 2, 3 e 4 risalgono al 2014 e riguardano rispettivamente le diagnosi energetiche specifiche per gli edifici, per i processi produttivi e per il settore dei trasporti. La Parte 5 è del 2015 e specifica in particolare le competenze che l'auditor energetico o un team di auditor energetici deve possedere per effettuare in maniera efficace diagnosi energetiche conformi ai requisiti della Parte 1 eventualmente integrata dalle Parti specifiche per i tre settori "Edifici", "Processi" e "Trasporti".

Secondo tali norme, la diagnosi energetica consiste in una procedura sistematica ed articolata in passaggi ben definiti.

### 1.1.1. Definizione

Il D.Lgs. 115/08 definisce la diagnosi energetica come una *"procedura sistematica volta a fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di una attività o impianto industriale o di servizi pubblici o privati, volta ad individuare e*

*quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici e riferire in merito ai risultati”.*

La diagnosi energetica di un edificio può essere effettuata con differenti obiettivi, quali una riqualificazione, un’analisi volontaria o il soddisfacimento di obblighi di legge.

### **1.1.2. Requisiti e livelli di diagnosi**

La diagnosi energetica permette di ottenere una conoscenza approfondita sugli usi e consumi energetici della realtà sottoposta ad esame, al fine di individuare le modifiche più efficaci. Rappresenta quindi la condizione necessaria per realizzare un percorso di riduzione dei consumi di energia negli usi finali, tramite l’individuazione e la modifica delle attività a più bassa efficienza energetica attraverso la valutazione dei possibili margini di risparmio conseguibili.

Vi è una relazione diretta tra il costo della diagnosi e la quantità di dati, che devono essere raccolti ed analizzati, ed il numero delle opportunità di risparmio energetico individuate. Occorre quindi distinguere in fase preliminare tra i costi accettati o accettabili per la diagnosi, poiché essi ne determineranno il livello di dettaglio. L’audit (In economia, verifica della correttezza dei dati di bilancio e delle procedure di un’azienda) deve esser svolto in maniera idonea a soddisfare attese, necessità e limiti indicati dal committente, così che possano essere decisi concordemente obiettivi e scopo della diagnosi.

Il processo di diagnosi energetica, secondo la UNI 16247, deve essere:

- appropriato: adatto allo scopo, agli obiettivi e alla completezza concordati in partenza;
- completo: il sistema energetico descritto deve comprendere gli aspetti e gli usi energetici significativi;
- rappresentativo: al fine di raccogliere dati affidabili e pertinenti: dati reali devono essere acquisiti in numero e qualità necessari per lo sviluppo dell’inventario energetico; il consumo energetico deve essere coerente con i dati di fatturazione e/o con quanto rilevato dalla strumentazione di misura;
- tracciabile: identificazione e utilizzo di un inventario energetico, documentazione dell’origine dei dati e dell’eventuale modalità di elaborazione a supporto dei risultati della diagnosi, includendo le ipotesi di lavoro eventualmente assunte;
- utile: al fine di identificare e valutare sotto il profilo costi/benefici degli interventi di miglioramento dell’efficienza energetica. Gli interventi devono essere espressi attraverso

documentazione adeguata, differenziata in funzione del settore, delle finalità e dell'ambito di applicazione;

- verificabile: devono essere identificati gli elementi che consentono al committente la verifica del conseguimento dei miglioramenti di efficienza risultanti dalla applicazione degli interventi proposti.

Esistono tre livelli di diagnosi energetica di accuratezza crescente, riportati in Tabella 1, ciascuno dei quali comporta il raggiungimento di risultati diversi, con requisiti e costi differenti.

Tabella 1 – Livelli di diagnosi energetica

Procedure e strumenti	Diagnosi leggera	Diagnosi standard	Diagnosi approfondita
<b>Caratteristiche dell'edificio</b>	Planimetria	Planimetria, piante, prospetti, sezioni	Planimetria, piante, prospetti, sezioni, relazione legge 10/1991, libretto di caldaia
<b>Caratteristiche degli impianti</b>	Di massima	Di dettaglio	Di dettaglio
<b>Dati sui consumi energetici</b>	Ultimi 3 anni	Ultimi 3 anni	Ultimi 3 anni, consumi settimanali o giornalieri
<b>Misure da effettuare</b>	Spessore e stratigrafia chiusure opache e trasparenti	Spessore e stratigrafia chiusure opache e trasparenti, dati del generatore di calore	Spessore e stratigrafia chiusure opache e trasparenti, dati del generatore di calore, monitoraggio temperatura e umidità relativa interna. Termo flussimetro o carotaggi
<b>Sistemi di monitoraggio</b>	No	No	Temperatura, umidità, radiazione solare, affollamento edificio,..
<b>Software di calcolo</b>	Semplici fogli di calcolo	CENED	Software di simulazione dinamica (Design Builder, Doe, Energy Plus)
<b>Tempi previsti</b>	1 giorno	1 settimana	Alcune settimane
<b>Risultati da ottenere</b>	Fare emergere problematiche a livello gestionale, proporre suggerimenti	Relazione tecnica di sintesi con indicazione delle inefficienze strutturali, impiantistiche e gestionali; definizione e valutazione economica degli interventi proposti	Relazione tecnica approfondita con indicazioni delle inefficienze strutturali, impiantistiche e gestionali; definizione e valutazione di combinazione di più interventi

Costi	Bassi	Medi	Alti
-------	-------	------	------

La scelta del tipo di diagnosi energetica necessaria dipende dalla complessità dell'oggetto della diagnosi stessa: per strutture semplici è sufficiente un diagnosi "leggera", mentre per realtà complesse e polimorfe come ad esempio un ospedale tale strumento non è sufficiente ad ottenere dei risultati validi e realistici per cui è necessario svolgere un'analisi più dettagliata e completa, il cui svolgimento comporta ovviamente un aumento del tempo e dei costi.

I tre tipi di diagnosi sono:

- 1° livello: diagnosi per ispezione visiva o diagnosi leggera (Walk-Through Audit)

La diagnosi energetica leggera consiste in una visita al sito oggetto d'analisi con lo scopo di ispezionare visivamente ciascuno dei sistemi e dei sottosistemi impieganti energia. Include una valutazione dei dati di consumo energetico allo scopo di esaminare le quantità e i profili di utilizzo dell'energia, e permette di effettuare dei confronti con valori di riferimento (benchmark). È il tipo di diagnosi meno costosa, ma può comunque essere utile per una stima preliminare del potenziale di risparmio. Inoltre fornisce una lista di opportunità di risparmio energetico a basso costo facilmente implementabili, principalmente attraverso il miglioramento delle procedure di gestione e manutenzione. La diagnosi di primo livello è anche un'opportunità per raccogliere informazioni utili per una successiva analisi più dettagliata, se dalla valutazione preliminare appare plausibile il raggiungimento di obiettivi più ampi, in modo da giustificare un'attività di diagnosi più accurata e quindi più dispendiosa.

- 2° livello: diagnosi standard (Standard Audit)

Con la diagnosi standard si possono quantificare gli utilizzi e gli sprechi di energia, tramite un'analisi degli dei sistemi e delle loro caratteristiche operazionali. Questa analisi può includere anche alcune misure sul posto e verifiche prestazionali per quantificare l'impiego di energia e l'efficienza energetica dei diversi impianti. Per determinare le efficienze, calcolare il fabbisogno energetico ed il risparmio economico legato a miglioramenti e modifiche di ogni sottosistema, si adoperano strumenti di calcolo ingegneristici standard. La diagnosi energetica di secondo livello include anche la valutazione economica delle misure di risparmio energetico raccomandate, in termini di investimento e tempo di ritorno.

- 3° livello: diagnosi dettagliata (Detailed Audit)

Il terzo livello di diagnosi include un'analisi più dettagliata dell'utilizzo di energia, ripartito tra le diverse funzioni e destinazioni d'uso, e una più completa valutazione dei profili di consumo. Vengono adoperati programmi di calcolo e di modellazione dinamica del sistema energetico considerato. L'operatore esegue delle simulazioni del sistema edificio-impianto che tengano in considerazione l'interrelazione climatica e tutte le altre variabili legate alle modalità d'utilizzo dell'edificio per prevedere i fabbisogni e gli usi di energia nell'arco annuale. Lo scopo è creare un database di riferimento per il successivo confronto, che sia coerente con gli effettivi consumi della struttura. Una volta costruita tale baseline, si possono modificare parti del sistema per migliorarne l'efficienza e, ed effettuando ulteriori simulazioni con le nuove configurazioni raggiunte, se ne possono misurare gli effetti confrontando i risultati con i valori di riferimento. Questo metodo tiene anche conto delle interazioni tra i diversi sottosistemi, il che aiuta a prevenire la sovrastima dei risparmi. A causa del tempo che occorre per la raccolta dei dati necessari a descrivere dettagliatamente ogni apparato, e per l'approntamento di un modello sufficientemente accurato per la simulazione dinamica, tale approccio rappresenta il livello più costoso di diagnosi energetica, ma può essere giustificato da un'elevata complessità dell'edificio o del sistema in esame, non altrimenti trattabile in modo corretto con i livelli precedenti.

### **1.1.3. Fasi della diagnosi energetica secondo le UNI 16247-1 e -2**

Una volta stabilito il livello di diagnosi che si vuole eseguire, si può iniziare a raccogliere informazioni circa i componenti strutturali e meccanici che condizionano gli impieghi di energia dell'edificio e sulle modalità di funzionamento e gestione. Queste informazioni possono e dovrebbero essere raccolte prima della visita al sito in esame. Infatti, una valutazione approfondita prima dell'ispezione sul posto aiuta sicuramente nell'identificazione delle aree di potenziale risparmio energetico e di ottimizzazione.

Il processo di diagnosi energetica può quindi essere suddiviso in diverse fasi, indicate dettagliatamente nella norma UNI 16247-1 e di seguito descritte.

#### **1.1.3.1. Contatto preliminare**

Il responsabile della diagnosi energetica deve concordare con l'organizzazione in merito a:

- obiettivi, bisogni ed aspettative relative alla diagnosi energetica;
- scopo, limiti e grado accuratezza richiesto;
- arco temporale per completare la diagnosi energetica;

- criteri per la valutazione delle misure di risparmio energetico;
- impegno richiesto al committente in termini di tempo ed altre risorse;
- i requisiti dei dati da raccogliere prima dell’inizio della diagnosi energetica e la disponibilità, la validità ed il formato dei dati relativi ad energia ed attività;
- misure e/o ispezioni prevedibili da realizzare durante la diagnosi energetica;

Il responsabile della diagnosi energetica deve inoltre richiedere informazioni in merito a:

- il contesto della diagnosi energetica;
- eventuali vincoli normativi in grado di influenzare lo scopo o altri aspetti della diagnosi energetica, eventuali restrizioni esistenti relative a misure potenziali di miglioramento dell’efficienza energetica ed eventuali cambiamenti che possano avere una ricaduta sulla diagnosi energetica e sulle sue conclusioni;
- un più ampio programma strategico comprendente progetti pianificati e la descrizione del sistema di gestione dell’oggetto di diagnosi (terziarizzazione della gestione dei servizi);
- la documentazione attesa ed il formato richiesto del rapporto;

Infine il responsabile della diagnosi energetica deve provvedere ad informare il committente riguardo:

- tutti gli impianti ed apparecchiature speciali necessari alla realizzazione della diagnosi energetica;
- tutti gli interessi commerciali o di altro genere che potrebbero influenzare le proprie conclusioni o raccomandazioni;

#### **1.1.3.2. Incontro di avvio (o incontro preliminare)**

Lo scopo dell’incontro di avvio è di informare tutte le parti interessate riguardo a obiettivi, scopo, ambito, confini e grado di accuratezza della diagnosi energetica e concordarne le disposizioni pratiche. In occasione di tale incontro il responsabile della diagnosi deve richiedere all’organizzazione di:

- nominare la persona sostanzialmente responsabile della diagnosi energetica nell’organizzazione e la persona che dovrà rapportarsi con il responsabile della diagnosi;

- informare il personale coinvolto e le altre parti interessate in merito alla diagnosi energetica e ad ogni esigenza posta in capo a loro entro tale ambito;
- assicurare la cooperazione delle parti coinvolte;
- informare circa ogni condizione, intervento di manutenzione o altra attività anomala che possa avvenire durante il periodo di svolgimento della diagnosi energetica che ne influenzi l'esito;

Nel corso di tale incontro occorre anche concordare:

- la modalità di accesso alla struttura;
- le regole di prevenzione e di sicurezza nei luoghi interessati dalla diagnosi;
- i dati e le risorse che devono essere resi disponibili e gli eventuali accordi di riservatezza in merito a dati riservati e confidenziali;
- una proposta di programma temporale delle visite con indicazione delle relative priorità;

Il responsabile della diagnosi deve descrivere le procedure, gli strumenti e le modalità con cui la diagnosi energetica sarà pianificata ed eseguita, con tanto di previsione temporale, e le possibili esigenze di apparecchiature di misura aggiuntive.

#### **1.1.3.3. Raccolta dati**

L'auditor energetico deve cooperare con il committente al fine di raccogliere quanto le seguenti informazioni:

- lista dei sistemi, dei processi e degli apparecchi che utilizzano energia, nonché lo stato del sistema di gestione dell'energia;
- caratteristiche dettagliate dell'oggetto sottoposto a diagnosi, ivi compresi i fattori di aggiustamento conosciuti e come l'organizzazione ritiene che essi influenzino i consumi energetici, nonché lo stato attuale del sistema di gestione;
- dati storici riguardo i consumi energetici, i relativi fattori di aggiustamento e la appropriate misurazioni ad essi correlate;
- l'operativo storico ed eventi passati che potrebbero aver influenzato il consumo energetico nel periodo coperto dai dati raccolti (condizioni di funzionamento insolite, opere di manutenzione e altre attività);

- documenti di progetto, di funzionamento e di mantenimento, eventuali diagnosi energetiche o studi precedenti connessi all'energia e all'efficienza energetica;
- prezzi e costi correnti e previsti, o prezzi e costi di riferimento da usare per garantire la riservatezza commerciale, e altri dati economici rilevanti;

#### **1.1.3.4. Attività in campo**

Occorre ispezionare il sistema energetico oggetto della diagnosi tramite uno o più sopralluoghi al fine di:

- valutare gli usi energetici dell'oggetto sottoposto a diagnosi secondo finalità, scopo ed accuratezza della diagnosi energetica;
- formulare idee preliminari per le opportunità di miglioramento dell'efficienza energetica;
- redigere un elenco di aree e processi per i quali sono necessari ulteriori dati quantitativi per effettuare la successiva analisi;

Il responsabile della diagnosi energetica deve:

- Assicurarsi che misure e rilievi siano effettuati in maniera attendibile e in condizioni che siano rappresentative delle ordinarie condizioni di esercizio; può essere vantaggioso realizzare alcune misurazioni al di fuori del normale orario di funzionamento, durante i periodi di spegnimento, o quando il fattore climatico non influisce eccessivamente;
- Informare prontamente il committente di ogni difficoltà incontrata durante lo svolgimento della diagnosi stessa;

Per quel che riguarda le ispezioni sul campo, è necessario richiedere al committente di:

- nominare uno o più soggetti che dovranno fare da guida ed assistenza durante i sopralluoghi sul campo così come richiesto; questi soggetti dovranno possedere le necessarie competenze e l'autorità per compiere direttamente, se richiesto, manovre su processi ed apparecchiature;
- consentire all'auditor energetico l'accesso a disegni, manuali ed tutta la documentazione tecnica significativa per i diversi impianti, correlate di eventuali risultati di prove e misure di collaudo già eseguite.

### 1.1.3.5. Analisi e inventario energetico

Durante tale fase, il responsabile della diagnosi deve determinare il livello di prestazione energetica del sito sottoposto a diagnosi, che rappresenta il riferimento sulla base del quale possono venire valutati gli interventi di miglioramento. Devono essere forniti:

- una scomposizione dei consumi energetici suddivisi per uso e fonte;
- i flussi energetici ed un bilancio energetico dell'oggetto sottoposto a diagnosi;
- il diagramma temporale della domanda di energia;
- le correlazioni tra il consumo energetico ed i fattori di aggiustamento;
- uno o più indicatori di prestazione energetica adatti a valutare l'oggetto sottoposto a diagnosi (ad esempio kWh/posto letto in un presidio ospedaliero);

L'auditor energetico deve valutare l'affidabilità dei dati forniti, evidenziando eventuali carenze e/o anomalie, ed utilizzare metodi di calcolo tecnicamente appropriati, documentando quali sono stati adoperati e con quali assunzioni. È necessario inoltre considerare ogni vincolo normativo o di altra natura che possa influire sulle potenziali misure di efficientamento energetico.

Con i dati raccolti, il responsabile della diagnosi deve costruire l'inventario energetico dell'edificio sottoposto a diagnosi, ossia la descrizione degli utilizzi di ciascun vettore energetico utilizzati. I dettagli di tale ripartizione dipenderanno dalla disponibilità di misure dirette e dalla rilevanza dell'ambito di interesse.

Lo schema energetico dovrà essere costruito relativamente ad ogni vettore energetico (elettrico, termico, vapore, acqua, etc.) acquistato ed utilizzato nel sito in esame e avrà lo scopo di ripartire i consumi annui del vettore specifico tra le diverse utenze che alimenta, associando a ciascuna il relativo consumo.

L'inventario dovrà essere il più dettagliato possibile. In esso vanno quindi indicati:

- l'energia fornita disaggregata per vettore energetico in termini di consumi, costi ed emissioni in unità di misura coerenti
- usi finali di energia disaggregati per servizi ed altri usi in valori assoluti o specifici ed in unità di misura coerenti

- se presente, registro della produzione locale di energia e relativa quota esportata a terzi, in valori assoluti

L'inventario energetico deve essere rappresentativo dell'energia in ingresso e di come essa viene impiegata. Inoltre, deve risultare chiaro quali flussi energetici sono basati su misurazioni e quali su stime o calcoli. Una volta costruito, è possibile determinare gli indicatori di prestazione energetica o di specifici livelli di riferimento per l'edificio, che serviranno per meglio comprendere se e dove vi sono possibilità di intervento.

Il responsabile della diagnosi deve individuare le opportunità di miglioramento dell'efficienza energetica ed ottimizzazione, valutando per ognuna l'impatto rispetto alla prestazione energetica corrente dell'oggetto sottoposto a diagnosi, basandosi su:

- i risparmi economici attivati dalle misure di miglioramento dell'efficienza energetica e gli investimenti necessari ad attuarle;
- il tempo di ritorno dell'investimento o ogni altro criterio economico concordato con il committente;
- gli altri possibili vantaggi non energetici (come produttività o manutenzione);
- il confronto in termini sia di costo sia di consumo energetico tra misure alternative di miglioramento dell'efficienza energetica e le eventuali interazioni tecniche tra azioni multiple;

Le azioni di risparmio energetico devono venire elencate secondo una graduatoria costruita secondo i criteri concordati inizialmente.

#### **1.1.3.6. Rapporto e Incontro Finale**

In quest'ultima fase vengono presentati i risultati della diagnosi energetica effettuata, assicurandosi che essa risponda a tutti i requisiti concordati con il committente nelle fasi preliminari. Il responsabile della diagnosi deve quindi redigere un rapporto contenente l'analisi effettuata ed i risultati ottenuti e presentarlo al committente durante l'incontro finale.

L'esatto contenuto del rapporto deve essere appropriato allo scopo, all'obiettivo e al livello di dettaglio della diagnosi energetica. Esso deve contenere:

- a) Un documento di sintesi in cui è riportata la graduatoria delle opportunità di miglioramento dell'efficienza energetica ed il programma di attuazione proposto;

- b) Il contesto: si devono indicare le Informazioni generali sull'organizzazione sottoposta a diagnosi e sulla metodologia di diagnosi energetica adottata, il contesto specifico in cui la diagnosi energetica è stata effettuata, la descrizione del sistema oggetto di diagnosi e le norme tecniche pertinenti;
- c) La diagnosi energetica:
- descrizione, scopo, obiettivo e livello di dettaglio, arco temporale e confini della diagnosi energetica;
  - informazioni sulla raccolta dei dati, analisi dei consumi energetici e criteri per la messa in graduatoria delle misure di miglioramento della prestazione energetica;
- d) Le opportunità di miglioramento dell'efficienza energetica:
- Azioni proposte, raccomandazioni, piano e programma temporale di implementazione
  - Ipotesi assunte durante il calcolo dei risparmi energetici e loro impatto sull'accuratezza delle raccomandazioni
  - Informazioni su contributi e sovvenzioni applicabili
  - Analisi economica appropriata
  - Potenziali interazioni con altre raccomandazioni proposte
  - Metodi di misura e verifica che dovranno essere usati per le valutazioni post-attuazione delle opportunità raccomandate
- e) Le conclusioni finali

#### **1.1.4. Procedura**

In accordo con le normative, la procedura di diagnosi energetica, rappresentata in Figura 1.1-1, deve prevedere almeno le seguenti azioni:

- 1) raccolta dei dati relativi alle bollette di fornitura energetica e ricostruzione dei consumi effettivi di elettricità e combustibili per uno o più anni;
- 2) identificazione e raccolta dei fattori di aggiustamento cui riferire i consumi energetici;
- 3) identificazione e calcolo di un indice di prestazione energetica effettivo espresso in energia/fattore di riferimento/anno;
- 4) raccolta delle informazioni necessarie alla creazione dell'inventario energetico e allo svolgimento della diagnosi;

- 5) costruzione degli inventari energetici (elettrico e termico) relativi all'oggetto della diagnosi;
- 6) calcolo dell'indice di prestazione energetica operativo;
- 7) confronto tra l'indice di prestazione energetica operativo e quello effettivo. Se gli indici tendono a convergere, si prosegue l'analisi col passo successivo, altrimenti si ritorna al punto 4 e si affina l'analisi del processo produttivo e degli inventari energetici individuando le cause della mancata convergenza. La convergenza tra gli indici può considerarsi raggiunta per scostamenti percentuali tra gli indici ritenuti accettabili in funzione del settore d'intervento e dello stato del sistema energetico;
- 8) individuazione dell'indice di prestazione energetica obiettivo;
- 9) se i valori espressi dagli indicatori sono tra loro comparabili, la diagnosi può considerarsi conclusa in quanto l'obiettivo definito dall'indice di riferimento è stato raggiunto;
- 10) se esiste uno scarto significativo tra l'indice di prestazione operativo ottenuto nel punto 6 e l'indice di prestazione obiettivo di cui al punto 8, si individuano le misure di miglioramento dell'efficienza che consentano il loro riallineamento;
- 11) per tali misure devono essere condotte le rispettive analisi di fattibilità tecnico-economiche;
- 12) le misure individuate, singole e/o integrate, sono ordinate in funzione degli indici concordati tra il responsabile della diagnosi e il committente. Al termine di tale operazione, eseguire nuovamente il punto 9;

Una volta attuati tutti gli step, la diagnosi si considera conclusa.

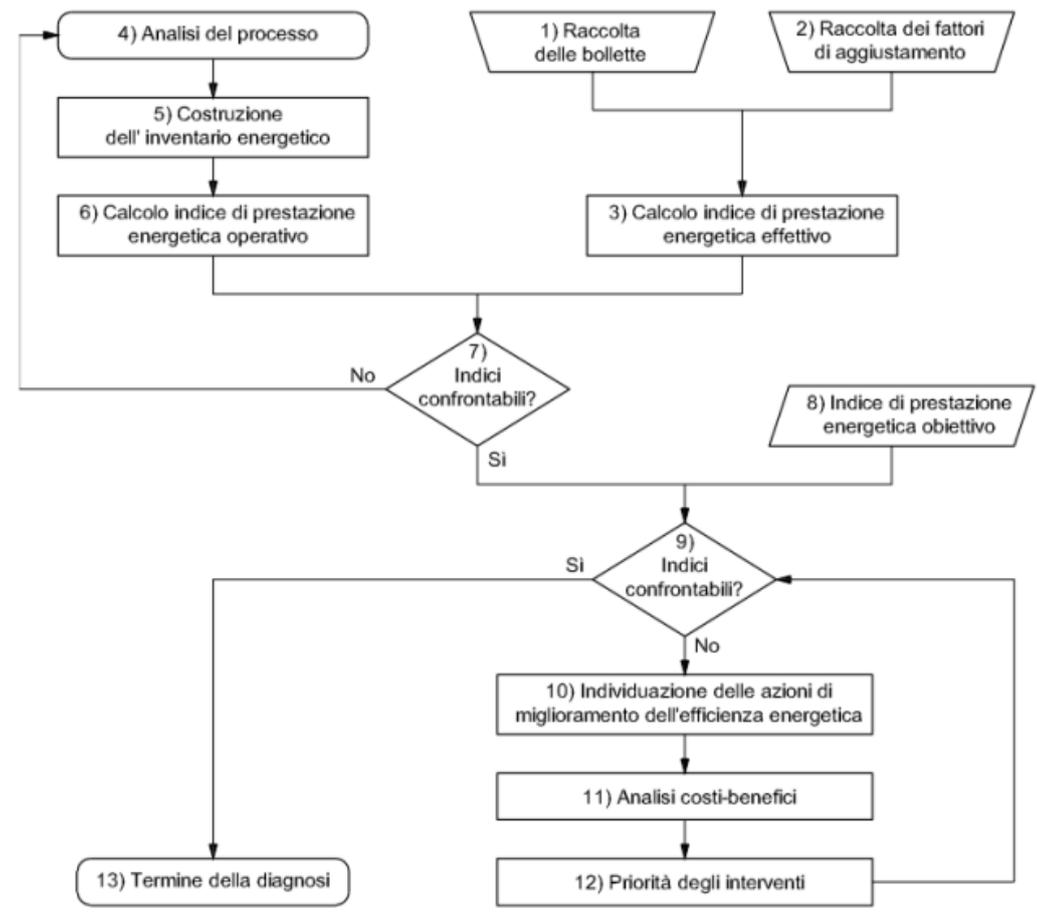


Figura 1.1-1 – Procedura di diagnosi energetica

### 1.1.5. Indici di prestazione energetica degli ospedali

I complessi ospedalieri sono in genere caratterizzati da strutture articolate e di grande volumetria, spesso costituiti da diversi edifici, e sono finalizzati a garantire cure ed assistenza medica in condizioni di massimo comfort e sicurezza. Le condizioni termo igrometriche richieste e le esigenze di continuità e sicurezza dei servizi forniti (24 ore giornaliere su 365 giorni l'anno) comportano elevati consumi energetici e specificità che rendono complessa la gestione energetica, rispetto ad altre categorie di edifici. La richiesta energetica specifica di un ospedale può essere estremamente varia in funzione della tipologia di edificio, della volumetria, della condizioni climatiche del sito e soprattutto delle destinazioni d'uso interne e dei servizi forniti. Ciò significa che risulta complicato confrontare strutture caratterizzate da una diversa organizzazione interna e da diversi servizi forniti, inoltre è difficoltoso trovare degli indicatori energetici significativi e dei benchmark di confronto.

Tra gli indicatori più utilizzati vi è il kWh/posto letto, che non sempre rappresenta un indicatore effettivamente significativo poiché non considera le condizioni climatiche del sito che incidono notevolmente sull'energia termica scambiata dall'edificio e non tiene in considerazione la differente struttura organizzativa, poiché non viene fatta distinzione tra i reparti di terapia e diagnosi operanti ed i servizi effettivamente forniti.

Altri indicatori come il kWh/m<sup>3</sup> o kWh/m<sup>2</sup> possono risultare inadeguati se non si considerano le destinazioni d'uso degli ambienti in esame.

Tuttavia indicatori di questo tipo aiutano a classificare il presidio che si sta esaminando e ad effettuare dei confronti preliminari con altri ospedali e tra le diverse soluzioni implementabili nella struttura stessa.

## 1.2. L'ambiente ospedaliero

### 1.2.1. Consumi in campo ospedaliero e zone funzionali

Gli ospedali sono strutture decisamente energivore, la richiesta di energia in questo settore è estremamente elevata e il fabbisogno deve essere assolutamente garantito da impianti termici ed elettrici generalmente attivi 24 ore su 24, per 365 giorni all'anno. L'energia è richiesta sotto forma termica, frigorifera ed elettrica, e viene utilizzata per il riscaldamento, la ventilazione e l'illuminazione degli ambienti, la preparazione di acqua calda sanitaria, il raffrescamento estivo, la produzione di vapore per sterilizzazione e umidificazione, oltre che per le cucine, le lavanderie, i trasporti interni, gli elevatori, i calcolatori, i dispositivi diagnostici e terapeutici, etc. L'incremento della complessità delle apparecchiature impiegate e l'adeguamento alle normative in termini di temperature, umidità e ricambi d'aria imposti porta inoltre ad ulteriori aumenti dei consumi e ad una maggiore difficoltà nella gestione degli impianti.

Per valutare in maniera adeguata il fabbisogno energetico di un complesso ospedaliero occorre definire e suddividere le diverse aree funzionali che lo costituiscono, ciascuna con differenti consumi specifici. La ripartizione in zone con caratteristiche simili dal punto di vista impiantistico, strutturale, occupazionale, termo igrometrico e di ventilazione, e quindi con analoghe richieste energetiche, semplifica il modello della struttura e ne permette una migliore comprensione.

A differenti destinazioni d'uso in ambito sanitario, corrispondono specifiche richieste disciplinate da decreti e normative, ma anche diversi schemi di occupazione e di consumo dell'energia. La suddivisione delle "zone" è valutata sulla base della richiesta energetica necessaria a svolgere le varie attività. Si hanno cinque classi differenti<sup>2</sup>:

#### **Zona 1 – ALTA INTENSITÀ DI CURA**

Con zone ad alta intensità si intendono quelle aventi elevati fattori di ricambio oppure elevati fattori di utilizzo. Tra quelle del primo tipo ci sono i blocchi operatori, l'anatomia patologica, il blocco parto, le unità prenatali e i locali adibiti alle attività di Day-Surgery, ossia tutte quelle aree per cui le prescrizioni in termini di temperature, ricambi d'aria e filtrazione sono decisamente rigide e sono necessari elevati consumi energetici per mantenerle. Nella seconda

---

<sup>2</sup> *I consumi energetici negli ospedali parametrati sui volumi: valutazione di alcune realtà in Piemonte, Lombardia e Liguria, Marco Masoero, Santo Vito, Susanna Azzini, Massimo Bacci, 2009*

tipologia sono comprese invece le aree con esigenze di ricambi d'aria e filtrazioni meno severe, ma comunque superiori rispetto alle altre zone ospedaliere, ed il consumo energetico è considerevole a causa dell'elevato fattore di utilizzo: sono zone attive 24 ore su 24 per 7 giorni su 7, come le terapie intensive, il reparto di rianimazione ed il pronto soccorso.

Queste sono le zone che presentano maggiori consumi energetici, dovuti alle specifiche condizioni ambientali e alle condizioni igieniche particolarmente delicate da mantenere.

## **ZONA 2 – RADIOLOGIA E LABORATORI DI DIAGNOSTICA**

In questo caso bisogna distinguere tra Diagnostica per immagini e Diagnostica di laboratorio.

Le strutture di diagnostica per immagini svolgono indagini strumentali a fini diagnostici e/o indirizzo terapeutico, utilizzando sorgenti esterne di radiazioni ionizzanti e altre tecniche di formazione dell'immagine con opportune apparecchiature biomediche di media ed alta tecnologia, che sono la principale causa di consumi energetici (sia elettrico, sia termico poiché necessitano di raffreddamento continuo) rilevanti. Il regime di funzionamento in queste aree si distingue tra orario ambulatoriale (circa 10 ore/giorno per 5 gg/settimana) e pronta disponibilità per i casi di emergenza (quindi garantiti 24 ore/giorno per 7 gg/settimana).

L'attività di medicina di laboratorio fornisce valutazioni ottenute con metodi chimici o biologici su materiali connessi alla patologia umana. La gamma di prestazioni eseguite e la dotazione strumentale hanno un diverso grado di complessità commisurato alla realtà sanitaria ed alla tipologia di laboratorio, a cui seguono quindi diversi e caratteristici consumi. I laboratori di analisi delle strutture con degenza, come gli ospedali, devono essere strutturati in maniera da poter soddisfare tutte le esigenze legate alle attività di ricovero, all'attività operatoria, alle prestazioni in urgenza ed emergenza.

## **ZONA 3 – REPARTI DI DEGENZA**

I reparti di degenza sono caratterizzati dalla presenza continua di pazienti ricoverati e personale sanitario. Devono quindi essere strutturati in modo da assicurare il rispetto della privacy dell'utente ed un adeguato comfort di tipo alberghiero. Devono essere garantiti spazi comuni di raccordo tra le degenze e/o i servizi sanitari nei quali prevedere utilities per gli accompagnatori. Le degenze sono fornite di impiantistica dedicata: gas medicali, tasto per chiamata infermieri, rete di trasmissione dati, illuminazione standard e di sicurezza, alimentazione FM e TV. Non presentano una particolare dotazione di apparecchi biomedicali: il consumo di energia è dovuto soprattutto all'illuminazione e al mantenimento del comfort termico.

## **ZONA 4 – AMBULATORI E DAY HOSPITAL**

Gli ambulatori di solito sono parti omogenee di immobili o interi edifici preposti all'erogazione di prestazioni sanitarie di prevenzione, diagnosi, terapia e riabilitazione, nelle situazioni che non richiedono ricovero neanche a ciclo diurno. Sono zone in cui i requisiti termigrometrici sono standard (20-22°C temperatura di regime per il riscaldamento), ossia non particolarmente rigidi, e vanno mantenuti di solito per un regime di funzionamento base, di 12 ore/giorno e 5 gg/settimana. Tra gli ambienti compresi vi sono studi medici, sale visita, locali di terapia riabilitativa, in cui sono di norma presenti pazienti per la maggior parte non ricoverati e da personale medico.

Vi è un certo numero di apparecchiature terapeutiche e diagnostiche, non rilevanti per quantità ma per assorbimento elettrico e dissipazione termica.

Il Day-Hospital deve disporre di aree per il trattamento diagnostico-terapeutico e per la permanenza di pazienti in regime di ricovero a tempo parziale (di tipo diurno). I requisiti sono analoghi a quelli dei reparti di degenza, il diverso consumo è giustificato dal periodo di funzionamento ridotto del reparto di Day-Hospital, assimilabile a quello ambulatoriale.

## **ZONA 5 – SERVIZI**

Nei servizi sono incluse le aree caratterizzate dalla sola presenza di personale non sanitario in maniera intermittente, come uffici, aule, biblioteche, archivi, depositi, magazzini, sale mensa, officine, spogliatoi, cappelle, etc.

A parte vanno considerati i servizi non sanitari ma con attività specifiche come le cucine, le lavanderie, le farmacie, il servizio mortuario, le sale per la sterilizzazione, etc., che avranno consumi energetici caratteristici della funzione svolta.

### **1.2.2. Normative in ambito ospedaliero**

#### **1.2.2.1. Normative sulle condizioni termigrometriche**

Un presidio ospedaliero riveste un ruolo sociale fondamentale, fornisce servizi basilari che devono essere garantiti sempre, 24 ore/giorno per 365 gg/anno, ed i suoi utenti hanno fabbisogni particolari, data la natura della loro presenza nella struttura. Per tutte queste ragioni esistono una molteplicità di leggi e norme circa l'edilizia sanitaria, che coprono diversi ambiti e hanno prescrizioni piuttosto rigide. Limitando l'attenzione alle condizioni di benessere ambientale legato al condizionamento dei locali, i parametri da tenere sotto controllo sono la

temperatura, l'umidità relativa e la concentrazione di inquinanti (carica batterica, gas medicali, etc.). Questi parametri determinano la qualità dell'aria e tale controllo avviene direttamente tramite la definizione di tassi di ventilazione o di filtraggio, di specifiche condizioni di pressione e temperatura dei locali, di ammissibilità o meno di ricircolo dell'aria stessa.

In Italia, la normativa attualmente in vigore in materia di requisiti fisico-tecnici per le strutture ospedaliere si basa soprattutto su due testi di riferimento: la Circolare 13011 del Ministero dei Lavori Pubblici del 22/11/1974<sup>3</sup> e il DPR del 14/1/1997<sup>4</sup>. Vi sono poi ulteriori normative tecniche specifiche per i diversi settori (ventilazione, ACS, illuminazione, etc.).

Nella Circolare 13011 sono riportate le seguenti prescrizioni:

- In tutti i reparti ospedalieri, servizi compresi, dovrà essere garantita, nel periodo invernale, una temperatura degli ambienti di 20°C +/- 2°C;
- nella camere di degenza, nei locali ad uso collettivo e anche nei disimpegni inoltre dovrà essere assicurato, nel periodo invernale, un valore di umidità relativa dell'ambiente pari al 40% con tolleranza di +/- 5%;
- i valori del fattore di ricambio d'aria per i diversi locali dovranno essere quelli indicati in Tabella 2, assicurati da un sistema di ventilazione e filtrazione adatto, che garantisca una velocità dell'aria inferiore a 0,15 m/s negli ambienti. Nei vani dei servizi igienico-sanitari siano privi di finestra, e quindi dotati di impianto di ventilazione forzata, dovrà essere garantita la continuità di funzionamento dell'impianto stesso;

Tabella 2. Fattori di ricambio d'aria, Circolare 13011 del 22/11/74

Zona	Fattore di ricambio aria
Degenze in genere	2 vol/ora
Degenze bambini	3 vol/ora
Reparti diagnostica	6 vol/ora
Reparti speciali	6 vol/ora
Isolamento	12 vol/ora
Servizi igienici	10 vol/ora
Soggiorni	30 m3/ora per persona (minimo)

<sup>3</sup> Circolare Ministero dei Lavori Pubblici del 22/11/1974, n. 13011, "Requisiti fisico-tecnici per le costruzioni edilizie ospedaliere. Proprietà termiche, igrometriche, di ventilazione e di illuminazione"

<sup>4</sup> DPR 14 gennaio 1997, Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento alle regioni e alle province autonome di Trento e di Bolzano, in materia di requisiti strutturali, tecnologici ed organizzativi minimi per l'esercizio delle attività sanitarie da parte delle strutture pubbliche e private

- Nei blocchi operatori, sale travaglio, rianimazione, parti prematuri, lattanti, terapia intensiva, centro dialisi, centrale di sterilizzazione e laboratorio di analisi, dovrà esserci un impianto di condizionamento senza ricircolo atto ad assicurare che sia in estate che in inverno, i valori prescritti di temperatura interna, umidità relativa e velocità dell'aria siano rispettati, o in ogni caso conformi a quelli imposti dalla UNI 10339<sup>5</sup>.

Il DPR del 1997 definisce i requisiti minimi che devono essere rispettati e applicati in una struttura sanitaria, in termini di politica, obiettivi ed attività, di struttura organizzativa, di gestione delle risorse umane e tecnologiche, di valutazione e miglioramento della qualità, di sistema formativo. Inoltre i requisiti minimi strutturali, tecnologici e organizzativi specifici per le varie strutture sono ulteriormente ripartiti in base alla destinazione d'uso delle diverse zone del presidio: in particolare, il complesso sanitario viene suddiviso in 13 ambienti funzionali, ciascuno con specifiche prerogative (Tabella 3).

Tabella 3 - Requisiti minimi prescritti dal DPR 14/01/97

Zona	Temperatura [°C] (inverno-estate)	Umidità relativa [%] (inverno-estate)	Ricambi aria esterna [vol/h]
Pronto Soccorso	n.p.	n.p.	n.p.
Area degenza	n.p.	n.p.	n.p.
Reparto operatorio	20-24	40-60	15
Blocco parto	20-24	30-60	6
Rianimazione/terapia intensiva	20-24	40-60	6
Medicina nucleare	n.p.	n.p.	n.p.
Radioterapia	n.p.	n.p.	n.p.
Day Hospital	n.p.	n.p.	n.p.
Day Surgery	n.p.	n.p.	n.p.
Gestione farmaci	20-26	50±5	2
Servizio sterilizzazione	20-27	40-60	15
Servizio disinfezione	20-27	40-60	15
Servizio mortuario	18	60±5	15

Le principali normative tecniche specifiche, che disciplinano i vari settori, sono la già citata UNI 10339:1995, la UNI/TS 11300-2 "Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria", la UNI

<sup>5</sup> UNI 10339:1995, *Impianti aeraulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura*

11425:2011 “Impianto di ventilazione e condizionamento controllata per il blocco operatorio” e la UNI 9182:2014 “Impianti di alimentazione e distribuzione d’acqua fredda e calda – progettazione, installazione e collaudo”.

La prima fornisce la classificazione degli impianti, la definizione dei requisiti minimi e dei valori delle grandezze di riferimento durante il funzionamento degli stessi al fine di mantenere un’adeguata qualità dell’aria

**Tabella 4 - Ventilazione minima secondo UNI 10339**

Zona	Portata d’aria esterna minima
Degenze	11 litri/s per persona
Corsie	11 litri/s per persona
Camere sterili	11 litri/s per persona
Camere per infettivi	Specificata in base alle esigenze
Sale mediche/soggiorni	8.5 litri/s per persona
Terapie fisiche	11 litri/s per persona
Sale operatorie/sale parto	Specificata in base alle esigenze
Servizi igienici	Estrazione di 8 volumi/ora

Nella Tabella 4 sono indicati i parametri di ventilazione minimi obbligatori per ospedali, case di cura, cliniche e assimilabili. Viene ulteriormente confermato che non è ammesso usare aria di ricircolo, anche per le degenze e per le corsie. Le portate indicate devono poi essere riviste in funzione dell’altitudine, applicando uno specifico coefficiente correttivo (Tabella 5).

**Tabella 5 – Coefficiente correttivo per l’altitudine, secondo UNI 10339**

Altitudine H m s.l.m.	Coefficiente correttivo
0	1
500	1.06
1000	1.12
1500	1.18
2000	1.25
2500	1.31
3000	1.38

Nella medesima normativa vengono anche precisate le classi di filtri e l’efficienza di filtrazione per tutte le categorie di edifici. Le specifiche per le strutture ospedaliere sono indicate in Tabella 6.

Tabella 6 – Classi di efficienza filtri secondo UNI 10339

Zona	Classe di filtri (min-max)	Efficienza di filtrazione
Degenze	6-8	M+A
Corsie	6-8	M+A
Camere sterili e infettivi	10-11	M+A+AS
Maternità, anestesia e radiazioni	10-11	M+A+AS
Prematuri e sale operatorie	11-12	M+A+AS
Visite mediche	6-8	M+A
Soggiorni e terapie fisiche	6-8	M+A

In Tabella 7 sono invece riportati i valori massimi di velocità dell'aria ammissibili nel volume occupato per mantenere le condizioni di comfort.

Tabella 7 - Velocità aria massime stabilite da UNI 10339

Zona	Riscaldamento[m/s]	Raffrescamento [m/s]
Degenze, corsie, camere sterili, infettivi, visite mediche e soggiorni	0.05-0.1	0.05-0.15
Maternità, anestesia, radiazioni, prematuri e sale operatorie	0.05-0.1	0.05-0.15
Terapie fisiche	0.1-0.2	0.15-0.25

Come supplemento alle normative italiane, si può inoltre far riferimento ad alcune importanti direttive estere, tra cui la norma ASHRAE 170-2017, "Ventilation of Health Care Facilities" in cui vengono descritte le condizioni di pressione dei diversi locali al fine di evitare possibili contaminazioni e fughe di flussi batterici.

Tabella 8 – Condizioni di pressione dei locali secondo ASHRAE 170-2013

Zona	Condizioni di pressione
Sale operatorie, traumatologia, parto, nursery e UTIC	Sovrappressione
Camere di degenza normale	Controllo non necessario
Servizi igienici	Sottopressione
Reparti d'isolamento per infettivi	Sottopressione
Reparti d'isolamento per immunodepressi	Sovrappressione
Laboratori	Specificate in base alle esigenze
Visite mediche	Controllo non necessario
Locali medicazione	Sovrappressione
Sterilizzazione e lavanderia	Sottopressione

La norma UNI 11425:2011 fornisce le indicazioni per la progettazione, l'installazione, la messa in marcia, il controllo delle prestazioni, l'accettazione, la gestione degli impianti e dei componenti che concorrono al controllo della contaminazione ambientale e al mantenimento di condizioni termo igrometriche prescritte nei reparti destinati allo svolgimento dell'attività chirurgica, in quanto sono gli ambienti più delicati e pertanto devono sottostare ad obblighi più rigidi rispetto alle altre aree sanitarie. Tali prescrizioni sono riportate in Tabella 9.

Tabella 9 – Condizioni termo igrometriche per il blocco operatorio secondo UNI 11425

Ambienti	Temperatura [°C]		U.R. [%]		Sovrapressione rispetto all'esterno [Pa]	Aria esterna [vol/h]	Aria di ricircolo [-]	Classi di pulizia secondo UNI EN ISO 14644-1	Livello filtrazione finale	Livello di pressione sonora [dBA]
	Inverno	Estate	Inverno	Estate						
Sale Operatorie a elevatissima qualità dell'aria	≥22	≤24	≥40	≤60	15 (1)	15	SI (2)	ISO5	H14	45 (3)
Sale operatorie a elevata qualità dell'aria					15 (1)	15	SI (2)	ISO7	H14	45 (3)
Sale operatorie a qualità dell'aria standard					15 (1)	15	- (4)	ISO8	H14	45 (3)
Depositi sterili	≥22	≤26	≥40	≤60	15	≥2 (5)	- (4)	-	H14	45
Preparazione operandi					10	≥2 (5)	- (4)	-	≥H12	-
Preparazione personale					10	≥2 (5)	- (4)	-	≥H12	-
Risveglio operandi					10	≥2 (5)	- (4)	-	≥H12	-
Corridoio pulito/ sterile					10	≥2 (5)	- (4)	-	≥H12	-
Spazi filtro operandi					5	≥2 (5)	- (4)	-	≥F9	-
Spazio filtro personale					5	≥2 (5)	- (4)	-	≥F9	-
Substerilizzazione					10	≥2 (5)	- (4)	-	≥H12	-
Depositi puliti	≥18	≤26	≥40	≤60	10	≥2 (5)	- (4)	-	≥H12	-
Depositi sporchi					5	≥2 (5)	NO	-	≥HF9	-

(1) Le sale operatorie ad uso di pazienti infetti, sono in depressione rispetto ai locali limitrofi  
(2) Si faccia riferimento agli esempi in appendice D  
(3) Nel caso di ristrutturazioni in cui sia necessario realizzare sale operatorie in classe IOS5 utilizzando sistemi di ricircolo in ambiente, si può al massimo raggiungere i 48 dB(A9); tale scelta deve essere motivata nei documenti di progetto  
(4) Secondo la necessità di pulizia dell'aria nonché dal controllo  
(5) Valore minimo da assumere in assenza di altri valori che stabiliti in funzione delle esigenze specifiche di affollamento, delle sorgenti di contaminanti e basata sull'analisi del rischio  
in grigio: Valori imposti dalla legislazione vigente (Decreto del presidente della repubblica del 14/1/1997)

Per quel che riguarda invece la richiesta di acqua calda sanitaria si seguono le indicazioni riportate nella UNI 9182:2014<sup>6</sup> che suggeriscono un fabbisogno pro-capite per ospedali e cliniche di 130-150 litri per persona al giorno.

<sup>6</sup> UNI 9182:2014, Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda – Progettazione, installazione e collaudo

### 1.2.2.2. Normative riguardanti i livelli di illuminazione

Un altro fattore da tenere in considerazione riguarda l'illuminazione dei locali a destinazione d'uso sanitaria, disciplinata sempre dalla circolare 13011, dal DPR 14/01/97 e dalla UNI EN 12464-1:2011 "Luce e illuminazione. Illuminazione nei posti di lavoro. Parte 1: Posti di lavoro interni".

Nella circolare 13011 viene prescritto che l'illuminazione naturale e artificiale degli ambienti di degenza e diagnostica dovrà essere realizzata in modo da assicurare un adeguato livello di illuminazione, la protezione dai fenomeni di "abbagliamento" e, con specifico riferimento all'illuminazione artificiale, la prevalenza della componente diretta su quella diffusa. I livelli minimi di illuminazione sono:

- 300 lux sul piano di osservazione medica (escluso il piano operatorio);
- 200 lux sul piano di lavoro negli spazi per lettura, laboratori, uffici;
- 100 lux misurati su un piano ideale posto a 0.60m dal pavimento negli spazi per riunioni, per ginnastica, ecc.;
- 80 lux misurati su un piano ideale posto a 1.00m dal pavimento nei corridoi, nelle scale, nei servizi igienici, negli atrii e negli spogliatoi

Queste condizioni dovranno essere garantite con qualsiasi situazione di cielo e in ogni punto dei piani di utilizzazione considerati, tramite un'accurata integrazione tra l'illuminazione naturale e quella artificiale. Occorre una particolare attenzione al fine di evitare fenomeni di "abbagliamento" sia diretto che indiretto, assicurando che nel campo visuale delle persone non vi siano oggetti la cui luminanza sia 20 volte maggiore rispetto i valori medi.

Il DPR 14/01/97 indica invece come requisito minimo impiantistico la sola presenza di illuminazione d'emergenza nel reparto operatorio, nel blocco parto, in rianimazione e terapia intensiva, al pronto soccorso, negli ambulatori, nelle degenze e negli spazi per sterilizzazione, disinfezione e servizio mortuario.

La norma UNI EN 12464-1 del 2011 specifica i requisiti di illuminazione nei posti di lavoro in interni, che corrispondono alle esigenze di comfort visivo e di prestazione di persone aventi normale capacità oftalmica. Si analizzano i compiti visivi abituali, evidenziando le esigenze di comfort visivo e dando indicazioni sui livelli di illuminamento, uniformità e grado massimo di abbagliamento necessari alle diverse prestazioni, incluse quelle che comportano l'utilizzo di apparecchi dotati di videoterminali. Tali prescrizioni sono elencate in Tabella 10.

Tabella 10 – Requisiti per illuminazione secondo UNI 12464

<b>Locali di uso generale</b>				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Note
Sale attesa	200	22	80	illuminamento a livello di pavimento
Corridoi: durante il giorno	200	22	80	
Corridoi: durante la notte	50	22	80	
Day room	200	22	80	
<b>Locali per il personale</b>				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Note
Ufficio personale	500	19	80	
Stanza personale	300	19	80	
<b>Corsie, reparti maternità</b>				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Note
Illuminazione generale	100	19	80	illuminamento a livello pavimento
Illuminazione di lettura	300	19	80	
Visita semplice	300	19	80	
Visita e trattamento	1000	19	80	
Luce notturna, luce sorveglianza	5	-	80	
Bagni, toilette per pazienti	200	22	80	
<b>Locali diagnostici</b>				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Note
Illuminazione generale	500	19	90	
Visite e trattamento	1000	19	90	
<b>Locali per visite oculistiche</b>				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Note
Illuminazione generale	300	19	90	
Visita esterna dell'occhio	1000	-	90	
Test di lettura e visione colori	500	19	90	
<b>Locali per visite otorinolaringoiatriche</b>				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Note
Illuminazione generale	300	19	80	
Visita orecchio	1000	-	90	
<b>Locali analisi</b>				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Note
Illuminazione generale	300	19	80	
Analisi con amplificatore di immagini e sistemi televisivi	50	19	80	
<b>Sale parto</b>				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Note
Illuminazione generale	300	19	80	
Visita e trattamento	1000	19	80	
<b>Locali di cura</b>				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Note
Dialisi	500	19	80	Raccomandato l'uso di apparecchi con regolazione del flusso luminoso
Dermatologia	500	19	80	
Endoscopia	300	19	80	
Ingessatura	500	19	80	
Bagni medicali	300	19	80	
Massaggio e radioterapia	300	19	80	
<b>Sale operatorie</b>				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Note
Locale pre-operatorio e risveglio	500	19	90	
Sala operatoria	1000	19	90	
Area operatoria	Da 10000 a 100000 lx			
<b>Rianimazione e cure intensive</b>				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Note
Illuminazione generale	100	19	90	illuminamento a livello pavimento
Visita semplice	300	19	90	illuminamento a livello pavimento
Visita e trattamento	1000	19	90	illuminamento a livello pavimento
Ingessatura	20	19	90	

<b>Odontoiatria</b>				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Note
Illuminazione generale	500	19	90	
Sul paziente	1000	-	90	Esente da abbagliamento
Area operatoria	5000	-	90	Valori superiori a 5000 lx quando richiesto
Confronto con colore dei denti	5000	-	90	T <sub>CP</sub> ≥ 6000 K
<b>Laboratori e farmacie</b>				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Note
Illuminazione generale	500	19	80	
Ispezione colori	1000	19	90	T <sub>CP</sub> ≥ 6000 K
<b>Locali di decontaminazione</b>				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Note
Locali di sterilizzazione	300	22	80	
Locali disinfestazione	300	22	90	
<b>Locali per autopsia e camera mortuaria</b>				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Note
Illuminazione generale	500	19	90	
Tavolo per autopsia e dissezione	5000	-	90	Valori superiori a 5000 lx quando richiesto

# Capitolo 2 – L’Ospedale Martini

## 2.1. Descrizione dell’edificio

L’Ospedale Martini Nuovo, Presidio Ospedaliero della A.S.L Città di Torino è sito entro il quadrilatero individuato dalle vie Tofane, Marsigli, Stelvio, Sagra di San Michele.

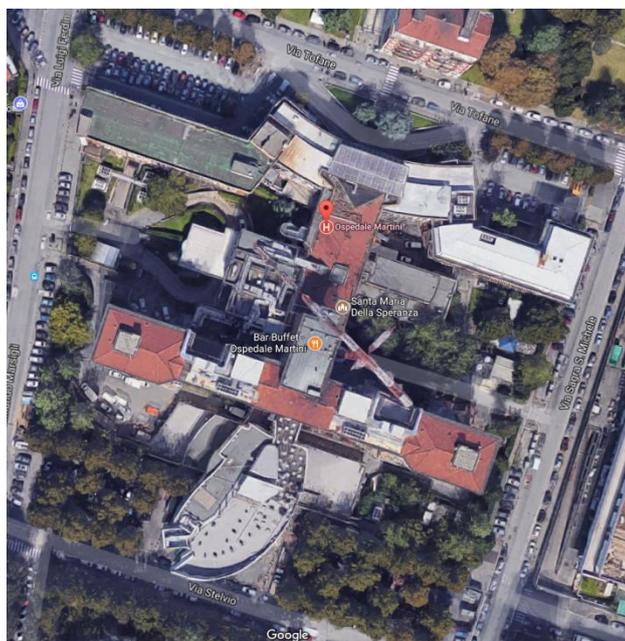


Figura 2.1-1 – Il P.O. Martini, vista dall’alto

Le pratiche di inizio progettazione dell’Ospedale Martini Nuovo risalgono al 1962. Il nucleo originario dell’edificio ospedaliero è costituito da due ali “B” e “G”, parallele rispettivamente a Via Stelvio e Via Tofane, e collegate da un corpo centrale “E” parallelo a Via Sagra di San Michele. Questi primi blocchi vengono costruiti tra il 1967 e il 1968 e verranno successivamente inaugurati nel 1970. Negli anni Settanta il complesso edilizio viene ampliato con la realizzazione dei palazzi uffici e dei nuovi ambulatori: al corpo “B” su Via Tofane sono accostati rispettivamente ad ovest ed est il corpo “C” ed “A”, mentre perpendicolarmente al corpo “E” si innestano verso Ovest il fabbricato “F” e verso Est il fabbricato “D”. Alla fine degli anni ‘90 è stato progettato il corpo “H”, che verrà completato nel 2010 e sarà intestato sul corpo “G” perpendicolarmente a Via Stelvio.

La struttura attuale comprende quindi un blocco centrale da cui si diramano altri sette blocchi, ognuno dei quali si sviluppa su più piani (fino a sette piani fuori terra) e ospita funzioni diverse. Alcuni hanno subito vari ampliamenti e/o sovrapposizioni nel corso del tempo.

Il fabbricato, che ha una struttura piuttosto polimorfa dal punto di vista architettonico, nella sua massima estensione in altezza è costituito da sette piani, di cui uno interrato. Questo nosocomio è articolato in Dipartimenti Strutturali e Dipartimenti Funzionali. I primi comprendono l'Area Medica, l'Area Chirurgica, la Lunga Assistenza, il Dipartimento Materno Infantile, la Salute Mentale ed i servizi Diagnostici. I secondi comprendono l'Emergenza, il Pronto Soccorso DEA, l'Accettazione e la Riabilitazione. Le Strutture di Ricovero sono quelle tipiche di un ospedale di dimensioni medio-grandi: c'è il reparto di Rianimazione ed Anestesia, la Cardiologia, la Chirurgia Generale, la Medicina Interna, la Medicina d'Urgenza (vicina al Pronto Soccorso), la Nefrologia e Dialisi, la Neurologia, l'Oncologia (Medicina B e Day Hospital Oncologico), l'Ortopedia e Traumatologia, l'Ostetricia e Ginecologia, l'Otorinolaringoiatria, la Pediatria e Neonatologia, il reparto SPDC della Psichiatria (Servizio Psichiatrico Diagnosi e Cura), l'Unità di Terapia Intensiva Coronarica (UTIC) e l'Urologia. I servizi di Day Hospital del Comprensorio Ospedaliero Martini sono i seguenti: Day Hospital Oncologico, Day Hospital Multispecialistico o Multidisciplinare, il Day Hospital di Pediatria ed il Day Surgery. I posti letto ordinari sono circa 200, più 20 divisi fra i servizi di Day Hospital e Day Surgery. Al piano interrato sono presenti le Camere Mortuarie e la Farmacia Ospedaliera, ed al sesto piano è situato il Centro Accoglienza e Servizi (CAS). Al piano terra è presente una grande Cappella per le necessità spirituali degli utenti e dei dipendenti.

All'interno dell'Ospedale Martini di Torino sono presenti diversi ambulatori, in cui vengono effettuate visite mediche specialistiche ed esami diagnostici di vario tipo. Sono i seguenti: Allergologia (piano terra), Anatomia Patologica (piano interrato), Endoscopia (primo piano), Gastroenterologia (primo piano), Odontostomatologia (primo piano), Patologia Clinica, Pneumologia (piano terra) e Radiologia (primo piano).

L'edificio ha una struttura portante in cemento armato, solai misti latero-cementizi e tamponamenti in laterizio.

### **2.1.1. Organizzazione padiglioni**

L'area di pertinenza del complesso ospedaliero è in totale di 20.615 metri quadrati e per la più parte occupata da edifici, viabilità, parcheggi, rampe e per la minima parte verde.

L'ingresso principale su Via Tofane, raggiungibile con due rampe ad anfiteatro, assorbe la maggior parte del flusso di entrata per visitatori, pazienti ed accesso ai locali amministrativi.

Sono inoltre attivi due altri accessi: all'area su Via Marsigli, accesso barellati al DEA ed accesso derrate alla cucina; l'altro su Via Sagra di San Michele dà accesso ai depositi merci, gas medicali ed a tutte le forniture in genere.

Esistono inoltre tre altri accessi da Via Tofane, uno al seminterrato del corpo "A", carraio, generalmente inutilizzato, e due altri pedonali relativi al corpo "C", da via Tofane per gli ambulatori e da Via Marsiglia per la scuola infermieri.

Sul lato di Via Marsigli una rampa di entrata ed uscita collega la Camera Calda del DEA con l'esterno. Sempre sul lato di Via Marsigli si possono raggiungere, mediante rampe, le cucine (fabbricato "G") ed i magazzini (fabbricato "C") oltre al nuovo fabbricato su Via Stelvio all'altezza dell'interrato destinato a depositi.

Sul lato di Via Stelvio è posto il nuovo accesso al piano rialzato dal parcheggio che svolgerà il ruolo di penetrazione al Nosocomio da parte dei visitatori.

Infine, dal lato Via Sagra di San Michele, si accede, sempre mediante rampa, al Reparto Mortuario.

Come si evince dalla descrizione dell'edificio, esso è suddiviso e organizzato in otto corpi o padiglioni, ciascuno con destinazioni d'uso differenti e ben distinte. In Figura 2.1-2 viene rappresentata la ripartizione del presidio ospedaliero nei diversi padiglioni.

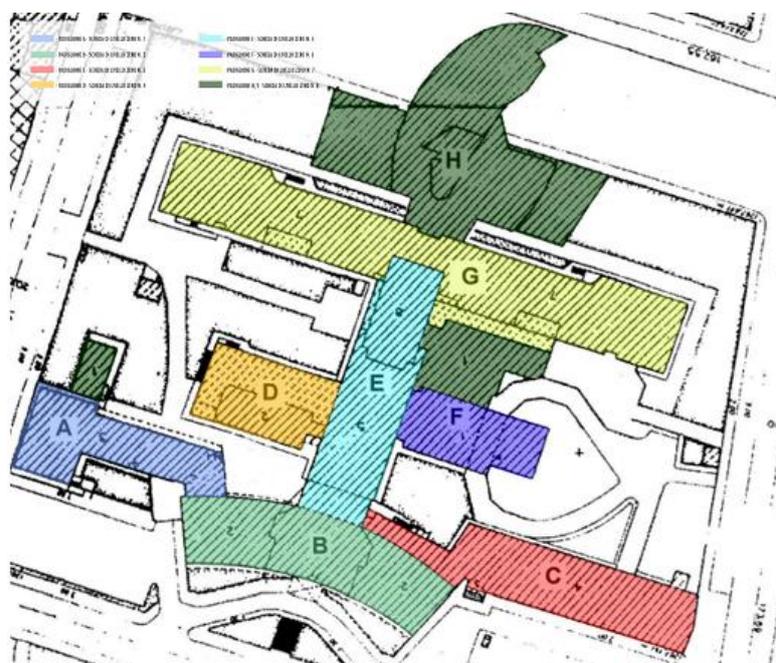


Figura 2.1-2 – Suddivisione edificio in padiglioni

Il Padiglione A posto ad Est del corpo "B" e parallelo a Via Tofane, consta attualmente di tre piani fuori terra ed uno seminterrato, edificato negli anni '70 e sopraelevato nei primi anni del 2000, ha un'area totale di 2.421 mq e le destinazioni ai vari piani sono:

- Piano Seminterrato: centrale termica, centrale frigorifera, magazzini ed archivio;
- Piano Terreno: uffici amministrativi e ambulatori, Centro Prelievi e CUP;
- Piano Primo: uffici amministrativi e ambulatori;
- Piano Secondo: uffici amministrativi.

Il Padiglione B, facente parte del nucleo originale dell'Ospedale, ha un'area totale di 5.345 mq, sviluppata su tre piani fuori terra e uno seminterrato oltre a un piano a vano tecnico, e quattro per la parte centrale in cui è sito l'atrio di accesso principale al corpo ospedaliero, ha le seguenti destinazioni:

- Piano seminterrato: cabine elettriche, vani tecnici, officina e deposito farmacia;
- Piano Terreno: uffici A.S.L, amministrativi, ambulatori e atrio principale;
- Piano Primo: laboratori di Analisi e ambulatori di Odonstomatologia;
- Piano Secondo: gruppo operatorio ampliato con finanziamenti ex art. 20 legge 67/88;
- Piano terzo: porzione del gruppo parto e vani tecnici condizionamento.

Il Padiglione C posto ad ovest del corpo "B" e parallelo a Via Tofane, è stato realizzato negli anni '70 ed ampliato e sopraelevato nei primi anni '80. Ha un'area totale pari a 3.794 mq e consta di quattro piani fuori terra ed uno seminterrato con le seguenti destinazioni:

- Piano Seminterrato: depositi, archivi;
- Piano Terreno: ambulatori;
- Piano Primo: servizio di dialisi;
- Piano Secondo: Day Surgery;
- Piano Terzo: Neuropsichiatria infantile e Fisiatria, uffici.

Il Padiglione D, situato ad Est dell'edificio "E" e perpendicolare ad esso, consta di due piani fuori terra ed uno seminterrato, ha un'area totale di 1.071 mq e presenta le seguenti destinazioni:

- Piano Seminterrato: laboratorio di Anatomico-Patologia, Reparto Mortuario;
- Piano Terreno: S.P.D.C. (Reparto di Psichiatria), cappella;

- Piano Primo: cappella (navata su due piani), servizi vari.

Il Padiglione E, collegamento primario fra le degenze (corpo "G") e gli ambulatori (corpo "B"), è il nucleo vitale dei collegamenti dell'intero ospedale, contiene le zone più tecniche (sale operatorie, sale parto, parte della Terapia Intensiva, ecc.), e collega le degenze di riferimento al D.E.A. (corpo "F"). È costituito da quattro piani fuori terra per la parte verso Via Tofane addossata al corpo "B" e sale a sette piani fuori terra per la parte in aderenza al corpo "G" destinato a degenza (porzione dedicata ai soli collegamenti verticali). La superficie totale è di 5.689 mq e le destinazioni ai piani di tale corpo sono:

- Piano Seminterrato: servizi mortuari (parte), spogliatoi personale, servizi accessori, depositi;
- Piano Terreno: degenza temporanea del DEA, parte del DEA, innesto del Reparto Psichiatrico, zona ambulatoriale, uffici, bar;
- Piano Primo: Radiologia;
- Piano Secondo: gruppo operatorio e Terapie Intensive;
- Piano Terzo: gruppo parto e Nido Neonatale;
- Piano Quarto (sottotetto): Centrale di Condizionamento e collegamenti verticali;
- Piano Quinto (sottotetto): collegamenti verticali e vani tecnici ascensori.

Il Padiglione F, sede storica del Pronto Soccorso, è un edificio di 1.637 mq a tre piani fuori terra ed uno seminterrato più ampio; negli anni '80 ha subito sopraelevazione e vari ampliamenti, tra cui quello al piano terreno con l'istituzione del D.E.A. (Dipartimento d'Emergenza e Accettazione). Le destinazioni ai piani sono le seguenti:

- Piano Seminterrato: depositi, magazzini generali, centrale di condizionamento;
- Piano Terreno: D.E.A.
- Piano Primo: radiologia;
- Piano Secondo: Terapia Intensiva.

Il Padiglione G, è l'edificio più alto del complesso che ha subito, nei primi anni del 2000, una sistemazione del complesso delle degenze e un'operazione di adeguamento normativo. Ha un'area totale di 14.674 mq, consta di sette piani fuori terra e due interrati. Le destinazioni presenti ai piani sono le seguenti:

- Piano Interrato: Centrale Termica;
- Piano Intermedio: vano tecnico di condizionamento;
- Piano Seminterrato: ex servizio lavanderia, ex stireria, ex guardaroba, mensa personale, cucina, depositi, cabina elettrica, locali per spogliatoi;
- Piano Terreno: Pneumologia, TAC, Medicina d'Urgenza;
- Piano Primo: degenze di Medicina, Oncologia e Geriatria, D.H. Chirurgia, Neurologia e servizio di Endoscopia;
- Piano Secondo: degenza di Otorinolaringoiatria, Urologia e U.O.A. Chirurgia;
- Piano Terzo: degenza di Ginecologia e Ostetricia, ambulatori ginecologia;
- Piano Quarto: divisione di Pediatria;
- Piano Quinto: degenze di Medicina Generale;
- Piano Sesto: Neuropsichiatria Infantile, servizi di Riabilitazione e Rieducazione;
- Piano Settimo (sottotetto): vani tecnici.

Il Padiglione H di è il corpo di più recente edificazione, costruito tra il 2002 e il 2010. Ha una superficie di 4.121 mq sviluppata su tre piani fuori terra con le seguenti destinazioni:

- Piano Interrato: depositi, vani tecnici;
- Piano Terreno: porticato a piloti di parcheggio pubblico, hall di entrata di ospedale, aule, locali di servizio, mensa;
- Piano Primo: degenze di Ortopedia, Nefrologia e Neurologia;
- Piano Secondo: Cardiologia, UTIC.

La suddivisione in padiglioni della struttura ne facilita la gestione in quanto permette una più veloce identificazione delle aree di quello che sarebbe altrimenti un monoblocco gigantesco. È dovuta anche ai diversi periodi di costruzione, ristrutturazione ed espansione dei diversi locali: ulteriori ampliamenti potrebbero avvenire in futuro.

Di seguito vengono riportate in Tabella 2.1.1 le dimensioni dell'edificio con la distinzione per piani e per aree ed uno specchietto riepilogativo dei dati complessivi in Tabella 2.1.2. L'altezza interpiano dei locali è pari a 3,60 metri, con altezza interna di 3,20 metri.

Tabella 11 – Suddivisione delle superfici in base alle destinazioni d'uso

Piano	destinazione d'uso	superficie [mq]
interrato	Scale	98
	locali impianti	628
	deposito/magazzini/archivi	172
	<b>Totale</b>	<b>898</b>
Piano	destinazione d'uso	superficie [mq]
seminterrato	camere mortuarie	214
	servizi sanitari	282
	mense -ex cucine	730
	spogliatoio personale	134
	uffici/locali lavoro	354
	Scale	565
	vani ascensori	49
	locali impianti	1.525
	locali deposito/magazzini	2.417
	<b>Totale</b>	<b>6.270</b>
Piano	destinazione d'uso	superficie [mq]
piano terra	degente/ambulatori/sale visita	1.021
	servizi sanitari	733
	mense/cucine/ristoro	167
	uffici/locali lavoro	1.568
	Scale	1.326
	vani ascensori	77
	locali impianti	60
	deposito/magazzini/archivi	58
aree esterne a verde	3.189	
aree esterne a pavimento	3.576	
aree esterne rampe	498	
<b>Totale</b>	<b>12.273</b>	
Piano	destinazione d'uso	superficie [mq]
piano primo	degente/ambulatori/sale visita	1.640
	servizi sanitari	2.028
	uffici/locali lavoro	379
	Scale	1.390
	vani ascensori	48
	<b>Totale</b>	<b>5.485</b>
Piano	destinazione d'uso	superficie [mq]
piano secondo	degente/ambulatori/sale visita	1.986
	servizi sanitari	1.497
	uffici/locali lavoro	384
	scale	1.258
	vani ascensori	75
	locali impianti	22
<b>totale</b>	<b>5.222</b>	
Piano	destinazione d'uso	superficie [mq]
piano terzo	degente/ambulatori/sale visita	1.422
	servizi sanitari	80
	uffici/locali lavoro	416
	scale	835
	vani ascensori	75
	locali impianti	538
	<b>totale</b>	<b>3.365</b>
	Piano	destinazione d'uso
piano quarto	degente/ambulatori/sale visita	850
	servizi sanitari	124
	scale	500
	vani ascensori	47
	locali impianti	530
	<b>totale</b>	<b>2.050</b>
	Piano	destinazione d'uso
piano quinto	degente/ambulatori/sale visita	1.024
	scale	518
	vani ascensori	53
	locali impianti	37
	<b>totale</b>	<b>1.632</b>
Piano	destinazione d'uso	superficie [mq]
piano sesto	degente/ambulatori/sale visita	704
	uffici/locali lavoro	253
	scale	509
	vani ascensori	53
	locali impianti	38
	<b>totale</b>	<b>1.557</b>

Tabella 12 – Definizione delle superfici della struttura

Suddivisione per piani	
Piano	superficie [mq]
interrato	898
seminterrato	6.270
piano terra	12.273
piano primo	5.485
piano secondo	5.222
piano terzo	3.365
piano quarto	2.050
piano quinto	1.632
piano sesto	1.557
<b>totale PRESIDIO</b>	<b>38.752</b>

Suddivisione per padiglioni	
Paglione	superficie [mq]
A	2.421
B	5.345
C	3.794
D	1.071
E	5.689
F	1.637
G	14.674
H	4.121
<b>totale PRESIDIO</b>	<b>38.752</b>

Riepilogo dimensioni	
<b>sup. totale [mq]</b>	<b>38.752</b>
<b>volum. virtuale [mc]</b>	<b>124.006</b>
<b>sup occupata [mq]</b>	<b>20.615</b>
<b>area libera [mq]</b>	<b>11.425</b>
<b>area coperta [mq]</b>	<b>9.190</b>
<b>posti letto</b>	<b>249</b>
<b>sup/posto letto [mq]</b>	<b>83</b>

## 2.2. Fruizione struttura

Un Presidio Ospedaliero è un struttura aperta e funzionante ventiquattro ore su ventiquattro per 365 giorni all'anno. A differenza di altri edifici del settore terziario come scuole o uffici non vi sono degli orari in cui rimane vuota o inutilizzata, vi è sempre del personale (sanitario e non) di turno giorno e notte, così come pazienti ricoverati nei reparti di degenza o in attesa al Pronto Soccorso.

Ci sono fasce orarie in cui i flussi di persone che entrano ed escono sono altissimi, ad esempio durante gli orari di visita per i pazienti ricoverati o durante gli orari di apertura degli ambulatori, così come altri momenti in cui il numero di persone all'interno della struttura rimane abbastanza fisso (di notte, periodo in cui fatta eccezione per eventuali urgenze all'interno della struttura vi sono solo personale di turno e pazienti ricoverati). A seconda dell'uso le diverse aree hanno orari e turni di funzionamento diversi e determinano afflussi di persone e consumi energetici differenti. Per analizzare la fruizione del presidio ospedaliero si sono suddivise le diverse zone in base alle destinazioni d'uso e per ciascuna si sono andati ricavati i dati necessari a determinarne i periodi di "funzionamento", le tipologie di attività svolte e la gestione delle stesse, in modo da poter caratterizzare l'edificio a livello di utilizzo: tale suddivisione avrà poi un riscontro pratico nel momento in cui si andrà ad analizzare il fabbisogno energetico del complesso, poiché permetterà di valutare l'andamento dei profili di consumo a seconda dell'ora e del tipo di giorno (feriale/festivo, estivo/invernale), così da poter riscontrare se i consumi di energia, ed in particolare i picchi, sono coerenti con l'uso della struttura oppure no, determinando in tal modo quale quota di energia viene eventualmente sprecata e relativamente ad essa qual è il margine di intervento su cui si può operare ai fini di una ottimizzazione energetica dell'edificio.

Si riportano in Tabella 2.2.1 le caratteristiche utili alla definizione dell'uso della struttura per ogni area funzionale, ripartite secondo i criteri riportati nel paragrafo "Consumi in campo ospedaliero e zone funzionali".

Tabella 13 – Utilizzo della struttura: tipo di attività e orari svolgimento, definito tramite colloquio con direzione sanitaria

<b>Fruizione media della struttura</b>		
Orari fruizione struttura	ore al giorno	24
	giorni alla settimana	7
	mesi all'anno	12
Numero medio occupanti	Dipendenti	
	Posti letto totali degenze	221
	Posti letto day-hospital	28

<b>Zona 1 - Alta intensità di cura</b>		
Blocco operatorio	ore al giorno	Lun - Ven 7:00 -20:00 + P.D. Sab - Dom P.D. 24 h
	ore sala operatoria all'anno	5546 ore (2016)
	Gestione	Sale operatorie sempre pronte (5 sale) Impianti sempre accesi
Day - surgery	Orario di attività	Lun - Ven 7:00 -20:00
	numero interventi annuo	2373
	Gestione	Condivisione sale blocco operatorio
Terapia intensiva	Posti letto reparto	9
	Orari turni del personale	Tre turni: 7-14:30, 14:30-22:00, 22:00-7:00
	Gestione	Accessi visitatori limitati
Anatomia patologica	Orario di attività	40 ore a settimana
	Gestione	Accesso al solo personale
Attività di pronto Soccorso e DEA	Passaggi PS all'anno (media)	70000
	Orari turni del personale	Tre turni: 7-14:30, 14:30-22:00, 22:00-7:00
Blocco parto e attività neonatali	Orari turni del personale	7:00-19:00, 19:00-7:00 da Lunedì a Domenica
	Orario accessi	12:30-16:30, 18:30-21:00
	Posti letto neonatologia+nido	13

<b>Zona 2 - Diagnostica e Laboratori</b>		
Laboratorio analisi	Orario di attività	24 h su 24, 7 gg su 7 (per Pronto Soccorso)
	Orari turni del personale	Tre turni: 7-15:00, 15:00-23:00, 23:00-7:00
Radiologia	Orario di attività	24 h su 24, 7 gg su 7
	Orari turni del personale	Tre turni: 7-14:30, 14:30-22:00, 22:00-7:00
	Note	TAC e RX Tradizionale sempre accesi per le urgenze

Zona 3 - Degenze e Reparti			
Attività di reparto/degenze	Numero ricoveri annui	11109 (2016)	
	Numero posti letto totali	221	
	Suddivisione per reparto	Cardiologia	15
		Chirurgia Generale	20
		Oncologia	6
		Medicina d'urgenza	12
		Medicina generale	30
		Medicina B	15
		Nefrologia	9
		Neonatologia	13
		Neurologia	10
Ortopedia		20	
Ostetricia	21		
Otorino	8		
Pediatria	15		
SPDC	10		
Urologia	8		
Rianimazione	6		
UTIC	3		
Orari turni del personale	Tre turni: 7-14:30, 14:30-22:00, 22:00-7:00		
Orari con maggior carico di lavoro	8:00-16:00		
Zona 4 - Ambulatori e Day Hospital			
Ambulatori	Prestazioni annue	2513519 (2016)	
	Orario di attività	8:00-16:00	
	Tipo di attività svolte	visite e prestazioni specialistiche	
Day - hospital	Numero posti letto	28	
	Orario di attività	7:00-20:00	
Zona 5 - Servizi terziari			
Servizi	Cucina	Servizio esterno	
	Orari pasti pazienti	Pranzo ore 12:00 Cena ore 19:30	
	Orari mensa dipendenti	12:30-14:30, 19:30-20:30 da Lunedì a Domenica	
	Lavanderia	Servizio esterno	
	Stireria	Servizio esterno	

Si riporta in Tabella 14 il numero di prestazioni svolte all'interno del complesso ospedaliero nell'arco dell'anno 2016:

Tabella 14 – Prestazioni ospedaliere svolte per l'anno 2016, P.O. Martini

Presidio Ospedaliero Martini - anno 2016	
Ricoveri	11.109
Prestazioni ambulatoriali Esterni e Interni	1.785.969
Prestazioni Pronto Soccorso (PS e seguiti da ricovero)	727.550
\Prestazioni totali	2.513.519
Passaggi di PS	67.542
Media prestazioni per passaggio PS	10,77
Ore di sala operatoria	5545:50:00

### 2.3. Caratteristiche Strutturali e Impiantistiche

Il presidio Ospedaliero, la cui realizzazione risale, per il corpo di fabbrica originale, alla fine degli anni '60, ha subito nel corso degli anni numerosi interventi di ampliamento, sia con l'aggiunta di corpi fabbrica, sia con l'espansione o la sopraelevazione di quelli esistenti.

In breve, al fabbricato originale, sono stati aggiunti un avancorpo sul lato Ovest (Corpo F) dove sono allocati il DEA, I Radiologia e la Rianimazione, nonché è stato sopraelevato il corpo B, aggettante sulla via Tofane per l'ampliamento e ristrutturazione del blocco operatorio nel 2000. Verso Sud è stato realizzato, sempre in quel periodo, un nuovo edificio ospitante i magazzini generali e reparti di degenza, il Padiglione H. Sul fronte di via Tofane, in più periodi a partire dalla fine degli anni '70, sono stati realizzati due edifici (Corpi A e C), dei quali uno ulteriormente sopraelevato (Corpo C), destinati rispettivamente ai servizi amministrativi e generali dell'ospedale, oppure a reparti di degenza, dialisi e ambulatori.

L'edificio ha una struttura portante in cemento armato, solai misti latero-cementizi e tamponamenti in laterizio. Il corpo di fabbrica originale è caratterizzato da una struttura in cemento armato e solette in cemento armato e laterizio, una muratura a cassa vuota, serramenti metallici con vetri singoli stratificati e una copertura in parte a falde e in parte piana. L'edificio di più recente costruzione invece presenta caratteristiche strutturali più moderne che limitano le dispersioni.

Un progetto di ristrutturazione coinvolge tutto il corpo G dedito ai reparti di degenza: il piano terreno e il piano sesto sono già stati ristrutturati, anche se quest'ultimo è al momento ancora inagibile, i piani quarto e quinto sono chiusi in quanto in corso di ristrutturazione. Tra i lavori previsti e in parte già effettuati vi è la sostituzione di tutti i serramenti vecchi di quarant'anni con dei nuovi a doppio vetro dotati di efficienza decisamente superiore.

### 2.3.1. Centrale termica

Gli impianti di riscaldamento sono stati strutturati affinché la centrale termica originale supportasse tutti gli ampliamenti effettuati o ulteriormente previsti, ad eccezione delle due palazzine A e C sul fronte di via Tofane, dotate di due separate centrali, sia pur di piccola potenzialità. Tutte e tre le centrali termiche sono già state allacciate alla rete del teleriscaldamento cittadino nel 2015 e da Ottobre 2017 è stata allacciata una quarta stazione, il cui utilizzo avverrà a partire dal 2018.



Figura 2.3-1 – Stazione teleriscaldamento, Centrale termica principale P.O. Martini

La centrale termica principale è stata prevista sin dall'origine con sistema di produzione a vapore, inizialmente con quattro generatori a vapore. Come accennato, nel corso degli ultimi anni il presidio ospedaliero è stato riconvertito all'utilizzo del teleriscaldamento, sia per il riscaldamento sia per la produzione di acqua calda sanitaria, ma in ogni caso alcuni impianti dovranno necessariamente continuare ad essere alimentati a vapore poiché sono destinati alla produzione del vapore tecnico per le sterilizzatrici del blocco operatorio, non essendo possibile un'alimentazione ad acqua calda.

Detta centrale principale è munita di tre generatori a vapore di nuova installazione, dei quali uno solo è in funzione per la produzione di vapore, mentre gli altri due svolgono esclusivamente funzione di riserva, come previsto dalla normativa vigente. I generatori hanno rispettivamente la potenza di 1698 kW e uno di 1358 kW. L'alimentazione della centrale è a gas metano per un solo generatore in utilizzo contemporaneo, causa la mancata disponibilità di combustibile in

rete; il metano è comunque allacciato dal 2015 a due generatori (uno da 1698 kW e quello da 1358 kW), mentre per il terzo (per il solo utilizzo di emergenza) l'alimentazione è a gasolio.



Figura 2.3-2 – Generatori a vapore, centrale termica principale P.O. Martini

Il sistema di espansione dell'acqua è del tipo a vaso chiuso. Tutti i circolatori sono dotati di tecnologia inverter.

La centrale è dotata di SCIA presentata ai VV.F in data 11 aprile 2016.



Figura 2.3-3 – Circolatori con inverter, Centrale termica principale P.O. Martini

Dalla centrale termica principale si diramano anche le reti di distribuzione dell'acqua calda per la produzione di ACS in tutto il corpo di fabbrica, sempre tramite i circuiti del teleriscaldamento.

Solo il sistema di riscaldamento del blocco operatorio è alimentato a vapore.



Figura 2.3-4 – Collettori di mandata, Centrale termica principale P.O. Martini

Le due centrali termiche minori hanno mantenuto un solo generatore cadauna che svolge funzione di riserva, assecondando quanto previsto dalla normativa vigente.

In Tabella 15 sono riportate le caratteristiche tecniche e di funzionamento di tutti i generatori termici.

Tabella 15 – Censimento generatori di vapore centrali termiche P.O. Martini

Macchina	Ubicazione	Alimentazione	Uso	Potenza Nominale[kW]
Generatore termico 1	Centrale termica principale via Tofane 71	Gasolio/ metano	ACS, umidificazione, sterilizzazione, riscaldamento. Ciclo continuo di funzionamento alternato con generatore 3	1358
Generatore termico 2	Centrale termica principale via Tofane 71	Gasolio	Funzione di riserva (è attivo il teleriscaldamento)	1698
Generatore termico 3	Centrale termica principale via Tofane 71	Gasolio/ metano	è attivo il sistema di teleriscaldamento, attività come generatore 1	1698
Generatore termico 4	Centrale termica via Tofane 75	Gasolio	E' attivo il teleriscaldamento, il generatore svolge funzione di riserva per riscaldamento e condizionamento	580
Generatore termico 5	Centrale termica via Tofane 67	Gasolio	E' attivo il teleriscaldamento, il generatore svolge funzione di riserva per riscaldamento e condizionamento	400

È comunque prevista la rimozione delle caldaie con il definitivo smantellamento delle centrali, al fine di eliminare anche tutte le problematiche e i costi indotti dal mantenimento “a freddo”

delle medesime (manutenzione, verifiche cisterne, adeguamenti normativi, etc.) tramite l'installazione di gruppi refrigeranti in pompa di calore, già inseriti nel progetto di adeguamento della palazzina dialisi (Padiglione C).

Per quel che riguarda il teleriscaldamento, sono presenti tre sottostazioni di allaccio e distribuzione: la sottostazione 1 di potenzialità pari a 400 kW, serve per il riscaldamento della palazzina uffici (corpo A), la sottostazione 2 di potenzialità attualmente pari a 600 kW serve per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria della palazzina ambulatori-dialisi (corpo C). È in corso di realizzazione l'ampliamento della sottostazione per la conversione del riscaldamento del blocco operatorio, unico reparto che utilizza ancora il vapore tecnico a tal fine; la sottostazione 3 è dotata di due distinti scambiatori rispettivamente di potenzialità pari a 4.500 kW e di 800 kW.

L'impianto maggiore è destinato principalmente per il riscaldamento del corpo centrale del presidio, della nuova ala (corpo H) e della palazzina degenze (corpo G) in fase di ristrutturazione; serve inoltre per la produzione dell'acqua calda sanitaria delle medesime. Infine provvede a garantire il fluido per tutte le UTA relative a DEA, Rianimazione, Radiologia, Sala Parto, Neonatologia, UTIC, palazzina degenze, UTA ala nuova e altre minori.

L'impianto minore è dedicato alla produzione di acqua calda sanitaria per i cosiddetti piani bassi, ovvero il corpo centrale del presidio non posto come alimentazione idraulica sotto gruppi di pressurizzazione.

### **2.3.2. Impianti adduzione combustibile**

Gli impianti di adduzione del gas metano sono tre: l'impianto principale che serve tutte le utenze tecnologiche della centrale termica principale del presidio, un impianto della ex cucina attualmente non in uso ma disponibile per eventuali altri utilizzi, un terzo impianto a servizio dei reparti di Laboratorio Analisi e Anatomia Patologica, per il funzionamento di alcune apparecchiature.

Gli impianti di adduzione del gasolio anche sono tre: l'impianto principale, costituito da sei cisterne delle quali solo quattro sono in uso con funzione di back-up per una caldaia della centrale termica principale del presidio; altri due impianti per le altre due centrali termiche entrambi attualmente non in uso poiché in ciascuno vi è una sola caldaia collegata in funzione di back-up; di tali caldaie è previsto lo smantellamento.

### 2.3.3. Impianti adduzione acqua potabile

Gli impianti di adduzione dell'acqua potabile sono tre: un impianto dedicato alla linea di osmosi del Reparto di dialisi, un impianto a servizio della palazzina uffici e l'impianto principale, che serve tutte le utenze del presidio, con eccezione di quanto servito dalle altre due prese.

Il Piano Regolatore Generale dell'Acqua prevede una stima media di 768 litri/giorno per posto letto di acqua potabile. Da tale dato si possono stimare i consumi di acqua per la struttura pari a circa 69'800 metri cubi/annui.

### 2.3.4. Impianti di refrigerazione

Gli impianti di refrigerazione originali sono stati completamente smantellati nel corso degli anni e sostituiti con altri più recenti. Sono state realizzate tre isole di produzione centralizzata per l'acqua refrigerata, dotate di sistemi di regolazione automatizzata per la messa in funzione e la parzializzazione dei gruppi frigo. Ciò ha consentito di razionalizzare l'accensione e lo spegnimento dei gruppi frigo, eliminando diseconomie nella produzione e distribuzione dell'acqua refrigerata.



Figura 2.3-5 – Esempio di gruppo frigo: modello TRANE CGAM

Alcuni gruppi frigo meno recenti (del 2005) non sono in grado di dialogare con i sistemi centralizzati, mentre tutti gli altri di ultima acquisizione (2013, 2014 e 2015) sono dotati di scheda di interfacciamento tipo bus e compatibili tra loro, essendo monomarca (Trane).

La palazzina degenze, in fase di ristrutturazione, è dotata di due gruppi refrigeranti indipendenti e a servizio esclusivo della medesima, così come il corpo H di più recente costruzione è servito

da gruppi refrigeranti autonomi, di nuova installazione (2014 e 2015), che garantiscono la copertura dell'edificio stesso.

Le isole di produzione centralizzata servono rispettivamente:

- Blocco DEA: il DEA e il Pronto Soccorso, Radiologia, Rianimazione e Unità coronarica, Blocco parto e blocco operatorio annesso al blocco parto;
- Blocco Sale: sale operatorie, sterilizzazione, uffici al piano secondo;
- Blocco Uffici/Anatomia: uffici al primo piano, CUP e Sala Prelievi, Laboratorio Analisi, Centro Ecografico, Ambulatori vari, Psichiatria, corridoio centrale, farmacia ospedaliera, CED, officina.

L'elenco di tutti i gruppi frigo presenti nella struttura è riportato in Tabella 16, completo di zona servita e periodo di funzionamento.

**Tabella 16 – Censimento Gruppi Frigo P.O. Martini**

<b>GF</b>	<b>zona</b>	<b>pot. Frigo [kW]</b>	<b>pot. El [kW]</b>	<b>funzionamento</b>
GF 1	GF centralizzati blocco DEA	180	66,18	da apr a ott
GF 2	GF centralizzati blocco DEA	180	66,18	da apr a ott
GF 3	GF centralizzati blocco DEA	180	66,18	da apr a ott
GF 4	GF centralizzati blocco DEA	180	62,7	da apr a ott
GF 5	GF blocco operatorio	241,3	112,5	da apr a ott
GF 6	GF blocco operatorio	186,7	86,51	da apr a ott
GF 7	GF blocco operatorio	186,7	86,51	da apr a ott
GF 8	GF corpo H	230	88,1	da apr a ott
GF 9	GF locale citostatici	55	19,7	da apr a ott
GF 10	GF anatomia e palazzina uffici	180	62,7	da apr a ott
GF 11	GF anatomia e palazzina uffici	180	62,7	da apr a ott
GF 12	GF anatomia e palazzina uffici	180	62,7	da apr a ott
GF 13	GF odontostomatologia	55	19,7	da apr a ott
GF 14	GF locale TAC	30	18,1	da apr a ott
GF 15	GF corpo G ristrutturato	769	270	da apr a ott
GF 16	GF corpo G ristrutturato	769	270	da apr a ott

Alcune aree del presidio ospedaliero non sono ancora dotate di gruppi centralizzati, per cui sono fornite di impianti split. In Tabella 17 vi è il censimento di tali sistemi con annessa la zona asservita. Essendo in atto un progetto di ristrutturazione e adeguamento che prevede la fornitura e posa di gruppi refrigeranti nuovi e l'ampliamento delle attuali isole climatizzate, nel corso del prossimo anno tutti gli split verranno dismessi e sostituiti dagli impianti in fase di completamento.

Tabella 17 – Censimento impianti split P.O. Martini, suddivisione per zone servite

zona servita da split	quantità
Ced piano interrato	4
appartamento cappellano	1
Dialisi - piano terra	11
Dialisi - primo piano	10
Dialisi - secondo piano	10
Psichiatria	7
Ala centrale _ secondo piano	1
Sala conferenze	1
Radiologia	5
Locali cabine elettriche	4
Centrale termica	1
Ambulatori piano terra	20
Odontostomatologia - piano primo	3
Portineria - piano terra locale centralino	1
Piano terra - interno uffici	1
Farmacia	5
otorino-urologia	2
endoscopia piano primo	8
neurologia - piano primo	5
Pediatria - piano terra	1
Medicina d'urgenza	3
Camera calda 118	1
Codice bianco piano terra	1
Sert	1
Ecodoppler	2
Distribuzione farmaci	1
Portatili	30
	140

### 2.3.5. Impianti di ventilazione

Gli impianti con UTA, quindi a ricambi totali o con integrazioni locali mediante unità idroniche, sono riferiti ai reparti:

- DEA-Pronto Soccorso
- Radiologia
- Rianimazione – Unità coronarica
- Blocco parto
- Blocco operatorio annesso al blocco parto
- Sale operatorie

- Sterilizzazione
- Uffici piano 2°
- Laboratorio Analisi
- Centro Ecografico
- Ambulatori.

L'elenco delle unità presenti, correlato dalle caratteristiche tecniche, è riportato in Tabella 18.

Tabella 18 – Censimento Unità Trattamento Aria presenti nel P.O. Martini

UTA	zona	Pot. Installata mandata [kW]	Pot. Installata ripresa/estrazione [kW]	funzionamento
UTA 1	radiologia	5,50	0,75	24/24 h
UTA 2	pronto soccorso - dea	13,00	0,00	24/24 h
BOOSTER	PS - Locali interventi emergenza	4,00	0,00	24/24 h
UTA 3	blocco parto e nido - aria primaria nido	0,50	0,00	24/24 h
UTA 4	blocco parto e nido - sale operatorie	7,50	3,00	24/24 h
UTA 5	blocco parto e nido - sale parto	4,00	2,20	24/24 h
UTA 6	Rianimazione - UTIC	0,40	0,00	24/24 h
UTA 7	Rianimazione - corridoio e studi medici	1,50	0,82	24/24 h
UTA 8	blocco operatorio - Sala E	3,00	0,75	24/24 h
UTA 9	blocco operatorio - Sale C e D	4,00	1,50	24/24 h
UTA 10	blocco operatorio - Sala F	11,00	4,00	24/24 h
UTA 11	blocco operatorio - Sala sterilizzazione	5,50	3,00	24/24 h
UTA 12	blocco operatorio - locali spogliatoi	5,50	2,20	24/24 h
UTA 13	blocco operatorio - Sale A e B	11,00	4,00	24/24 h
UTA 14	corpo H lato est	5,50	2,20	24/24 h
UTA 15	corpo H lato ovest	5,50	2,20	24/24 h
UTA 16	corpo H - UTIC	5,50	2,20	24/24 h
UTA 17	locale citostatici primo piano	1,33	0,22	24/24 h
UTA 18	camera mortuaria	0,10		24/24 h
UTA 19	anatomia patologica	0,37		24/24 h
UTA 20	uffici nuova elevazione 2 piano	2,79	0,75	quasi sempre off
UTA 21	uffici CUP piano terra	0,09		24/24 h
UTA 22	ambulatori piano terra	0,11		24/24 h
UTA 23	laboratorio analisi	0,09		24/24 h
UTA 24	odontostomatologia	0,11		24/24 h
UTA 25	TAC piano terra	1,33	0,22	24/24 h
UTA 26	corpo G	18,50	7,50	24/24 h
UTA 27	corpo G	18,50	7,50	24/24 h

### 2.3.6. Regolazione impianti di riscaldamento e raffrescamento

La termoregolazione della palazzina degenze, ossia il corpo G, è in fase di sostituzione, in concomitanza con l'avanzamento delle lavorazioni per l'adeguamento ex art. 20, con l'installazione di sistemi integrati di controllo centralizzato per ogni singolo ambiente. La palazzina uffici è dotata di sistemi di automazione a tempo per l'accensione e lo spegnimento di tutti i terminali di erogazione del calore, suddivisi per piano e/o per zone.

Tutti gli impianti di unità di trattamento aria sono dotati di sistemi automatici di regolazione dei parametri microclimatici.

I sistemi di regolazione degli impianti di riscaldamento sono di diversa tipologia e si possono sostanzialmente suddividere per le seguenti tipologie:

- Impianti con radiatori
- Impianti con sistemi idronici
- Impianti con UTA

Gli impianti con radiatori, che sostanzialmente contraddistinguono il corpo di fabbrica originale e la palazzina ambulatori/dialisi, sono riscaldati tramite teleriscaldamento e la regolazione degli ambienti avviene mediante centraline di regolazione a curva climatica.

Va precisato che tutta la palazzina degenze, collegata al corpo di fabbrica originale, è sottoposta a ristrutturazione e i nuovi impianti prevedono sistemi idronici con regolazione centralizzata e comandi di variazione minima in ogni ambiente, nonché una UTA centralizzata per i ricambi aria, anch'essa alimentata tramite teleriscaldamento. Analogo ragionamento va fatto per la palazzina ambulatori/dialisi, dove sono in fase avanzata di progettazione gli interventi per la ristrutturazione dei piani.

Gli impianti con sistemi idronici sono stati realizzati presso la palazzina uffici, CUP e Sala Prelievi, nonché in altri locali del presidio.

La regolazione del funzionamento degli impianti avviene con le differenti modalità a seconda della zona servita dall'impianto. Gli impianti dei reparti di DEA – Pronto Soccorso e Radiologia sono dotati di centralina di regolazione che gestisce tutte le regolazioni sia delle UTA, sia dei terminali idronici presenti nei singoli ambienti; gli utenti possono apportare limitate variazioni agendo sui termostati dei ventilconvettori. Il funzionamento è continuo.

Gli impianti dei reparti di Rianimazione – Unità coronarica, Blocco Parto, Blocco operatorio annesso al blocco parto, Sale operatorie, Sterilizzazione sono dotati di centralina di regolazione, che gestisce tutte le regolazioni delle UTA.

Gli impianti degli uffici al secondo piano sono dotati di centralina di regolazione che gestisce tutte le regolazioni della UTA (spenta su richiesta della Direzione Sanitaria), gli utenti possono apportare limitate variazioni agendo sui termostati mentre per i ventilconvettori presenti nei singoli ambienti sul circuito vi è un interruttore orario per lo spegnimento nelle ore notturne e nelle giornate non lavorative.

Negli uffici al primo piano, CUP e Sala Prelievi, nel Centro Ecografico e negli Ambulatori sono presenti termostati ambiente in ogni locale, che comandano i terminali idronici: sul circuito elettrico dedicato è presente un interruttore orario per lo spegnimento nelle ore notturne e nelle giornate non lavorative. Nel Laboratorio Analisi invece sul circuito elettrico non è presente alcun sistema di limitazione in quanto l'attività presente è di tipo 24/24 h.

La nuova ala di degenze del presidio è composta di UTA per i ricambi aria, dotata di centralina di regolazione nonché di radiatori ambiente, gestiti sempre tramite centralina.

Nel reparto di Psichiatria i terminali idronici sono coordinati tramite telecomandi in dotazione al personale di reparto, sul circuito elettrico dedicato non è presente alcun sistema di limitazione, in quanto l'attività presente è di tipo 24/24 h.

Per quel che riguarda il blocco comprendente la Farmacia ospedaliera, il CED e l'Officina l'impianto è in fase di ultimazione: saranno presenti termostati in ogni locale che comandano i terminali idronici. Sul circuito elettrico dedicato presso l'officina sarà presente un interruttore orario per lo spegnimento nelle ore notturne e nelle giornate non lavorative, mentre per quanto riguarda Farmacia e CED non è possibile limitare le ore di funzionamento.

### **2.3.7. Impianti elettrici**

L'impianto elettrico di alimentazione del presidio ospedaliero ha subito negli anni diverse modifiche per poter alimentare tutti i vari corpi di fabbrica e soprattutto per il continuo aumento ed utilizzo di apparecchiature elettriche e della relativa potenza elettrica di assorbimento. La consistenza attuale dell'impianto elettrico risulta essere la seguente: il Presidio Ospedaliero è alimentato in media tensione a 6.3 kV dal Distributore (sono presenti due distinte forniture delle quali una in riserva calda) e possiede un'architettura distributiva

interna articolata su tre cabine MT/BT denominate rispettivamente CE1, CE2, CE3. La cabina CE1 è la principale e da essa vengono alimentate le altre due. La configurazione dello schema elettrico di distribuzione interno al Presidio risulta essere di tipo radiale semplice.

### 2.3.7.1. Cabine elettriche

Il corpo principale dell'Ospedale è alimentato dalla cabina CE1 nella quale si trovano tre trasformatori da 630 kVA, tensione 6.3kV/400V, dei quali uno è in riserva fredda.

Il corpo H è alimentato dalla cabina CE2 nella quale vi è un solo trasformatore da 630 kVA e tensione 6.3kV/400V con doppio primario (già predisposto per il futuro allaccio alla rete a 22 kV).

Il corpo G è alimentato dalla cabina CE3 di recente realizzazione nella quale si trovano due trasformatori in parallelo da 1600 kVA, tensione 6.3kV/400V, con doppio primario, anch'essi già predisposti per il futuro allaccio alla rete a 22 kV, dei quali momentaneamente uno è in riserva fredda.



Figura 2.3-6 – Cabine elettriche: CE 3 (sinistra) e CE1 (destra), P.O. Martini

Le cabine CE1 e CE2 possiedono due gruppi elettrogeni ubicati presso l'area attigua alla CE1 per i servizi di emergenza, mentre la CE3 risulta avere un proprio gruppo elettrogeno nella propria

area di pertinenza per i servizi di emergenza. Il presidio Ospedaliero risulta inoltre dotato di 12 gruppi di continuità (o UPS, *Uninterruptible Power Supply*) che garantiscono la sezione elettrica di continuità ove prevista. In ogni cabina le utenze in bassa tensione sono suddivise in tre sezioni: normale, privilegiata e di sicurezza. La sezione normale raggruppa le utenze non collegate ai gruppi elettrogeni, si tratta infatti di quelle utenze che non necessitano di continuità di servizio (ad esempio sterilizzazione, lavanderia, ambulatori) e di quelle che invece hanno consumi troppo elevati per poter funzionare collegate ai gruppi di continuità. La sezione privilegiata comprende invece le utenze collegate al gruppo elettrogeno ma non dotate di gruppo UPS, si tratta di quei servizi per cui una eventuale mancanza di corrente per un breve periodo breve (di solito occorre circa una mezz'ora affinché entrino in funzione i gruppi elettrogeni alimentati da motori Diesel) non causa problemi. La sezione di sicurezza invece è composta dalle utenze per cui è obbligatorio garantire la continuità di servizio, per cui sono collegate ai gruppi UPS.



Figura 2.3-7 – Utenze in bassa tensione, CE1, P.O. Martini

La potenza elettrica complessiva media di assorbimento reale di 1250 kVA, il sistema elettrico di tipo TN-S.

L'Ente Distributore (AEM) sta attualmente dismettendo tutta la propria rete in media tensione a 6.3 kV sostituendola con una nuova a 22 kV ed alla luce del prossimo completamento delle lavorazioni ex art.20 all'interno della palazzina del corpo G e del conseguente aumento di potenza elettrica assorbita, sono stati previsti una serie di interventi per poter dotare il Presidio Ospedaliero di una cabina elettrica di ricezione per la nuova tensione di 22 kV, quella che sarà la CEO, ed i relativi lavori di adeguamento elettrico di ciascuna delle cabine elettriche esistenti.

### 2.3.8. Impianti di illuminazione

I sistemi di illuminazione sono per la maggior parte dotati di lampade a fluorescenza. Nel periodo tra fine 2015 ed inizio 2016, nel processo di adeguamento degli impianti elettrici soprattutto in ottica di risparmio energetico, sono state compiute alcune opere di sostituzione di plafoniere esistenti obsolete con plafoniere con tecnologia led che prevedono un minore consumo energetico. Coerentemente con tale intervento, nel corso degli anni a venire man mano che i sistemi di illuminazione necessiteranno di manutenzione e sostituzione verranno rimpiazzati da plafoniere con tecnologia LED.

In Tabella 19 sono riportate la quantità e la tipologia di plafoniere presenti nell'edificio.

Tabella 19 – Censimento apparecchi illuminanti P.O. Martini

Tipo lampada	Quantità
Fluorescente 2x18W	76
Fluorescente 4x18W	928
Fluorescente 1x36W	114
Fluorescente 2x58W	79
Fluorescente 2x36W	619
Fluorescente 1x18W	86
Fluorescente 1x58W	59
Fluorescente 3x58W	25
fluorescente 2x35W	646
fluorescente 4x14W	585
fluorescente 1x35W	96
fluorescente 2x26W	467
fluorescente 1x28W	23
fluorescente 2x28W	94
Led alta efficienza	141
fluorescente 1x26W	185
fluorescente 1x24W	455
	<b>4678</b>

### 2.3.9. Impianti elevatori

Gli impianti elevatori del presidio sono stati adeguati elettricamente con nuovi quadri elettrici aventi tecnologia inverter che consente di modulare il numero di giri dei motori di trazione rispetto alla effettiva richiesta di potenza elettrica di trazione per la movimentazione degli argani, con conseguente minor consumo di energia elettrica.

Il presidio ospedaliero è predisposto a livello impiantistico per 20 ascensori, ma attualmente ne sono stati installati solo 17.

Tabella 20 – Censimento impianti elevatori P.O. Martini

Presidio	N° impianto	N° matricola	N° di fermate
PRESIDIO OSPEDALIERO MARTINI Via Tofane, 71 - TORINO	1) 1006/09	1272/4453	3
	2) SF024665	21496	5
	4) SF024667	21486	8
	5) SF024668	21487	8
	6) SF024669	21491	8
	7) SF024670	21492	8
	8) SF024671	21495	8
	9) SF024672	21488	8
	10) 54KG9824	21490	8
	11) SF024674	21494	10
	13) CC004703	31901	5
	14) CC004701	31899	5
	15) CC004702	31900	5
	17) SH024648	TO/100304/98	4
	18) SH024647	TO/100303/98	4
	19) 22N44375	TO 1272/1192	4
	20) SH024649	TO/100305/98	2

### 2.3.10. Gestione impianti elettrici

Il funzionamento e l'utilizzo degli apparecchi per l'illuminazione esterna, così come di motori, ventilatori, estrattori, etc. per le varie tipologie impiantistiche, è regolato da sistemi di spegnimento ed accensione, che con l'ausilio di dispositivi crepuscolari, timer ed orologi dovrebbero garantire l'utilizzo di energia elettrica in maniera ponderata ed in prospettiva di risparmio energetico. Tuttavia, dai sopralluoghi effettuati è emerso che non tutti i dispositivi di regolazione vengono sfruttati e alcuni sistemi risultano sempre attivi.

Per quel che riguarda l'illuminazione standard non esiste regolazione, accensione e spegnimento sono a carico degli utenti.

# Capitolo 3 – L’Inventario Energetico

## 3.1. Consumi termici

### 3.1.1. Raccolta bollette

Al fine di definire i consumi termici del presidio ospedaliero oggetto d’analisi sono state raccolte le bollette degli ultimi tre anni (2015, 2016, 2017) riguardanti la fornitura di gas metano ed il teleriscaldamento. Per meglio comprendere tali dati, si è fatto riferimento alle temperature medie mensili registrate dall’ARPA<sup>7</sup> presso la stazione meteorologica di Torino Alenia, in quanto è quella più vicina al sito oggetto d’analisi.

Vengono riportate una serie di tabelle e grafici contenenti le bollette e le fatturazioni raccolte per i tre anni, il fabbisogno termico risultante e la media mensile ed annuale calcolata sui tre anni. Bisogna tener presente che il passaggio dall’alimentazione a gasolio a quella a metano per i generatori di vapore è avvenuto nel maggio 2016, per cui prima di tale data i consumi di gas registrati sono praticamente nulli (come si evidenzia in Tabella 21), in quanto gli impianti di adduzione erano attivi ma non utilizzati.

Tabella 21- Bollette gas metano, anno 2015, P.O. Martini

<b>CONSUMI MARTINI ANNO 2015 - GAS METANO</b>			
<b>Periodo</b>	<b>T media °C</b>	<b>consumi [Smc]</b>	<b>Spesa [€]</b>
gen	5,3	2	€ 12,64
feb	5	2	€ 12,64
mar	10,8	2	€ 12,64
apr	14,9	1	€ 12,64
mag	19	2	€ 12,64
giu	23,3	1	€ 12,64
lug	29,6	1	€ 12,64
ago	25,1	1	€ 12,64
set	20,5	2	€ 12,64
ott	13,6	1	€ 12,64
nov	9,2	3	€ 12,64
dic	5,9	4	€ 12,64
<b>TOTALE 2015</b>	<b>15,2</b>	<b>22</b>	<b>€ 151,68</b>

<sup>7</sup> Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Piemonte

Tabella 22 – Bollette gas metano, anno 2016, P.O. Martini

<b>CONSUMI MARTINI ANNO 2016 - GAS METANO</b>			
<b>Periodo</b>	<b>T media °C</b>	<b>consumi [Smc]</b>	<b>Spesa [€]</b>
gen	5,5	1	€ 128,91
feb	7,1	1	€ 128,91
mar	9,8	1	€ 128,91
apr	14,5	1	€ 130,22
mag	16,6	19018,88	€ 13.854,00
giu	21,2	15358,12	€ 2.404,62
lug	24,6	15627	€ 9.341,17
ago	23,9	23626	€ 7.753,65
set	21,1	17528	€ 5.416,62
ott	13,1	20709	€ 6.336,32
nov	8,8	21228	€ 6.487,43
dic	4,9	21604	€ 6.598,89
<b>TOTALE 2016</b>	<b>14,3</b>	<b>154703</b>	<b>€ 58.709,65</b>

Tabella 23 – Bollette gas metano, anno 2017, P.O. Martini

<b>CONSUMI MARTINI ANNO 2017 - GAS METANO</b>			
<b>Periodo</b>	<b>T media °C</b>	<b>consumi [Smc]</b>	<b>Spesa [€]</b>
gen	2,7	23199	€ 8.195,11
feb	6,7	18029	€ 9.638,06
mar	12,4	18177	€ 6.206,90
apr	14,4	17298	€ 5.902,90
mag	18,6	17876	€ 5.166,98
giu	23,8	12998	€ 3.813,42
lug	24,6	13426	€ 8.153,49
ago	25,3	13621	€ 8.268,60
set	18,4	16029	€ 9.690,25
ott	15,4	15123	€ 4.742,19
nov	8,0	22420	€ 6.921,19
dic	2,2	22268	€ 6.592,14
<b>TOTALE 2017</b>	<b>14,4</b>	<b>210464</b>	<b>€ 83.291,23</b>

Un grafico raffigurante l'andamento dei consumi nel periodo da gennaio 2015 ad aprile 2016 sarebbe stato insignificante, indi per cui è stato omissso. Per la stessa ragione risulta difficile effettuare un confronto sul trend registrato nei tre anni presi in considerazione.

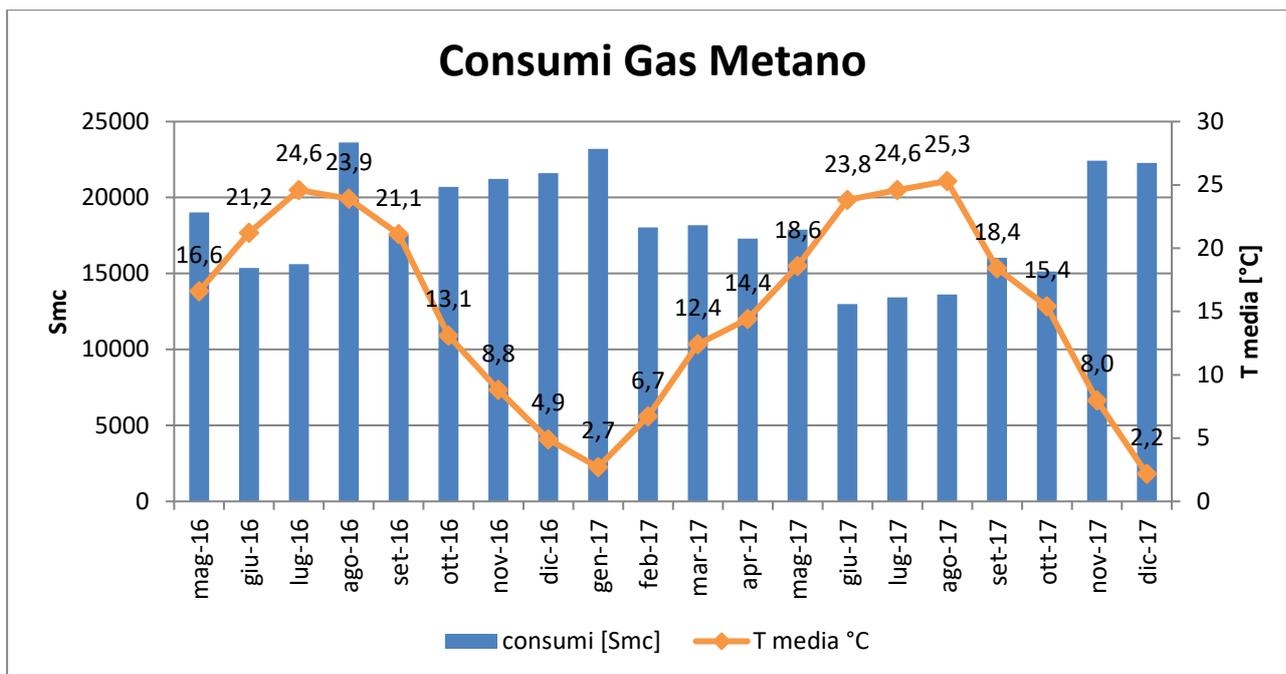


Figura 3.1-1 – Andamento consumi gas metano in correlazione alla T media esterna, P.O. Martini

Alla luce di conguagli, accrediti e addebiti, un paragone in termini di spesa mensile è poco consistente, per cui non è stato riportato.

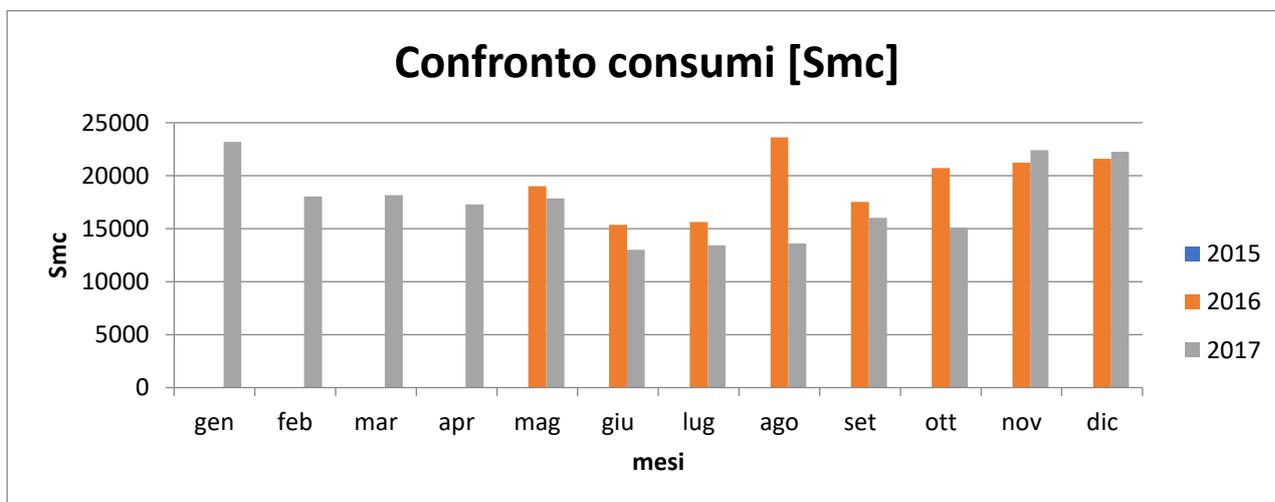


Figura 3.1-2 – Confronto consumi di gas metano sul triennio, P.O. Martini

Come già spiegato, il confronto tra i consumi di gas metano fatturati nei tre anni esaminati è poco rilevante e comunque è possibile solo nei mesi da maggio a dicembre tra il 2016 e il 2017, per la restante parte del periodo considerato non ci sono valori di riferimento.

Il consumo di gas naturale del presidio ospedaliero, calcolato sulla media dei tre anni, è il seguente:

Tabella 24 – Consumi di gas metano mediati sui tre anni, P.O. Martini

<b>CONSUMI MARTINI media triennio - GAS METANO</b>			
<b>Periodo</b>	<b>T media °C</b>	<b>consumi [Smc]</b>	<b>Spesa [€]</b>
gen	4,5	7734,00	2778,89
feb	6,3	6010,67	3259,87
mar	11,0	6060,00	2116,15
apr	14,6	5766,67	2015,25
mag	18,1	12298,96	6344,54
giu	22,8	9452,37	2076,89
lug	26,3	9684,67	5835,77
ago	24,8	12416,00	5344,96
set	20,0	11186,33	5039,84
ott	14,0	11944,33	3697,05
nov	8,7	14550,33	4473,75
dic	4,3	14625,33	4401,22
<b>TOTALE</b>	<b>14,6</b>	<b>121729,6667</b>	<b>€ 47.384,19</b>

In Figura 3.1-3 ne è riportato l'andamento: è evidente che il valore mediato sui tre anni è poco significativo a causa del diverso funzionamento riscontrato. Per tale ragione per valutare un consumo medio, conviene riferirsi a quello registrato per l'anno 2017.

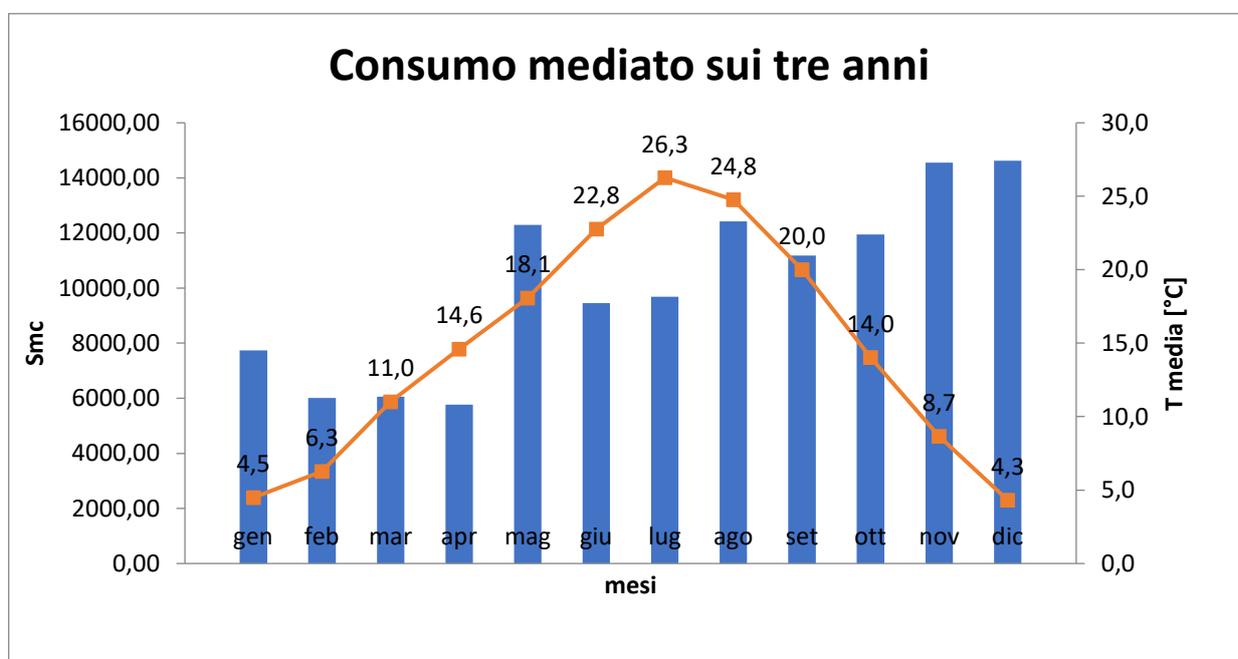


Figura 3.1-3 – Andamento mensile medio dei consumi di gas metano, P.O. Martini

Per quel che concerne il teleriscaldamento invece la fornitura delle tre stazioni allacciate è cominciata proprio nel 2015. Nell'ottobre 2017 è stata aggiunta una quarta stazione il cui

funzionamento comincerà da gennaio 2018, per cui non influisce sui consumi attualmente registrati ed un confronto tra i tre diversi anni considerati risulta ragionevole.

Tabella 25 – Bollette teleriscaldamento, anno 2015, P.O. Martini

CONSUMI MARTINI ANNO 2015 - TELERISCALDAMENTO					
Periodo	T media °C	consumi [Mcal]	Prezzo [€/Mcal]	effetto utile [kWh]	Spesa [€]
gen	5,3	693202	0,0785976	725106,6946	€ 54.484,01
feb	5	655388	0,0785976	685552,3013	€ 51.511,92
mar	10,8	569707	0,0785976	595927,8243	€ 44.777,60
apr	14,9	211942,19	0,0750388	221696,8515	€ 15.903,89
mag	19	240201,14	0,0541008	251256,4226	€ 12.995,07
giu	23,3	81184	0,0541008	84920,50209	€ 4.392,12
lug	29,6	58136	0,053273	60811,71548	€ 3.097,08
ago	25,1	118422	0,053273	123872,3849	€ 6.308,70
set	20,5	115756	0,0535273	121083,682	€ 6.196,11
ott	13,6	417034	0,074861	436228,0335	€ 31.219,58
nov	9,2	482365	0,074861	504565,8996	€ 36.110,33
dic	5,9	613094	0,074861	641311,7155	€ 45.896,83
<b>TOTALE 2015</b>	<b>15,2</b>	<b>4256431,33</b>	<b>0,066974125</b>	<b>4452334,027</b>	<b>€ 312.893,24</b>

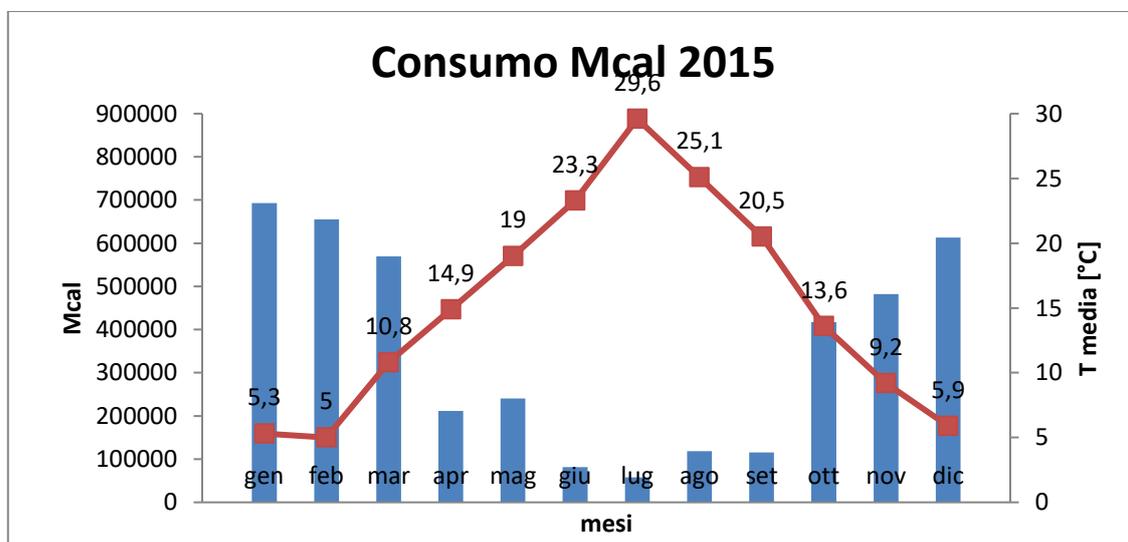


Figura 3.1-4 – andamento consumi TLR rispetto alla T media esterna. 2015, P.O. Martini

Tabella 26 – Bollette teleriscaldamento, anno 2016, P.O. Martini

CONSUMI MARTINI ANNO 2016 - TELERISCALDAMENTO					
Periodo	T media °C	consumi [Mcal]	Prezzo [€/Mcal]	effetto utile [kWh]	Spesa [€]
gen	5,5	655113,6	0,0724415	685265,272	€ 47.457,41
feb	7,1	513058,8	0,0724415	536672,3849	€ 37.166,75
mar	9,8	479966,96	0,0724415	502057,4895	€ 34.769,53
apr	14,5	279519,39	0,0654879	292384,2992	€ 18.305,14

mag	16,6	193015,25	0,0472148	201898,7971	€ 9.113,18
giu	21,2	138460	0,0472148	144832,636	€ 6.537,36
lug	24,6	121690	0,0480226	127290,795	€ 5.843,87
ago	23,9	156176	0,0480226	163364,0167	€ 7.499,98
set	21,1	155316	0,0480226	162464,4351	€ 7.458,68
ott	13,1	412051,8	0,0684181	431016,5272	€ 28.191,80
nov	8,8	631996,6	0,0684181	661084,3096	€ 43.240,01
dic	4,9	853549,8	0,0684181	892834,5188	€ 58.398,26

<b>TOTALE 2016</b>	<b>14,3</b>	<b>4589914,2</b>	<b>€ 0,06</b>	<b>4801165,481</b>	<b>€ 303.981,95</b>
--------------------	-------------	------------------	---------------	--------------------	---------------------

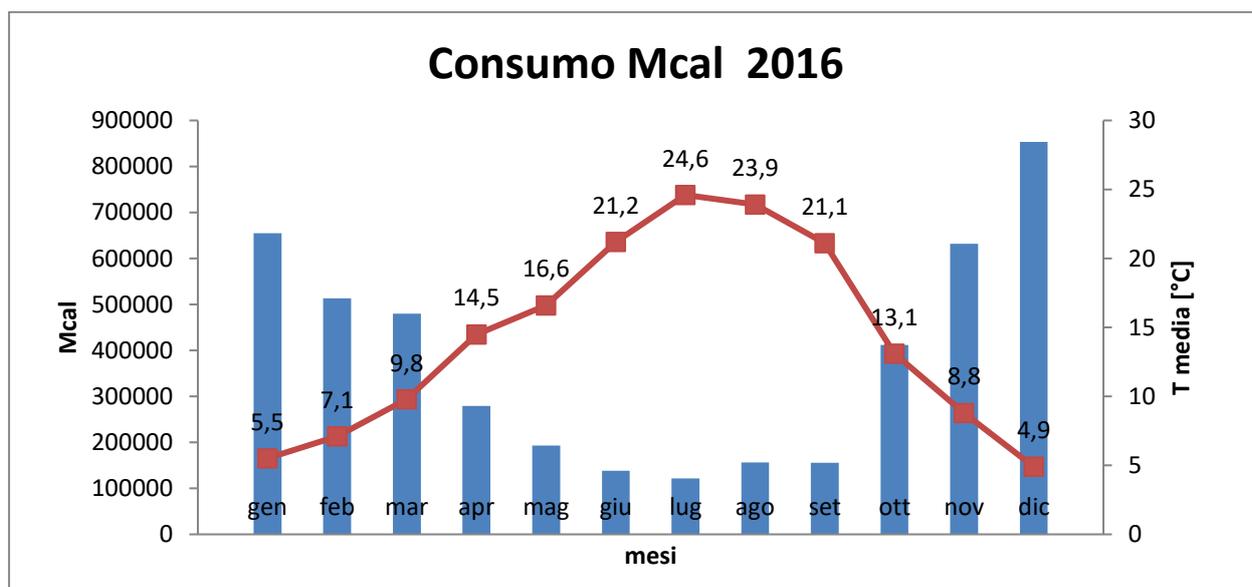


Figura 3.1-5 – Andamento consumi TLR rispetto alla T media esterna. 2016, P.O. Martini

Tabella 27 – Bollette teleriscaldamento, anno 2017, P.O. Martini

CONSUMI MARTINI ANNO 2017 - TELERISCALDAMENTO					
Periodo	T media °C	consumi [Mcal]	Prezzo [€/Mcal]	effetto utile [kWh]	Spesa [€]
gen	2,7	982283,2	0,071135	1027492,887	€ 69.874,72
feb	6,7	700839,8	0,071135	733096,0251	€ 49.854,24
mar	12,4	533630	0,071135	558190,3766	€ 37.959,77
apr	14,4	352625,3	0,0700004	368854,9163	€ 24.683,91
mag	18,6	272844,1	0,0504682	285401,7782	€ 13.769,95
giu	23,8	189767,6	0,0504682	198501,6736	€ 9.577,23
lug	24,6	150199	0,0483849	157111,9247	€ 7.267,36
ago	25,3	182285,6	0,0483849	190675,3138	€ 8.819,87
set	18,4	182019	0,0483849	190396,4435	€ 8.806,97
ott	15,4	363814,4	0,0683946	380558,9958	€ 24.882,94
nov	8,0	646320,0791	0,0683946	676067,0283	€ 44.204,80
dic	2,2	1124423,4	0,0683946	1176175,105	€ 76.904,49
<b>TOTALE 2017</b>	<b>14,4</b>	<b>5681051,479</b>	<b>€ 0,06</b>	<b>5942522,468</b>	<b>€ 376.606,25</b>

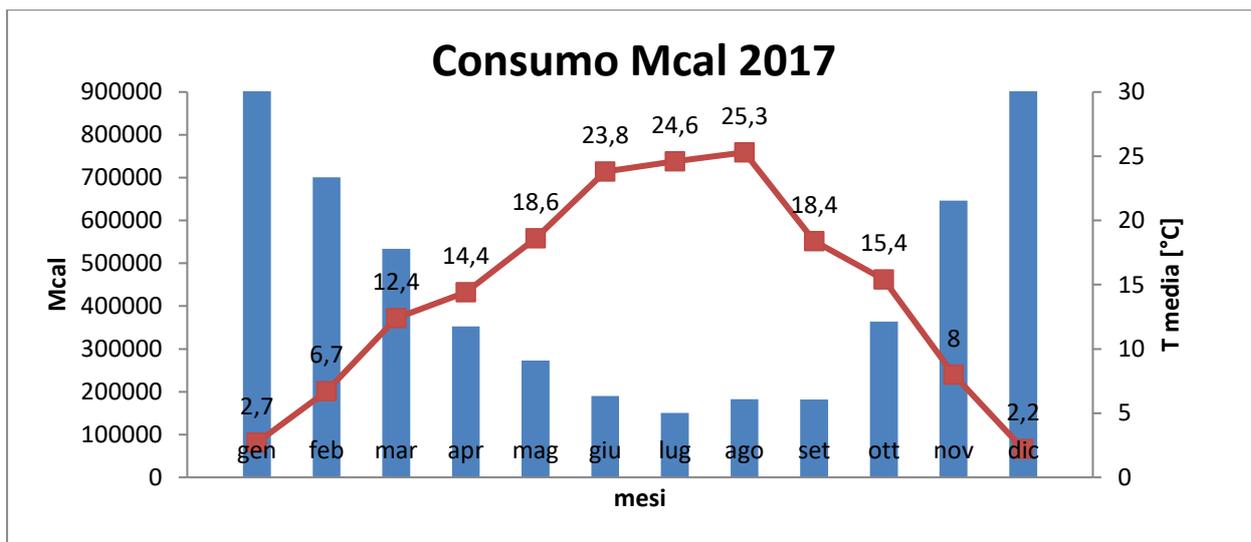


Figura 3.1-6 – Andamento consumi TLR rispetto alla T media esterna. 2017, P.O. Martini

Mettendo a confronto gli andamenti mensili per i tre anni ciò che risulta è rappresentato in Figura 3.1-7. Non sono state riscontrate particolari anomalie, il trend dei consumi è giustamente coerente con quello della temperatura esterna: minore è la temperatura esterna, maggiore è il fabbisogno termico per di riscaldamento. Vi è quindi una decrescita dei consumi andando dalle condizioni climatiche invernali a quelle miti e poi estive da gennaio ad agosto, ed analogamente si ha un aumento in senso inverso da settembre a dicembre.

L'andamento in termini di spesa non è stato riportato perché proporzionale a quello dei consumi, dal momento che la misurazione e la fatturazione sono più precise rispetto a quanto avviene per il gas metano.

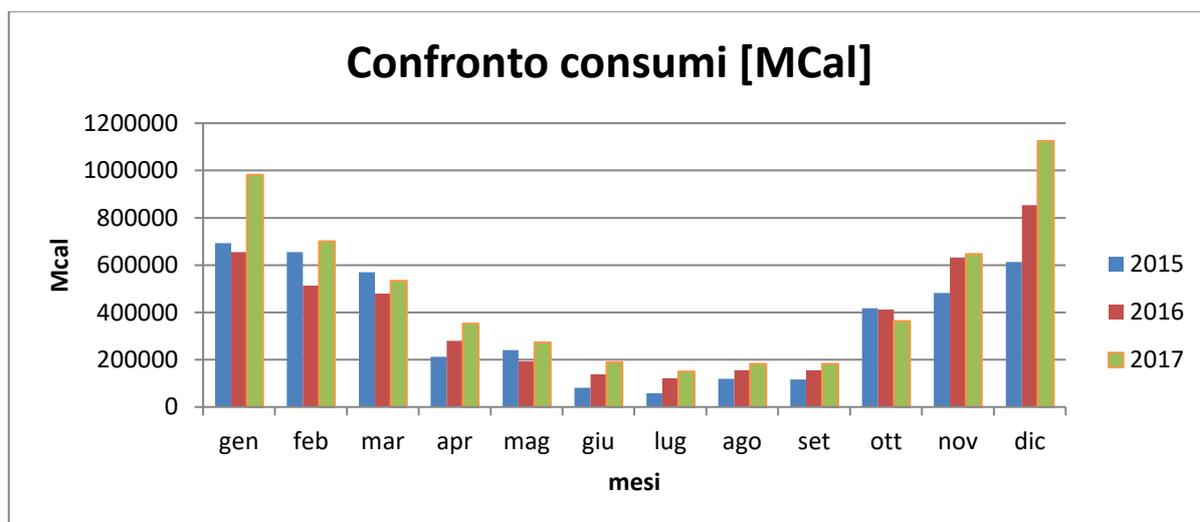


Figura 3.1-7 – Confronto consumi TLR sul triennio, P.O. Martini

La media mensile calcolata sul triennio è quella riportata in Tabella 28.

Tabella 28 – Consumi teleriscaldamento mediati sui tre anni, P.O. Martini

CONSUMI MARTINI media triennio - TELERISCALDAMENTO					
Periodo	T media °C	consumi [Mcal]	Prezzo [€/Mcal]	effetto utile [kWh]	Spesa [€]
gen	4,5	776866,27	€ 0,07	812621,6179	€ 57.272,05
feb	6,3	623095,53	€ 0,07	651773,5704	€ 46.177,64
mar	11,0	527767,99	€ 0,07	552058,5635	€ 39.168,97
apr	14,6	281362,29	€ 0,07	294312,0223	€ 19.630,98
mag	18,1	235353,50	€ 0,05	246185,666	€ 11.959,40
giu	22,8	136470,53	€ 0,05	142751,6039	€ 6.835,57
lug	26,3	110008,33	€ 0,05	115071,4784	€ 5.402,77
ago	24,8	152294,53	€ 0,05	159303,9052	€ 7.542,85
set	20,0	151030,33	€ 0,05	157981,5202	€ 7.487,25
ott	14,0	397633,40	€ 0,07	415934,5188	€ 28.098,11
nov	8,7	586893,89	€ 0,07	613905,7458	€ 41.185,05
dic	4,3	863689,07	€ 0,07	903440,4463	€ 60.399,86
<b>TOTALE</b>	<b>14,6</b>	<b>4842465,67</b>	<b>€ 0,06</b>	<b>5065341</b>	<b>€ 331.160,48</b>

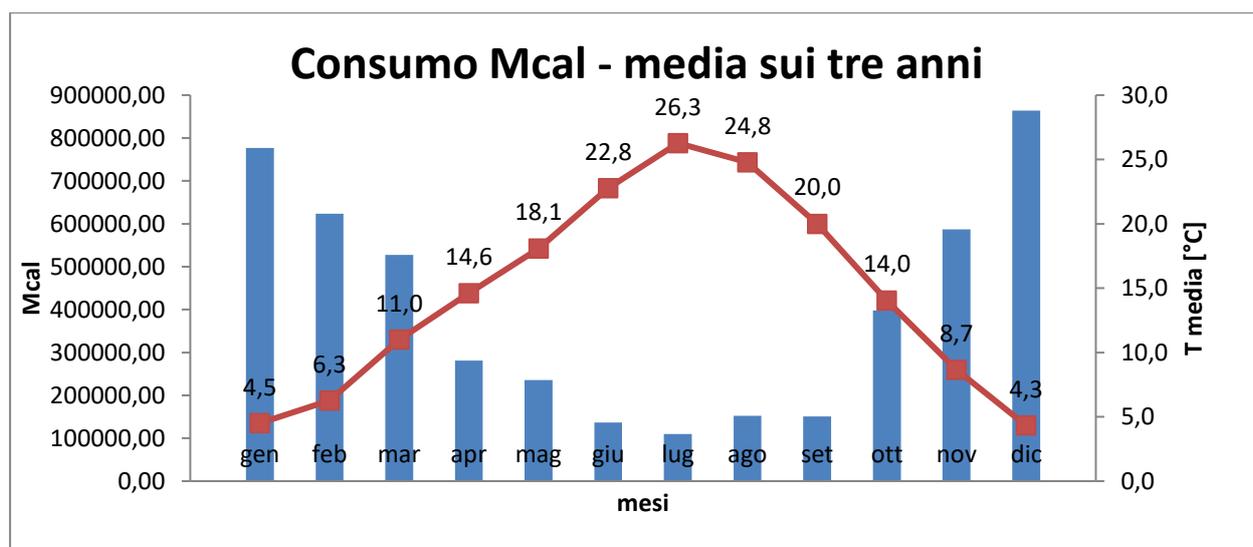


Figura 3.1-8 – Andamento consumo mensile medio TLR, P.O. Martini

### 3.1.2. Fabbisogno termico totale

Come già spiegato, l'impianto di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria è alimentato dalla rete di teleriscaldamento cittadina, mentre il gas metano viene utilizzato quasi esclusivamente per la produzione di vapore tecnico per la sterilizzazione: solo il riscaldamento del blocco operatorio è al momento ancora alimentato a vapore. Il fabbisogno termico totale del presidio, riguardante cioè tutti gli usi, risulta dalla somma di queste due forniture. A partire dai consumi fatturati in termini di Sm<sup>3</sup> per il metano e Mcal per il teleriscaldamento, è stata

effettuata la conversione in kWh (utilizzando il per il gas metano il Potere Calorifero Inferiore pari a 9,59 kWh/Sm<sup>3</sup>) in modo da quantificare il consumo termico medio della struttura.

Per quanto riguarda il gas metano, per calcolare l'effetto termico utile si è moltiplicato il consumo fatturato per un coefficiente di 0,8, per tener conto del rendimento di combustione medio di una caldaia a metano (di circa 0,95) e delle perdite di distribuzione.

Per il teleriscaldamento l'effetto termico utile è stato ricavato moltiplicando i consumi fatturati per un coefficiente di 0,9, che tiene conto delle perdite negli scambiatori (di solito minime, poiché l'efficienza si aggira intorno al 98%) e delle perdite di distribuzione.

Non si sono invece tenute in considerazione le perdite di regolazione ed emissione nel calcolo del consumo termico reale, poiché esse si differenziano molto a seconda dell'uso, del tipo di terminale e dei diversi tipi di regolazione presenti negli impianti analizzati, per cui si è preferito comprendere tali quote all'interno dei fabbisogni calcolati per i differenti utilizzi.

Per l'anno 2015, essendo il consumo di gas metano quasi nullo in quanto era stato solo predisposto l'allaccio alla rete di alimentazione, il fabbisogno termico utile risulta pari a quello del teleriscaldamento. Per tale motivo i valori ricavati sono riportati in Tabella 29, mentre la rappresentazione grafica è stata omessa poiché analoga a quella mostrata in Figura 3.1-4.

Tabella 29 – Fabbisogno termico totale, anno 2015, P.O. Martini

FABBISOGNO TERMICO - 2015			
Periodo	T media °C	effetto utile [kWh]	Spesa [€]
gen	5,3	725122	€ 54.496,65
feb	5	685568	€ 51.524,56
mar	10,8	595943	€ 44.790,24
apr	14,9	221705	€ 15.916,53
mag	19	251272	€ 13.007,71
giu	23,3	84928	€ 4.404,76
lug	29,6	60819	€ 3.109,72
ago	25,1	123880	€ 6.321,34
set	20,5	121099	€ 6.208,75
ott	13,6	436236	€ 31.232,22
nov	9,2	504589	€ 36.122,97
dic	5,9	641342	€ 45.909,47
<b>TOTALE 2015</b>	15,2	4452503	€ 313.044,92

Per gli anni 2016 e 2017 invece il fabbisogno termico risultante (i cui valori sono riportati in Tabella 30 e Tabella 31) risente anche della quota dovuta all'alimentazione a metano, per cui si è ritenuto utile rappresentarne il trend annuale.

Tabella 30– Fabbisogno termico totale, anno 2016, P.O. Martini

FABBISOGNO TERMICO - 2016			
Periodo	T media °C	effetto utile [kWh]	Spesa [€]
gen	5,5	685273	€ 47.586,32
feb	7,1	536680	€ 37.295,66
mar	9,8	502065	€ 34.898,44
apr	14,5	292392	€ 18.435,36
mag	16,6	347812	€ 22.967,18
giu	21,2	262660	€ 8.941,98
lug	24,6	247181	€ 15.185,04
ago	23,9	344623	€ 15.253,63
set	21,1	296939	€ 12.875,30
ott	13,1	589896	€ 34.528,12
nov	8,8	823946	€ 49.727,44
dic	4,9	1058580	€ 64.997,15
<b>TOTALE 2016</b>	14,3	5988047	€ 362.691,60

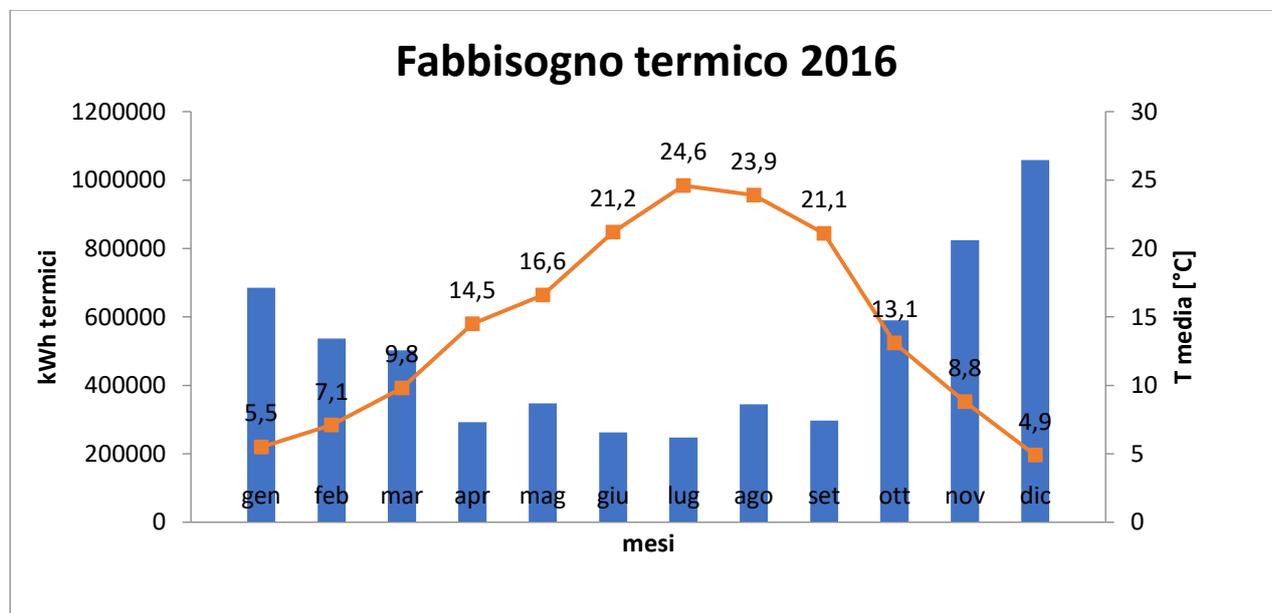


Figura 3.1-9– Fabbisogno termico totale, anno 2016, P.O. Martini

Tabella 31– Fabbisogno termico totale, anno 2017, P.O. Martini

FABBISOGNO TERMICO - 2017			
Periodo	T media °C	effetto utile [kWh]	Spesa [€]
gen	2,7	1205476	€ 78.069,83

feb	6,7	871415	€ 59.492,30
mar	12,4	697644	€ 44.166,67
apr	14,4	501565	€ 30.586,81
mag	18,6	422546	€ 18.936,93
giu	23,8	298222	€ 13.390,65
lug	24,6	260116	€ 15.420,85
ago	25,3	295176	€ 17.088,47
set	18,4	313371	€ 18.497,22
ott	15,4	496583	€ 29.625,13
nov	8,0	848073	€ 51.125,99
dic	2,2	1347015	€ 83.496,63

<b>TOTALE 2017</b>	<b>14,4</b>	<b>7557202</b>	<b>€ 459.897,48</b>
--------------------	-------------	----------------	---------------------



Figura 3.1-10– Fabbisogno termico totale, anno 2017, P.O. Martini

Come per i singoli consumi, anche per il fabbisogno termico totale si possono confrontare gli andamenti dei tre anni e se ne può calcolare il valore medio mensile.

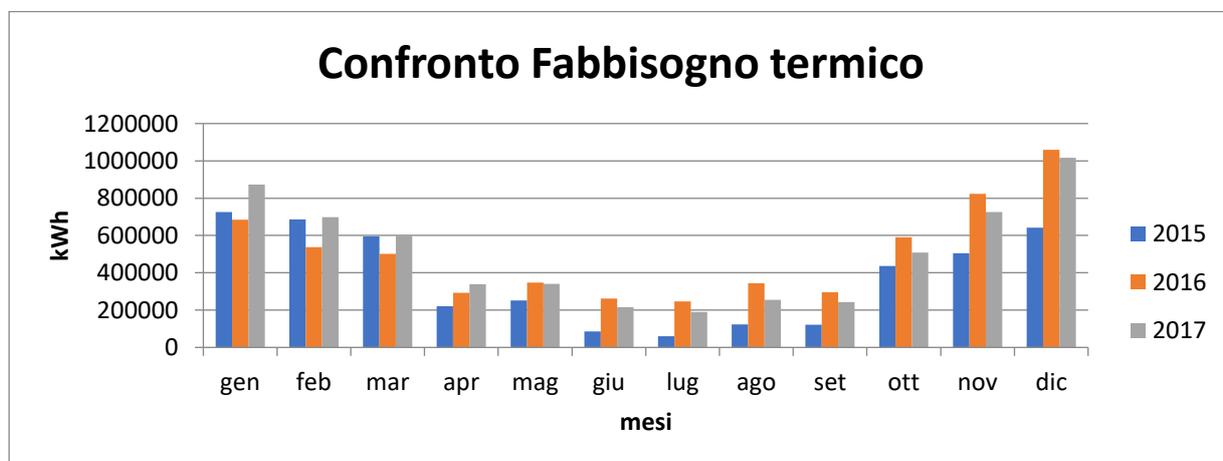


Figura 3.1-11 – Confronto Fabbisogno termico sul triennio, P.O. Martini

Tabella 32– Fabbisogno termico totale mediato sui tre anni, P.O. Martini

FABBISOGNO TERMICO - Media sui tre anni			
Periodo	T media °C	effetto utile [kWh]	Spesa [€]
gen	4,5	871957	€ 60.050,93
feb	6,3	697887	€ 49.437,51
mar	11,0	598551	€ 41.285,12
apr	14,6	338554	€ 21.646,23
mag	18,1	340543	€ 18.303,94
giu	22,8	215270	€ 8.912,46
lug	26,3	189372	€ 11.238,54
ago	24,8	254559	€ 12.887,81
set	20,0	243803	€ 12.527,09
ott	14,0	507571	€ 31.795,16
nov	8,7	725536	€ 45.658,80
dic	4,3	1015646	€ 64.801,08
<b>TOTALE 2015</b>	<b>14,6</b>	<b>5999251</b>	<b>€ 378.544,67</b>

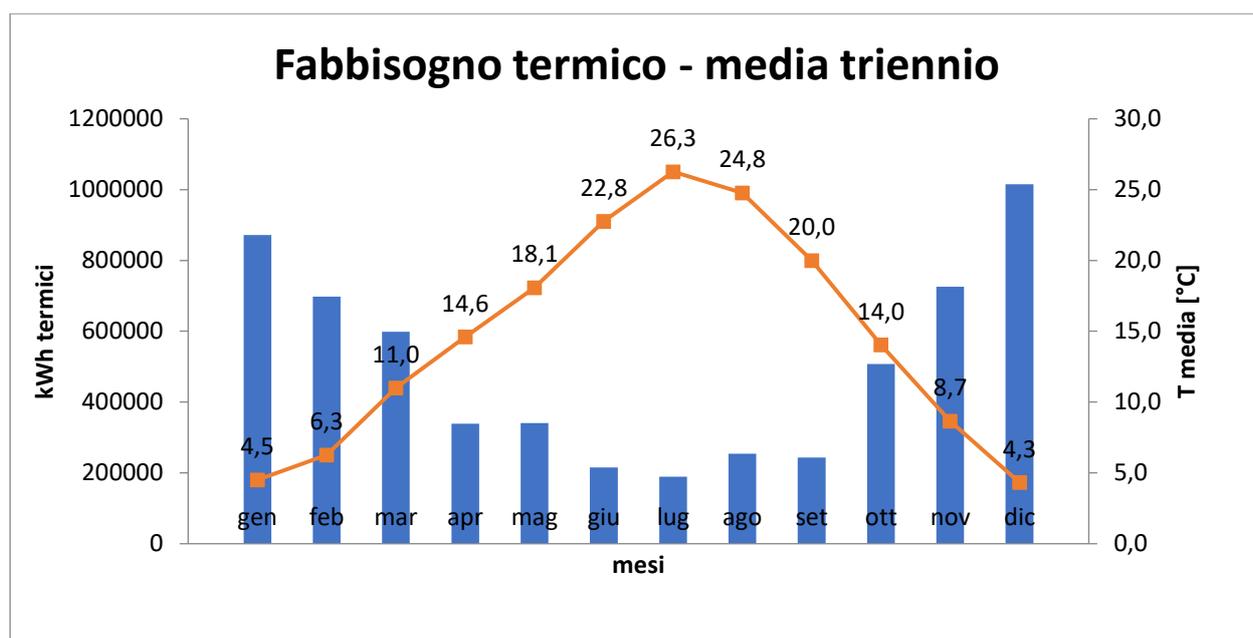


Figura 3.1-12– Fabbisogno termico totale mediato sui tre anni, P.O. Martini

### 3.1.3. Ripartizione dei consumi termici

Per meglio definire i fabbisogni termici della struttura, l'ideale sarebbe stato ottenere i consumi orari, ma poiché non disponibili si sono richieste agli enti fornitori di gas e teleriscaldamento le misurazioni più dettagliate in loro possesso.

### 3.1.3.1. Sterilizzazione e altri usi

Essendo il metano utilizzato quasi esclusivamente per la produzione di vapore a scopo tecnico, il consumo non risente particolarmente dell'influenza della temperatura media esterna. Già dalle sole bollette si rileva che anche nei periodi estivi il consumo in termini di  $\text{Sm}^3$  è significativo e non scende mai al di sotto di una certa soglia, in quanto la sterilizzazione viene effettuata sempre e l'utilizzo è rapportato all'attività ospedaliera e organizzativa, non alla stagione climatica. Non si sono inoltre riscontrate particolari differenze di consumo tra giorni di tipo diverso: nei giorni festivi il consumo si riduce in media del solo 4% rispetto ai feriali.

Per quel che riguarda i consumi nel dettaglio, si hanno a disposizione le letture giornaliere dei contatori per due periodi invernali: da Ottobre 2016 a Gennaio 2017 e da Ottobre a Dicembre 2017. Gli andamenti registrati sono riportati in Figura 3.1-13 ed in Figura 3.1-14.

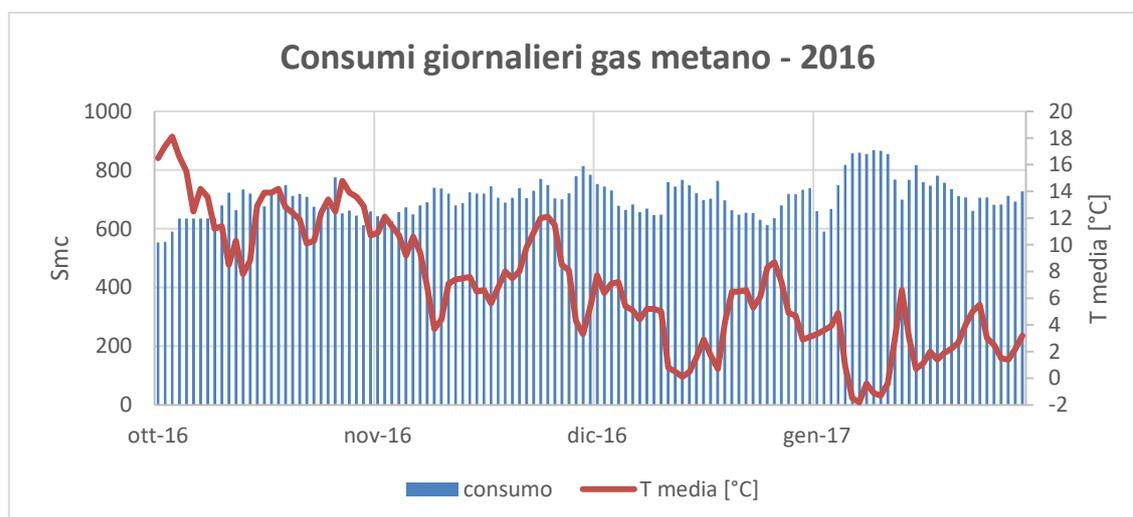


Figura 3.1-13 – Curve giornaliere di consumo, ottobre 2016 – gennaio 2017, P.O. Martini

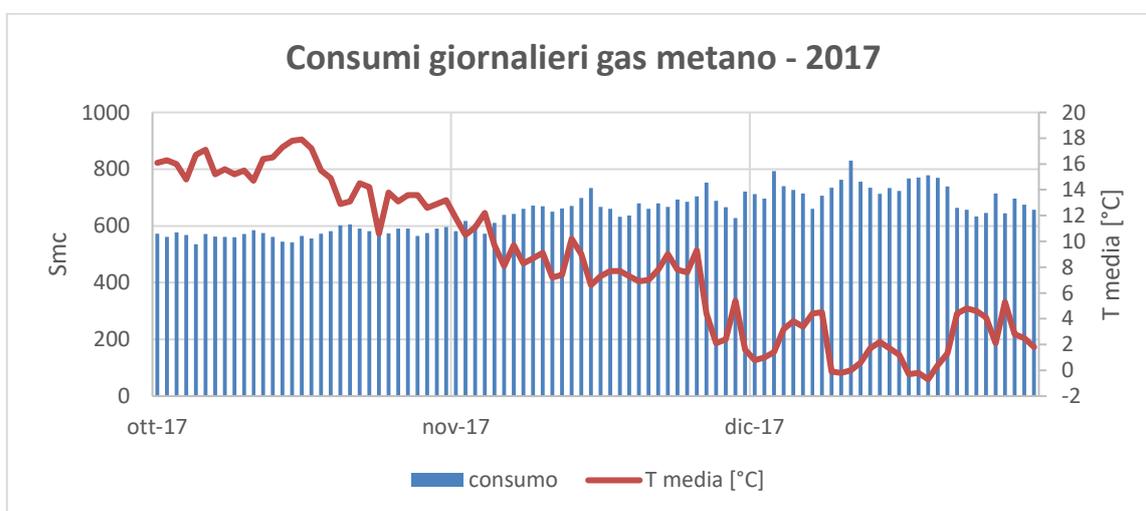


Figura 3.1-14– Curve giornaliere di consumo, ottobre 2017 – dicembre 2017, P.O. Martini

Non essendo disponibili dati più dettagliati, l'incidenza degli usi relativi al metano sul fabbisogno termico totale è stata calcolata basandosi sui valori mensili. Riferendosi al 2017 la quota termica attribuibile al gas metano corrisponde al 21% del totale (Tabella 33).

Tabella 33 – Utilizzo di gas metano rispetto al fabbisogno termico totale, 2017, P.O. Martini

<b>Fabbisogno termico 2017</b>			
<b>Periodo</b>	<b>totale [kWh]</b>	<b>quota metano [kWh]</b>	<b>%</b>
gen	1205476	177982,728	15%
feb	871415	138318,488	16%
mar	697644	139453,944	20%
apr	501565	132710,256	26%
mag	422546	137144,672	32%
giu	298222	99720,656	33%
lug	260116	103004,272	40%
ago	295176	104500,312	35%
set	313371	122974,488	39%
ott	496583	116023,656	23%
nov	848073	172006,24	20%
dic	1347015	170840,096	13%
<b>TOTALE 2017</b>	<b>7557202</b>	<b>1614679,808</b>	<b>21%</b>

È possibile ripartire tale quota tra i due utilizzi: vapore tecnico per la sterilizzazione e vapore per il riscaldamento del blocco operatorio, unica utenza ancora non alimentata dal teleriscaldamento. Considerando che nel periodo estivo gli impianti di riscaldamento non sono attivi, il consumo fatturato nell'intervallo da giugno a settembre è attribuibile alla sola sterilizzazione. Se ne può quindi calcolare il fabbisogno termico come media dei valori registrati in tali mesi e per differenza dai consumi totali è possibile ricavare la quota destinata al riscaldamento del blocco operatorio.

Tale operazione è stata effettuata sia per il 2016 (Tabella 3.1.14), tenendo presente che la fornitura di gas metano è cominciata a maggio di tale anno, sia del 2017 (Tabella 3.1.15) che permette invece di ottenere una panoramica più completa sul comportamento annuale.

Tabella 34 – Ripartizione usi alimentati a vapore, 2016, P.O. Martini

2016 - Produzione vapore da caldaia a gas naturale						
Periodo	T media °C	effetto utile [kWh]	Sterilizzaz [kWh]	% Steril	Riscaldamento blocco op [kWh]	% riscaldam
gen	2,7					
feb	6,7					
mar	12,4					
apr	14,4					
mag	18,6	145912,8474	138563,0236	95%	7350	5%
giu	23,8	117827,4966	117827,4966	100%	0	0%
lug	24,6	119890,344	119890,344	100%	0	0%
ago	25,3	181258,672	181258,672	100%	0	0%
set	18,4	134474,816	134474,816	100%	0	0%
ott	15,4	158879,448	138563,0236	87%	20316	13%
nov	8,0	162861,216	138563,0236	85%	24298	15%
dic	2,2	165745,9	138563,0236	84%	27182,9	0,0
<b>TOTALE 2016</b>	14,4	1186850,728	1107703,423	93%	79147	7%

Tabella 35 – Ripartizione usi alimentati a vapore, 2017, P.O. Martini

2017 - Produzione vapore da caldaia a gas naturale						
Periodo	T media °C	effetto utile [kWh]	Sterilizzaz [kWh]	% Steril	Riscaldamento blocco op [kWh]	% riscaldam
gen	2,7	177982,7	107487,6756	60%	70495,1	0,0
feb	6,7	138318,488	107487,6756	78%	30831	22%
mar	12,4	139453,944	107487,6756	77%	31966	23%
apr	14,4	132710,256	107487,6756	81%	25223	19%
mag	18,6	137144,672	107487,6756	78%	29657	22%
giu	23,8	99720,656	99720,656	100%	0	0%
lug	24,6	103004,272	103004,272	100%	0	0%
ago	25,3	104500,312	104500,312	100%	0	0%
set	18,4	122974,488	122974,488	100%	0	0%
ott	15,4	116023,656	107487,6756	93%	8536	7%
nov	8,0	172006,24	107487,6756	62%	64519	38%
dic	2,2	170840,1	107487,6756	63%	63352,4	0,0
<b>TOTALE 2017</b>	14,4	1614679,808	1290101,133	80%	324579	20%

La quota maggiore risulta quella per la sterilizzazione, il riscaldamento incide di un solo 20% essendo relativo alle sole utenze del blocco operatorio, il resto dell'ospedale è alimentato dal teleriscaldamento. L'andamento annuale, riferito al 2017, è riportato in Figura 3.1-15.

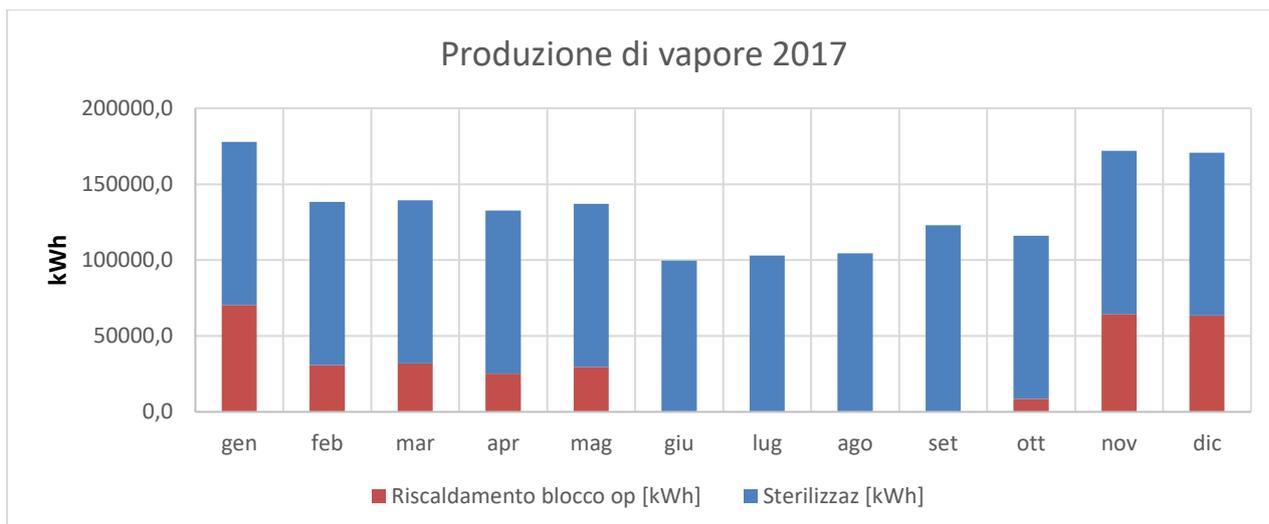


Figura 3.1-15 – Ripartizione consumi di vapore tra i due usi, 2017, P.O. Martini

### 3.1.3.2. Riscaldamento e Produzione Acqua Calda Sanitaria

Come già ipotizzato per la produzione del vapore, considerando che nel periodo estivo gli impianti di riscaldamento sono spenti, i consumi registrati in tale arco temporale sono da attribuirsi alla sola produzione di ACS. La produzione di acqua calda sanitaria è stata stimata basandosi sui consumi per il teleriscaldamento: prendendo come riferimento l'anno 2017 ed effettuando una media pesata sui consumi relativi ai mesi da giugno a settembre (periodo estivo: i consumi registrati sono relativi alla produzione di ACS) si è ricavata la quota di consumo mensile medio per ACS. Per differenza si ottiene il fabbisogno termico per riscaldamento. L'andamento annuale è quello indicato in Figura 3.1-16.

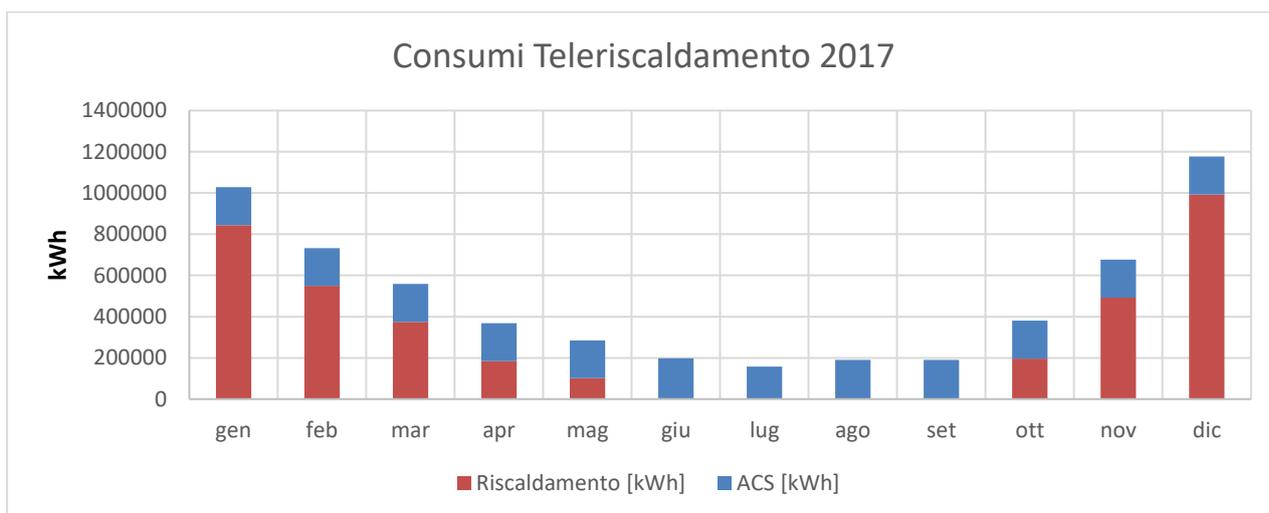


Figura 3.1-16 – Ripartizione consumi TLR tra i due usi, 2017, P.O. Martini

L'incidenza sul fabbisogno termico totale 2017 è stata calcolata sia relativamente al solo teleriscaldamento, sia sui due diversi utilizzi. Il risultato è riportato in Tabella 36.

Tabella 36 – Ripartizione consumi TLR, 2017, P.O. Martini

FABBISOGNO TERMICO - 2017							
Periodo	totale [kWh]	quota TLR [kWh]	%	quota ACS [kWh]	%	quota riscaldamento	%
gen	1205476	1027492,887	85%	184002,8517	15%	843490,0353	70%
feb	871415	733096,0251	84%	184002,8517	21%	549093,1734	63%
mar	697644	558190,3766	80%	184002,8517	26%	374187,5249	54%
apr	501565	368854,9163	74%	184002,8517	37%	184852,0646	37%
mag	422546	285401,7782	68%	184002,8517	44%	101398,9265	24%
giu	298222	198501,6736	67%	198501,6736	67%	0	0%
lug	260116	157111,9247	60%	157111,9247	60%	0	0%
ago	295176	190675,3138	65%	190675,3138	65%	0	0%
set	313371	190396,4435	61%	190396,4435	61%	0	0%
ott	496583	380558,9958	77%	184002,8517	37%	196556,1441	40%
nov	848073	676067,0283	80%	184002,8517	22%	492064,1766	58%
dic	1347015	1176175,105	87%	184002,8517	14%	992172,2529	74%
<b>TOTALE 2017</b>	<b>7557202</b>	<b>5942522,468</b>	<b>79%</b>	<b>2208708,169</b>	<b>29%</b>	<b>3733814,298</b>	<b>49%</b>

### 3.1.3.3. Riepilogo consumi termici

A seguito dell'analisi svolta, è stata determinata la ripartizione finale dei consumi termici nei diversi utilizzi, relativa al 2017 in quanto si ritiene sia l'anno più rappresentativo.

In Figura 3.1-17 è riportato un primo diagramma in cui il fabbisogno termico è distinto su tre utilizzi: produzione di vapore per la sterilizzazione, produzione di vapore per il riscaldamento del blocco operatorio, fabbisogno termico per l'acqua calda sanitaria e fabbisogno per il riscaldamento.

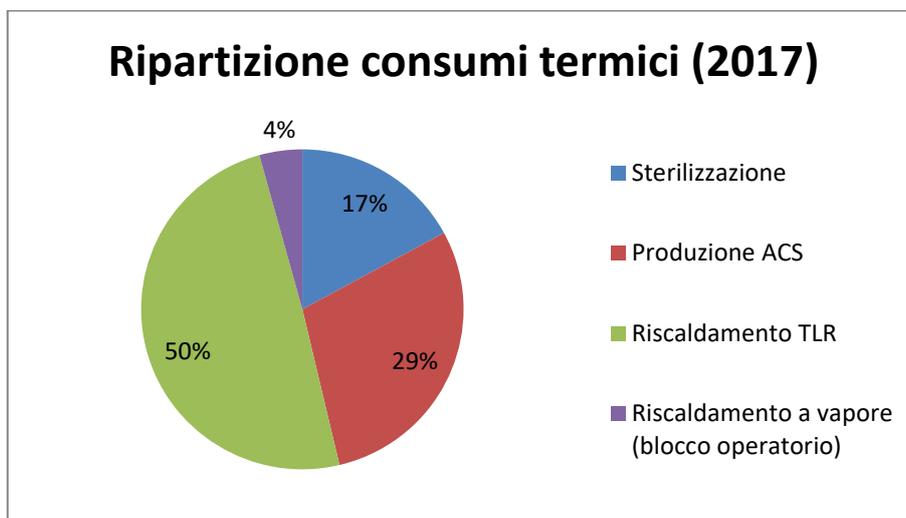


Figura 3.1-17 – Ripartizione utilizzo energia termica, 2017, P.O. Martini

In Figura 3.1-18 invece è riportata la ripartizione finale degli usi termici in cui la quota del riscaldamento è quella per il fabbisogno totale della struttura, comprendente quindi le utenze alimentate con il teleriscaldamento e quelle del blocco operatorio alimentate a vapore.

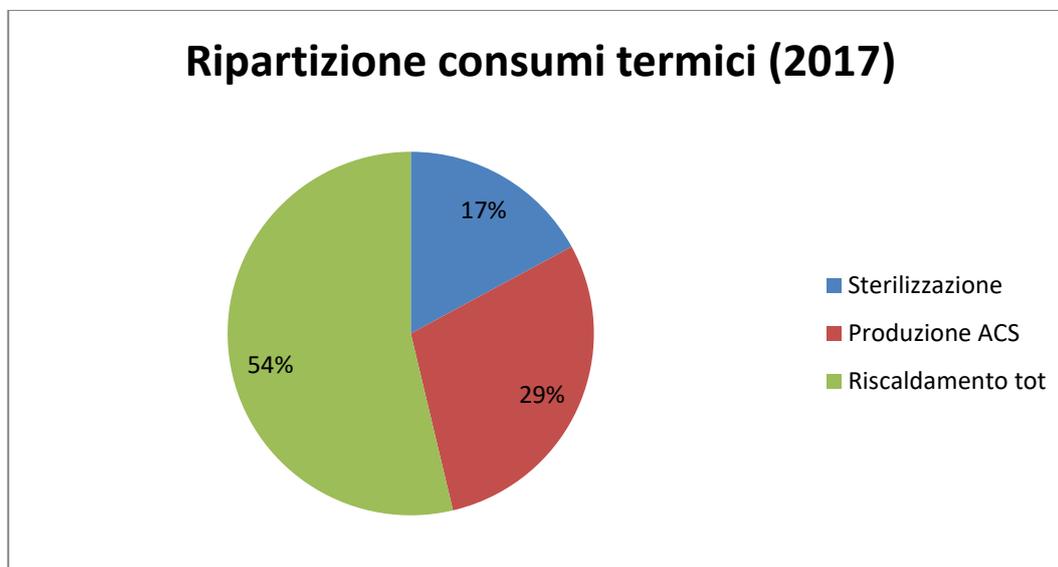


Figura 3.1-18 – Ripartizione utilizzo energia termica finale, 2017, P.O. Martini

L'uso maggiore è quindi attribuibile agli impianti di riscaldamento, seguito dalla produzione di acqua calda sanitaria. Tuttavia anche la quota relativa alla generazione di vapore ha un valore rilevante, pari a quasi un quinto del fabbisogno totale.

## 3.2. Consumi elettrici

### 3.2.1. Raccolta bollette

Per valutare i consumi elettrici della struttura in esame si sono presi in considerazione gli ultimi tre anni di bollettazione, come suggerisce la normativa, al fine di ricostruire il fabbisogno mensile medio del presidio. Come per la parte termica, al fine di confrontare tra loro tali dati si è fatto riferimento alle temperature medie mensili registrate dall'ARPA presso la stazione meteorologica di Torino Alenia.

Vengono riportate di seguito una serie di tabelle e di grafici contenenti tutte le informazioni ricavate dalla raccolta di bollette degli anni 2015, 2016 e 2017. L'energia elettrica fornita al presidio è in media tensione.

Tabella 37 – Bollette energia elettrica, anno 2015, , P.O. Martini

CONSUMI MARTINI ANNO 2015 - ENERGIA ELETTRICA MT						
Periodo	F1 [kWh]	F2 [kWh]	F3 [kWh]	TOT kWh	kWh/giorno	spesa (IVA esclusa)
gen	125.023	81.898	140.025	346.946	11.192	47.833,69 €
feb	125.897	75.763	118.109	319.769	11.420	44.384,28 €
mar	135.626	79.430	133.384	348.440	11.240	48.189,22 €
apr	139.003	75.499	150.091	364.593	12.153	50.604,18 €
mag	142.040	95.458	165.375	402.873	12.996	55.733,28 €
giu	176.778	110.804	188.458	476.040	15.868	66.162,84 €
lug	246.910	145.165	224.545	616.620	19.891	85.717,68 €
ago	187.866	117.634	211.365	516.865	16.673	71.943,13 €
set	163.555	98.313	154.070	415.938	13.865	58.048,33 €
ott	149.518	95.396	140.674	385.588	12.438	53.864,17 €
nov	136.619	81.836	139.068	357.523	11.917	49.865,74 €
dic	129.531	69.766	145.290	344.587	11.116	48.232,09 €

<b>TOTALE 2015</b>	<b>1.858.366</b>	<b>1.126.962</b>	<b>1.910.454</b>	<b>4.895.782</b>	<b>13.413</b>	<b>680.578,63 €</b>
--------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	---------------	---------------------

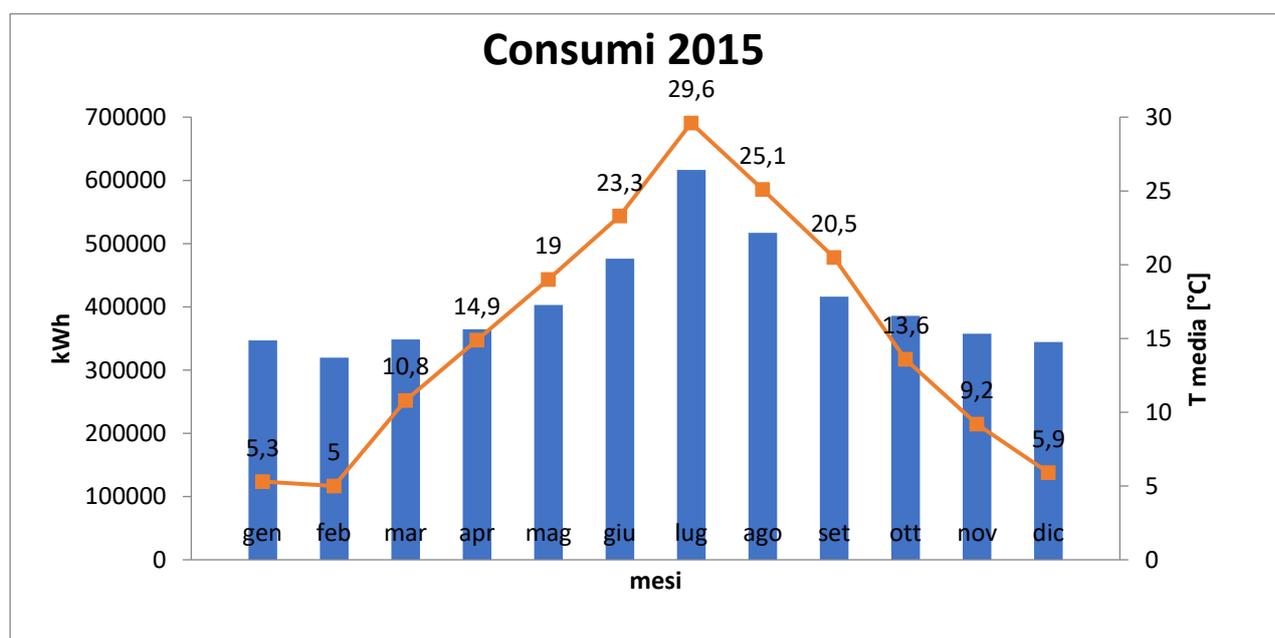


Figura 3.2-1– Bollette energia elettrica, anno 2015, P.O. Martini

Tabella 38– Bollette energia elettrica, anno 2016, P.O. Martini

CONSUMI MARTINI ANNO 2016 - ENERGIA ELETTRICA MT						
Periodo	F1 [kWh]	F2 [kWh]	F3 [kWh]	TOT kWh	kWh/giorno	spesa (IVA esclusa)
gen	116.997	79.069	144.326	340.392	10.980	44.301,48 €
feb	129.265	75.362	115.557	320.184	11.041	42.184,24 €
mar	133.127	77.965	130.890	341.982	11.032	44.809,87 €
apr	127.611	84.393	136.306	348.310	11.610	46.795,27 €
mag	142.040	95.458	163.375	400.873	12.996	54.382,71 €
giu	176.778	110.804	188.458	476.040	15.868	63.995,28 €
lug	197.541	131.790	210.028	539.359	17.399	75.242,38 €
ago	191.637	118.020	203.220	512.877	16.544	71.455,94 €
set	177.870	108.328	170.303	456.501	15.217	63.912,18 €
ott	138.845	91.701	148.337	378.883	12.222	50.833,24 €
nov	133.202	79.007	135.758	347.967	11.599	46.717,75 €
dic	123.978	81.904	141.344	347.226	11.201	49.164,13 €
<b>TOTALE 2016</b>	<b>1.788.891</b>	<b>1.133.801</b>	<b>1.887.902</b>	<b>4.810.594</b>	<b>13.144</b>	<b>653.794,47 €</b>

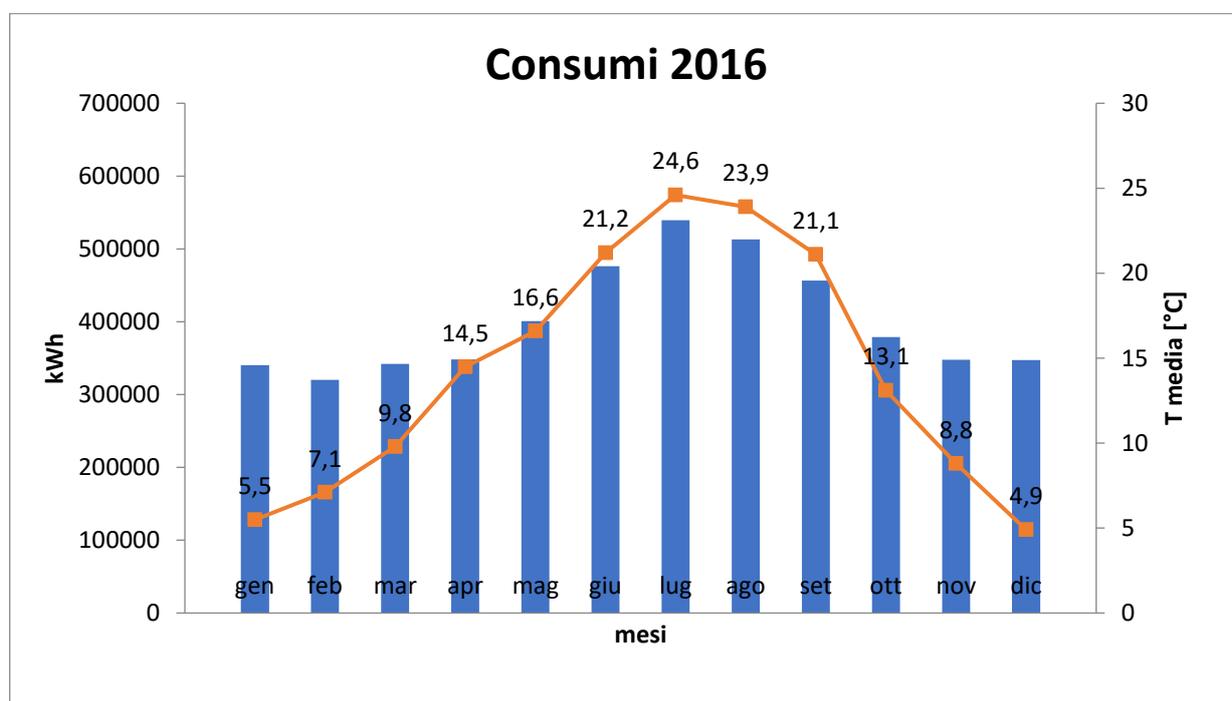


Figura 3.2-2– Bollette energia elettrica, anno 2016, P.O. Martini

Tabella 39– Bollette energia elettrica, anno 2017, P.O. Martini

CONSUMI MARTINI ANNO 2017 - ENERGIA ELETTRICA MT						
Periodo	F1 [kWh]	F2 [kWh]	F3 [kWh]	TOT kWh	kWh/giorno	spesa (IVA esclusa)
gen	129.059	76.084	139.229	344.372	11.109	46.348,38 €
feb	116.947	70.989	110.871	298.807	10.672	40.433,24 €
mar	135.306	80.198	125.855	341.359	11.012	46.048,51 €
apr	109.836	78.131	148.586	336.553	11.218	44.190,26 €
mag	154.656	91.929	154.943	401.528	12.953	53.524,95 €
giu	185.975	115.094	193.676	494.745	16.492	61.723,35 €
lug	200.690	134.180	211.862	546.732	17.637	68.196,17 €
ago	207.523	130.471	215.575	553.569	17.857	69.267,54 €
set	146.213	98.491	145.968	390.673	13.022	48.985,70 €
ott	146.863	88.239	150.086	385.189	12.425	46.408,47 €
nov	132.213	80.666	137.673	350.552	11.685	42.322,76 €
dic				340.261	10.976	0,00 €
<b>TOTALE 2017</b>	<b>1.665.281</b>	<b>1.044.472</b>	<b>1.734.324</b>	<b>4.784.340</b>	<b>26.433</b>	<b>567.449,33 €</b>

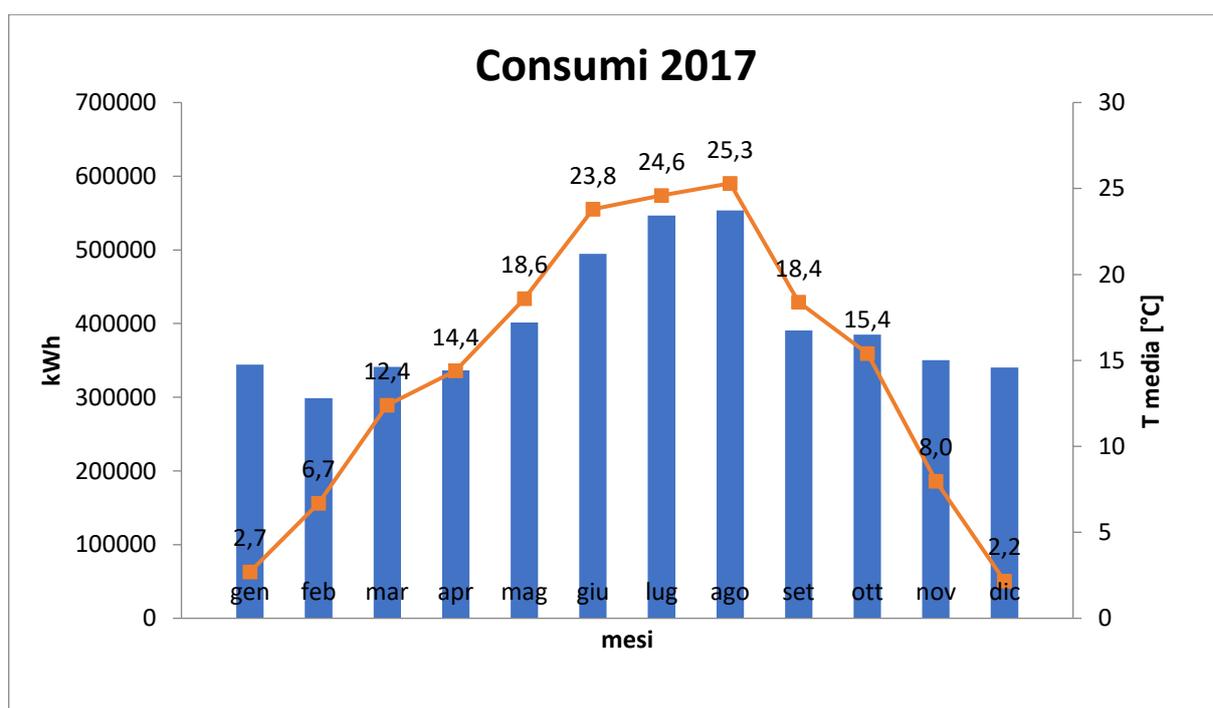


Figura 3.2-3– Bollette energia elettrica, anno 2017, , P.O. Martini

Nei due grafici successivi è rappresentato il confronto in termini sia di consumi (Figura 3.2-4) sia di spesa (Figura 3.2-5), tra i tre anni analizzati. Si può riscontrare che non vi sono stati andamenti anomali e che le differenze maggiori si hanno nel periodo estivo: da questa prima comparazione si evince una forte correlazione tra i consumi elettrici e la temperatura esterna, così come indicato anche dai grafici riportati sopra anno per anno.

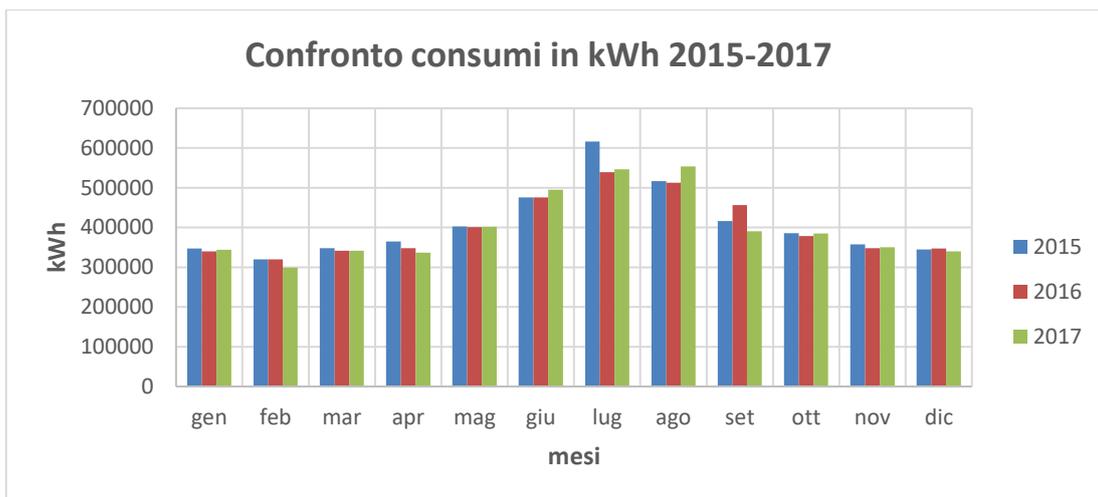


Figura 3.2-4 – Confronto consumi energia elettrica sul triennio, P.O. Martini

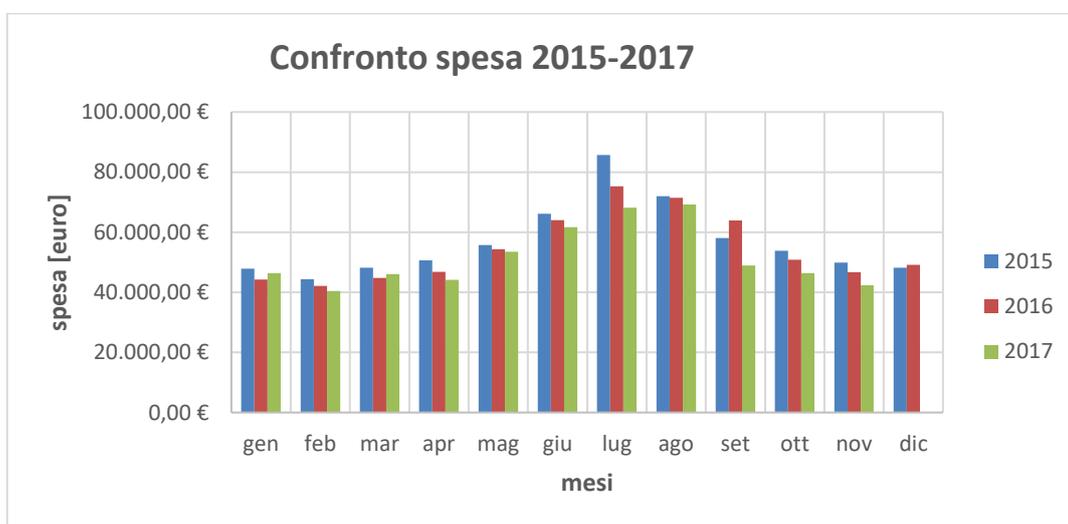


Figura 3.2-5 – Confronto spese per energia elettrica sul triennio, P.O. Martini

Con una semplice operazione di media tra i tre anni si è calcolato il fabbisogno elettrico mensile medio della struttura.

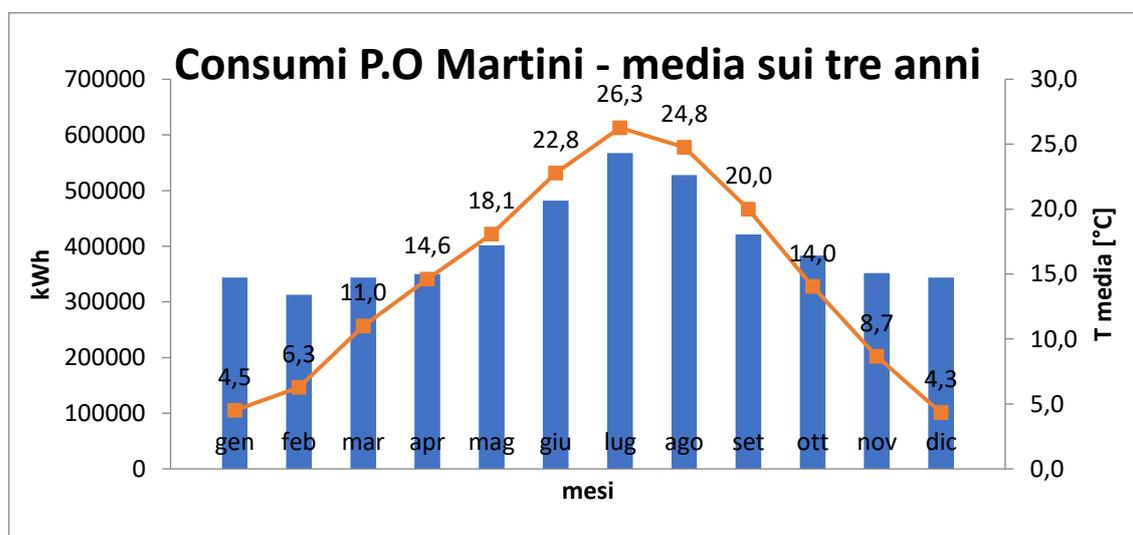


Figura 3.2-6 – Consumo di energia elettrica mediato sul triennio, P.O. Martini

Tabella 40 – Consumo di energia elettrica mediato sul triennio, P.O. Martini

Media triennio			
Periodo	T media °C	TOT kWh	Spesa [€] (no IVA)
gen	4,5	343903	€ 46.161,18
feb	6,3	312920	€ 42.333,92
mar	11,0	343927	€ 46.349,20
apr	14,6	349819	€ 47.196,57
mag	18,1	401758	€ 54.546,98
giu	22,8	482275	€ 63.960,49
lug	26,3	567570	€ 76.385,41
ago	24,8	527770	€ 70.888,87
set	20,0	421037	€ 56.982,07
ott	14,0	383220	€ 50.368,63
nov	8,7	352014	€ 46.302,08
dic	4,3	344025	€ 32.465,41
<b>totale</b>	14,6	4830238,513	€ 633.940,81

### 3.2.2. Consumi elettrici orari

Dopo una prima analisi effettuata sulle bollette raccolte e quindi sul consumo mensile della struttura, per poter scendere più nel dettaglio sono state richieste ai fornitori di energia elettrica le curve orarie di consumo.

Si hanno quindi a disposizione i consumi elettrici ora per ora per ogni giorno dei tre anni analizzati. In tal modo è possibile distinguere i differenti andamenti riscontrati durante i giorni feriali, i weekend ed i giorni festivi, rapportarli alle condizioni meteorologiche e valutarne le diverse correlazioni.

In una prima elaborazione, effettuata con l'ausilio di MATLAB, si sono semplicemente rappresentati i dati raccolti in una serie di *carpet plot* agendo sulla *colorbar*. Per gli anni 2015, 2016 e 2017 e per il consumo medio calcolato su tale triennio sono stati creati tre diversi grafici: il primo in *full scale* in cui vengono rappresentati tutti i valori raccolti, gli altri due in cui la gradazione cromatica, rappresentante il consumo elettrico, è stata modificata al fine di poter visivamente individuare i picchi di massimo, di minimo, il trend giornaliero ed eventuali macro-differenze. In Figura 3.2-7, Figura 3.2-8 e Figura 3.2-9, sono riportati gli andamenti relativi all'anno 2017.

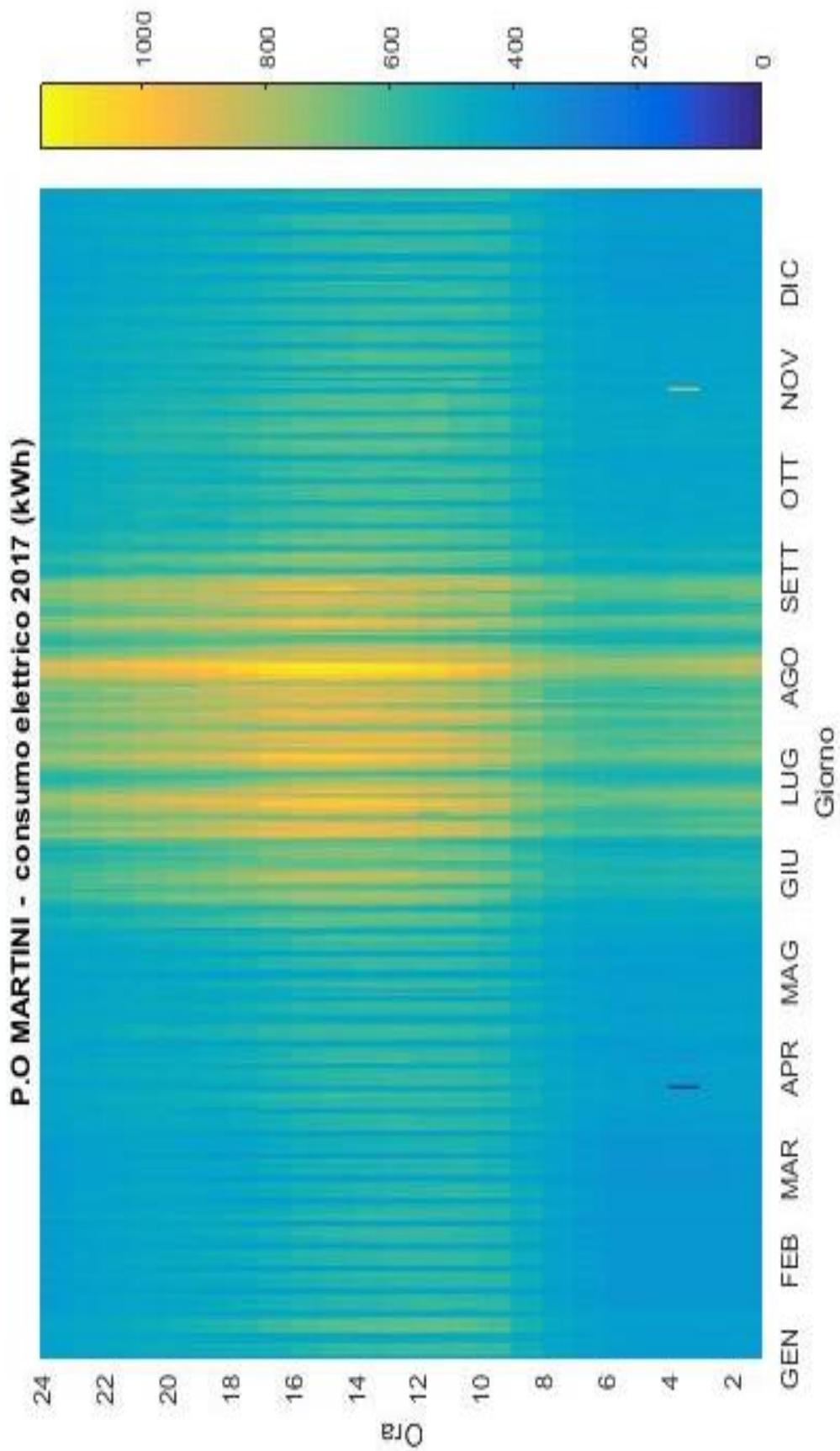


Figura 3.2-7 – Consumi elettrici orari, anno 2017, P.O. Martini, full scale

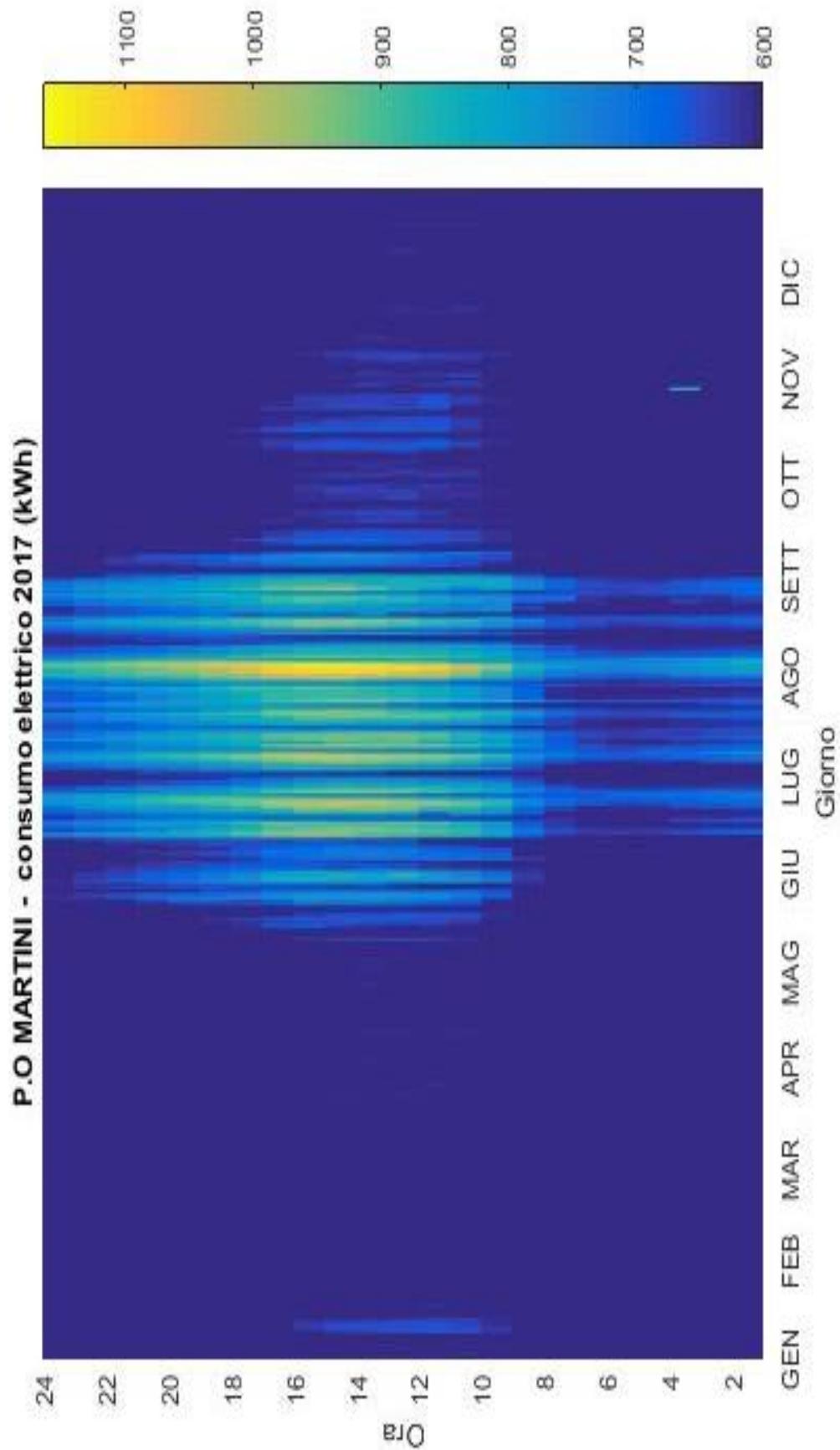


Figura 3.2-8 consumi elettrici orari, anno 2017, P.O. Martini, scala massima

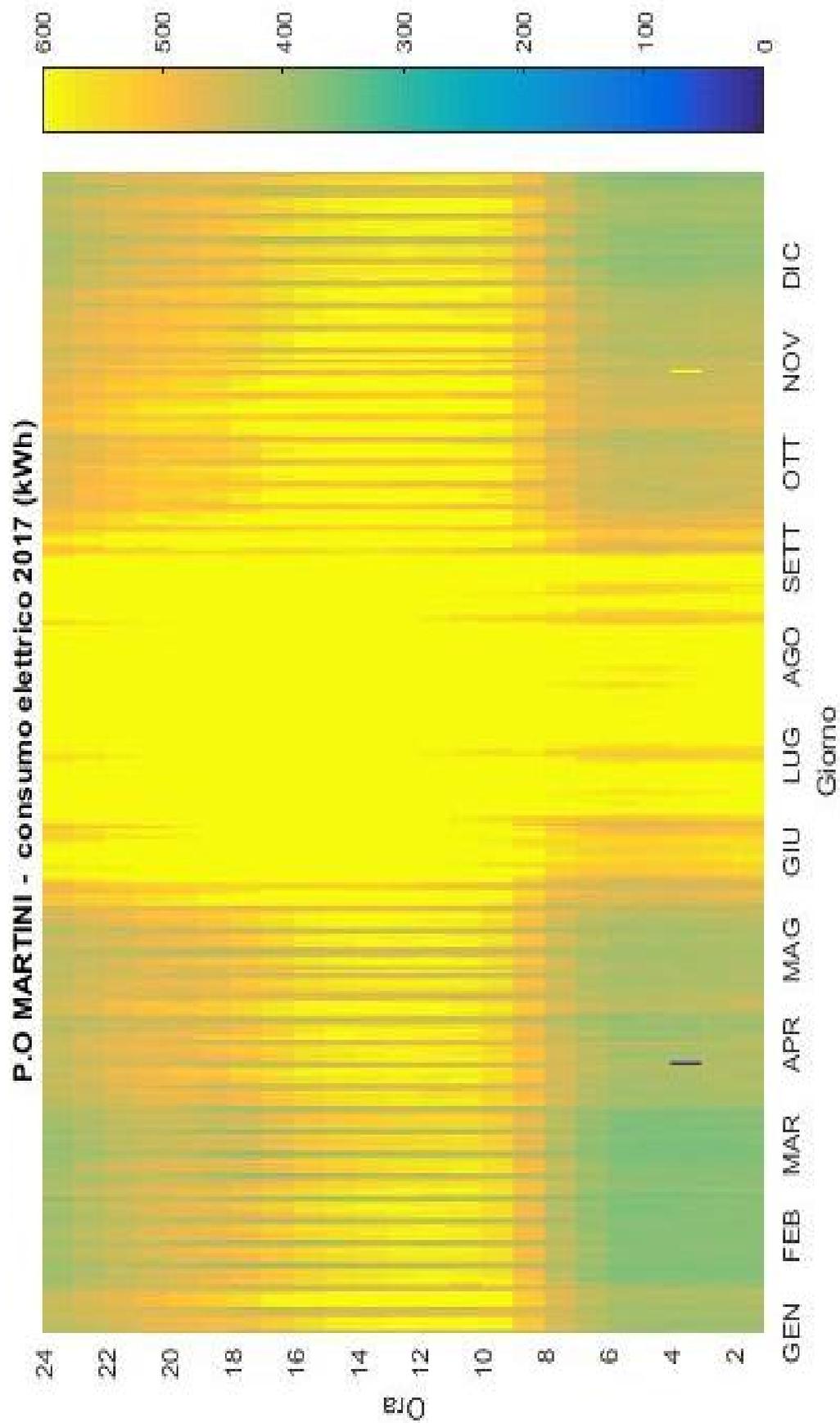


Figura 3.2-9 consumi elettrici orari, anno 2017, P.O. Martini, scala minima

Dalla rappresentazione grafica si possono già effettuare diverse considerazioni:

- Vi è una forte differenza nell'andamento tra le diverse fasce orarie: tra le 23:00 e le 6:00 il carico elettrico è decisamente inferiore rispetto alla fascia di maggior "funzionamento" della struttura;
- Emerge una diversità di consumo tra i giorni feriali ed i giorni festivi (sabato compreso), rappresentati dalle sottili linee verticali più scure in quanto il fabbisogno elettrico è minore;
- Il consumo elettrico non scende mai al di sotto di una certa soglia minima di circa 350 kWh;
- Dal grafico in scala "massima" in Figura 3.2-8 è evidente il notevole incremento di consumi elettrici in ogni fascia oraria del periodo estivo, dovuto al carico per il condizionamento.

### 3.2.3. Ripartizione consumi elettrici

Partendo dai consumi fatturati in bolletta è possibile calcolare il fabbisogno elettrico totale della struttura, ottenuto applicando ai consumi registrati un rendimento del 97% che comprenda le perdite di trasformazione dei trasformatori da media tensione a bassa tensione (efficienza superiore al 98%) e le perdite di distribuzione lungo le linee. Nella definizione de "l'effetto utile" elettrico, analogamente a quando fatto per i consumi termici, non sono state incluse le perdite di emissione in quanto esse dipendono dalla tipologia di terminale e di impiego, ed essendoci una diversificazione notevole tra dispositivi HVAC, apparecchi elettromedicali e sistemi di illuminazione, si è deciso di includere tali perdite nella quota di energia attribuita ai diversi utilizzi.

Una volta determinato quindi il fabbisogno elettrico totale della struttura, si è passati a ripartire tale consumo tra i diversi utilizzi, al fine di quantificare dove e come tale energia viene usata ed eventualmente individuare sprechi e anomalie.

Per effettuare quest'analisi dettagliata si sono usati due approcci diversi: *bottom-up* e *top-down*, a seconda dei dati tecnici che si avevano a disposizione circa apparecchi ed impianti. Questi due modelli sono strategie di elaborazione e gestione dell'informazione, adoperate per analizzare situazioni problematiche e costruire ipotesi adeguate alla loro soluzione. Nel metodo *top-down* si parte da una visione generale del sistema e vengono successivamente aggiunti dettagli di progettazione finché la specifica completa è sufficientemente dettagliata da validare il modello. Si è proceduto in questo modo nei casi in cui le caratteristiche tecniche erano incomplete, mancanti o poco precise: partendo dal consumo elettrico totale e valutandone le correlazioni con diverse variabili, sono state effettuate supposizioni di diverso tipo al fine di discernere le quote di consumi nei diversi usi dove possibile.

La progettazione *bottom-up* si applica invece quando si hanno a disposizione parti individuali del sistema specificate nel dettaglio, che vengono poi connesse tra loro al fine di formare componenti via via più grandi fino ad arrivare a realizzare un sistema completo. Questo approccio è stato utilizzato laddove erano note la potenza installata, la potenza assorbita e le modalità di funzionamento dell'apparecchio o del macchinario preso in esame, in modo da calcolarne il consumo. I risultati sono stati poi sommati a quelli conseguiti con l'altro metodo, per ottenere la ripartizione totale dei consumi elettrici della struttura. A tal fine è necessario determinare le ore equivalenti di attività di impianti, apparecchi, macchinari, etc., fase cruciale nel processo di diagnosi energetica, poiché occorre una ricostruzione precisa per assicurarsi valori di consumo elettrico corretti. Le caratteristiche di funzionamento di un macchinario e le esigenze della struttura sono dati di fondamentale importanza per la stima delle ore equivalenti: raccogliendo queste informazioni attraverso colloqui con tecnici, personale e direzione sanitaria, è stato possibile costruire uno scenario accurato.

Si è scelto di suddividere l'anno in tre fasi stagionali, caratterizzate ciascuna da un diverso tipo di funzionamento (e quindi ore equivalenti differenti):

- Periodo invernale: mesi di Ottobre, Novembre, Dicembre, Gennaio e Febbraio, per un totale di 151 giorni;
- Periodo intermedio: mesi di Marzo, Aprile e Maggio, per un totale di 92 giorni;
- Periodo estivo: mesi di Giugno, Luglio, Agosto e Settembre, per un totale di 122 giorni.

In realtà andrebbero inclusi nel regime estivo la seconda metà di Maggio e la prima metà di Settembre, ma siccome sul numero di giorni totale questa differenziazione non avrebbe influito, si è per agevolezza scelto di includere un mese completamente nel periodo intermedio e l'altro in quello estivo.

#### **3.2.3.1. Fabbisogno elettrico per condizionamento**

Il fabbisogno energetico per il condizionamento è stato calcolato in due modi differenti. In una prima analisi si è studiato l'andamento del consumo elettrico rispetto alla temperatura media esterna, riportato in Figura 3.2-10. Ciò che emerge è che il consumo rimane circa costante per temperature inferiori ai 14-15°C, mentre per valori superiori anch'esso comincia a crescere in modo proporzionale, come evidenziato dalla linea di tendenza (in rosso) di cui è riportata anche l'equazione e il valore di  $R^2$  sul grafico stesso.

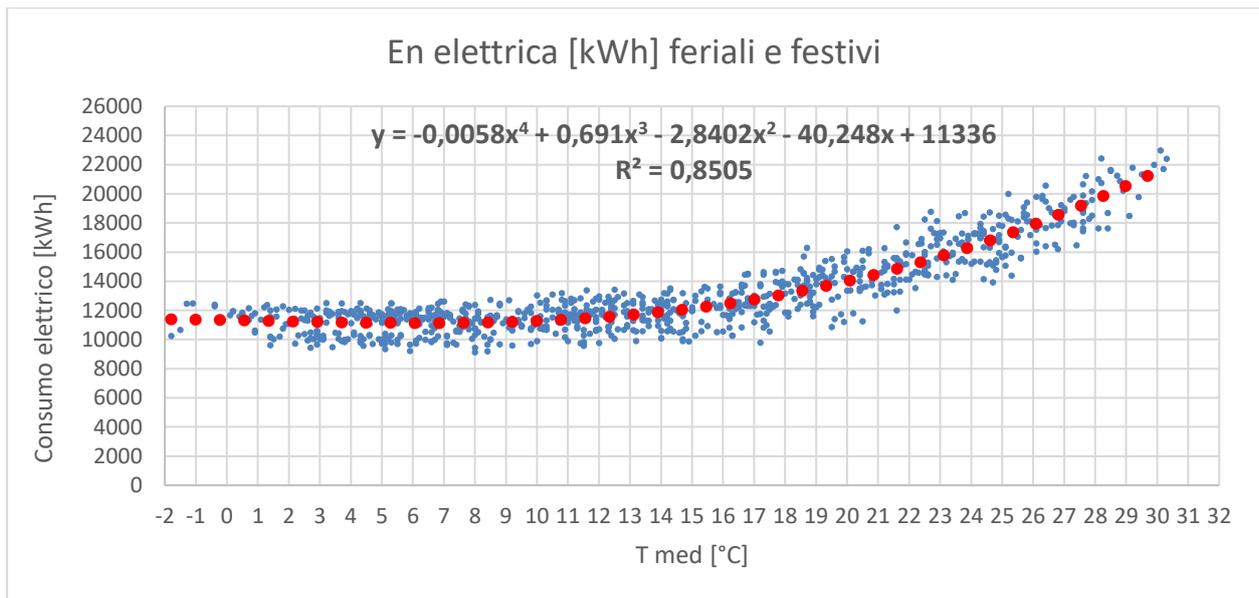


Figura 3.2-10 – Andamento consumi elettrici rispetto alla T media esterna, P.O. Martini

Tale aumento è attribuibile al carico per condizionamento, che coerentemente aumenta all'aumentare della temperatura esterna. Si è quindi calcolato il fabbisogno elettrico standard, comprendente tutti gli usi quotidiani, come valore medio dei consumi registrati per temperature minori di 15°C e sottraendo tale quota ai giorni in cui la temperatura risulta superiore, si ottiene il consumo elettrico dovuto al condizionamento. In Figura 3.2-11 è rappresentato l'andamento ricavato per l'anno 2017.

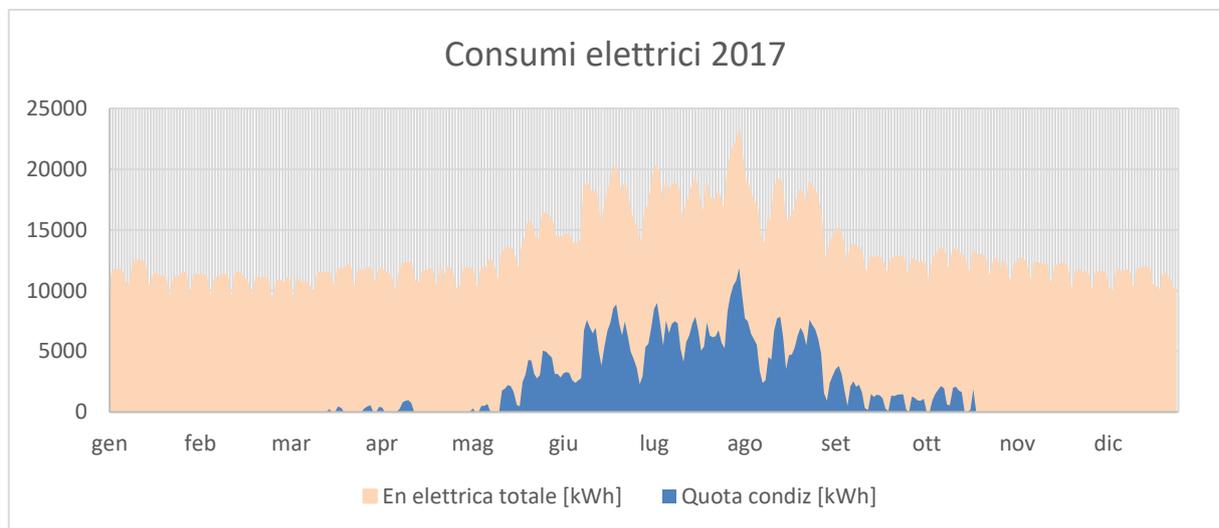


Figura 3.2-11 – Andamento fabbisogno elettrico per condizionamento rispetto al consumo totale, P.O. Martini

A scopo di verifica, è stato confrontato l'andamento ricavato con quello ricostruibile partendo dall'equazione della linea di tendenza, ottenuta dalla media sui tre anni. Come si può notare in Figura 3.2-12, relativa sempre al 2017, lo scostamento tra i due è minimo, il che indica che l'approssimazione utilizzata è accettabile.

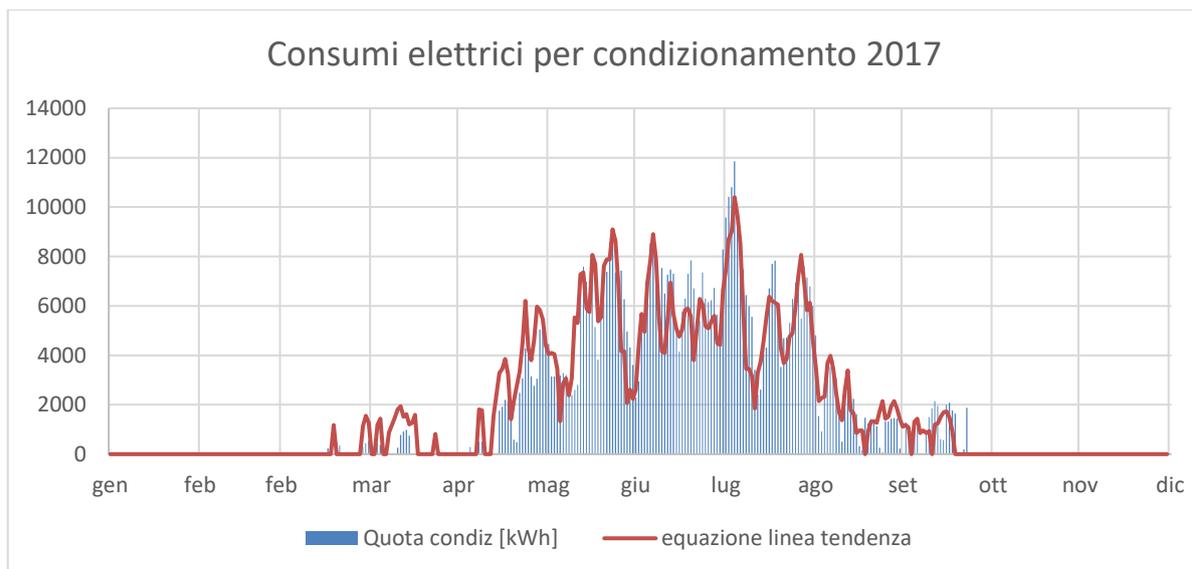


Figura 3.2-12 – Confronto consumi per condizionamento effettivi e ricostruiti, P.O. Martini

Effettuando questa operazione per ciascuno dei tre anni analizzati si è ottenuto il fabbisogno medio per condizionamento del Presidio Ospedaliero e l'incidenza di tale quota sul consumo totale, che risulta essere del 14,1% (indicato in Tabella 41).

Tabella 41 – Fabbisogno elettrico per condizionamento, prima ricostruzione, P.O. Martini

Consumi elettrici per condizionamento			
anno	En. Elettrica Totale [kWh]	En. Elettrica per condizionamento [kWh]	% quota condiz
2015	4749323,147	704444,8285	14,8%
2016	4619888,378	606752,6773	13,1%
2017	4640808,653	664070,3692	14,3%
<b>media</b>	<b>4670006,726</b>	<b>658422,625</b>	<b>14,1%</b>

Il secondo approccio utilizzato per calcolare il fabbisogno elettrico per il condizionamento sfrutta il metodo bottom-up. A partire dai dati di targa dei gruppi frigo e degli impianti split installati nella struttura e dalle modalità di utilizzo di ciascuno, se ne sono calcolati i consumi su base annuale.

Come emerso dai sopralluoghi effettuati e dai colloqui con i tecnici, i gruppi frigo vengono accessi da metà aprile a metà ottobre, ossia quando vengono spenti gli impianti di riscaldamento. Si sono ipotizzate una media di 12 ore al giorno di funzionamento per tutti i gruppi frigo in tale periodo (180 giorni), fatta eccezione per i due asserviti al corpo G, attualmente in fase di ristrutturazione, che non risultano ancora operativi. La potenza assorbita è stata supposta pari al 30% di quella installata, valore stimato a partire dalla curva di

assorbimento caratteristica dei gruppi frigo<sup>8</sup> (picco di assorbimento iniziale, seguito da una decrescita esponenziale).

I risultati sono riportati in Tabella 42. L'incidenza % è rapportata al consumo totale annuale calcolato come media sui tre anni analizzati, che, come già indicato in Tabella 41, è pari a 4814440 kWh elettrici.

Tabella 42 – Ricostruzione consumi elettrici per i gruppi frigo, P.O. Martini

Gruppi frigo						
GF	zona	pot. elettrica Installata [kw]	pot. Tot. assorbita [kw]	h equivalenti	consumo [kWh/anno]	
GF 1	GF centralizzati zona PS	66,18	19,85	2160	42882,4	
GF 2	GF centralizzati zona PS	66,18	19,85	2160	42882,4	
GF 3	GF centralizzati zona PS	66,18	19,85	2160	42882,4	
GF 4	GF centralizzati zona PS	62,70	18,81	2160	40629,6	
GF 5	GF blocco operatorio	112,50	33,75	2160	72900	
GF 6	GF blocco operatorio	86,51	25,95	2160	56058,48	
GF 7	GF blocco operatorio (non segnato)	86,51	25,95	2160	56058,48	
GF 8	GF corpo H	88,10	26,43	2160	57088,8	
GF 9	GF locale citostatici	19,70	5,91	2160	12765,6	
GF 10	GF anatomia patol e palazzina uffici	62,70	18,81	2160	40629,6	
GF 11	GF anatomia patol e palazzina uffici	62,70	18,81	2160	40629,6	
GF 12	GF anatomia patol e palazzina uffici	62,70	18,81	2160	40629,6	
GF 13	GF odontostomatologia	19,70	5,91	2160	12765,6	
GF 14	GF locale TAC	18,10	5,43	2160	11728,8	
GF 15	GF corpo G ristrutturato	270,00	81,00	0	0	
GF 16	GF corpo G ristrutturato	270,00	81,00	0	0	
		<b>1420,45</b>	<b>426,13</b>		<b>570531,2</b>	<b>12,2%</b>

Gli impianti split invece vengono accessi manualmente e sono utilizzati solo durante il periodo estivo. Si sono ipotizzate 8 ore al giorno di funzionamento per gli split portatili, 6 ore/giorno per tutti gli altri. La potenza assorbita è stata ricavata applicando il rendimento elettrico di assorbimento (supposto  $\eta=97\%$ ) alla potenza elettrica indicata sulle schede tecniche dei diversi modelli.

Il fabbisogno elettrico risultante è riportato in Tabella 43. L'incidenza dei soli sistemi split sul totale è giustamente molto bassa, di circa due punti percentuali.

<sup>8</sup> Jacopo Toniolo e Marco Carlo Masoero, *Il monitoraggio continuo di impianti HVAC: il progetto iSERV cmb*, 2012

Tabella 43 – Ricostruzione consumi elettrici impianti split, P.O. Martini

zona servita	quantità	Tot .Pot. installata [kW]	Pot. assorbita [kW]	h eq	consumo [kWh]	
Ced piano interrato	4	3,5	3,395	732	2485,14	
appartamento cappellano	1	2	1,94	732	1420,08	
Dialisi - piano terra	11	12	11,64	732	8520,48	
Dialisi - primo piano	10	12,1	11,737	732	8591,484	
Dialisi - secondo piano	10	12	11,64	732	8520,48	
Psichiatria	7	7,1	6,887	732	5041,284	
Ala centrale _ secondo piano	1	1,5	1,455	732	1065,06	
Sala conferenze	1	0,9	0,873	732	639,036	
Radiologia	5	4	3,88	732	2840,16	
Locali cabine elettriche	4	4,15	4,0255	732	2946,666	
Centrale termica	1	0,9	0,873	732	639,036	
Ambulatori piano terra	20	18	17,46	732	12780,72	
Odontostomatologia - piano primo	3	2,9	2,813	732	2059,116	
Portineria - piano terra - centralino	1	0,75	0,7275	732	532,53	
Piano terra - interno uffici	1	0,9	0,873	732	639,036	
Farmacia	5	5	4,85	732	3550,2	
otorino-urologia	2	1,8	1,746	732	1278,072	
endoscopia piano primo	8	7,8	7,566	732	5538,312	
neurologia - piano primo	5	5,7	5,529	732	4047,228	
Pediatria - piano terra	1	0,75	0,7275	732	532,53	
Medicina d'urgenza	3	3,8	3,686	732	2698,152	
Camera calda 118	1	1,3	1,261	732	923,052	
Codice bianco piano terra	1	1,5	1,455	732	1065,06	
Sert	1	0,9	0,873	732	639,036	
Ecodoppler	2	1,8	1,746	732	1278,072	
Distribuzione farmaci	1	0,9	0,873	732	639,036	
Portatili	30	30	29,1	976	28401,6	
	<b>140</b>				<b>109310,7</b>	<b>2,3%</b>

Sommando i consumi calcolati per i gruppi frigo e per gli impianti split, si ottiene il fabbisogno elettrico totale per il condizionamento. Esso risulta pari al 14,2% e corrisponde pertanto a quello calcolato nella prima analisi, correlata alla temperatura media esterna. Ciò significa che entrambi gli approcci sono corretti.

### 3.2.3.2. Fabbisogno elettrico UTA

Il consumo elettrico dovuto alle unità di trattamento aria è stato ricostruito, come per i gruppi frigo e gli impianti split, partendo dalle potenze installate e dalle ore equivalenti. Per la maggior parte delle UTA si avevano a disposizione i dati di targa individuati tramite ispezione, per quelle

in cui il rilievo non è stato possibile la potenza installata è stata calcolata pari al doppio della potenza meccanica di ventilazione, essendo noti i valori di portata e prevalenza per ciascuna unità. Tale supposizione risulta coerente con il rapporto tra la potenza meccanica e la potenza installata ricavato dai dati nominali degli impianti visionati.

La potenza assorbita è stata stimata pari al 60% di quella installata. Per quanto riguarda le ore equivalenti, dai sopralluoghi con i tecnici è emerso che tutte le UTA sono accese 24/24 ore, fatta eccezione per quella che serve gli uffici al secondo piano che invece risulta quasi sempre spenta. Per essa si è ipotizzato un funzionamento di 10 ore/giorno nel solo periodo estivo.

Tabella 44– Ricostruzione consumi elettrici impianti UTA, P.O. Martini

Unità di Trattamento Aria						
uta	zona	pot. Tot. Installata [kw]	pot. Tot. assorbita [kw]	h equival	consumo annuo [kWh]	
UTA 1	radiologia	6,25	3,75	8760	32850	
UTA 2	pronto soccorso - dea	13,00	7,80	8760	68328	
BOOSTER	PS - Locali interventi emergenza	4,00	2,40	8760	21024	
UTA 3	blocco parto e nido	0,50	0,30	8760	2628	
UTA 4	blocco parto e nido	10,50	6,30	8760	55188	
UTA 5	blocco parto e nido	6,20	3,72	8760	32587,2	
UTA 6	Rianimazione - UTIC	0,40	0,24	8760	2102,4	
UTA 7	Rianimazione - corridoio e studi medici	2,32	1,39	8760	12193,92	
UTA 8	blocco operatorio - Sala E	3,75	2,25	8760	19710	
UTA 9	blocco operatorio - Sale C e D	5,50	3,30	8760	28908	
UTA 10	blocco operatorio - Sala F	15,00	9,00	8760	78840	
UTA 11	blocco operatorio - Sala sterilizzazione	8,50	5,10	8760	44676	
UTA 12	blocco operatorio - locali spogliatoi	7,70	4,62	8760	40471,2	
UTA 13	blocco operatorio - Sale A e B	15,00	9,00	8760	78840	
UTA 14	corpo H lato est	7,70	4,62	8760	40471,2	
UTA 15	corpo H lato ovest	7,70	4,62	8760	40471,2	
UTA 16	corpo H - UTIC	7,70	4,62	8760	40471,2	
UTA 17	locale citostatici primo piano	1,56	0,93	8760	8176	
UTA 18	camera mortuaria	0,10	0,06	8760	499,32	
UTA 19	anatomia patologica	0,37	0,22	8760	1945,888	
UTA 20	uffici nuova elevazione 2 piano	3,54	2,12	1220	2588,84	
UTA 21	uffici CUP piano terra	0,09	0,05	8760	474,5	
UTA 22	ambulatori piano terra	0,11	0,06	8760	564,144	
UTA 23	laboratorio analisi	0,09	0,05	8760	474,5	
UTA 24	odontostomatologia	0,11	0,06	8760	564,144	
UTA 25	TAC piano terra	1,56	0,93	8760	8176	
UTA 26	corpo G	26	15,60	8760	136656	
UTA 27	corpo G	26	15,60	8760	136656	
		<b>181,23</b>	<b>108,74</b>		<b>936536</b>	<b>20,1%</b>

### 3.2.3.3. Fabbisogno elettrico per illuminazione

Le ore di funzionamento degli apparecchi illuminanti sono state calcolate a partire dagli orari fruizione della struttura (ricavate dalla Tabella 2.2.1) e alle ore di luce esterna. Si è in parte differenziato l'utilizzo dei sistemi di illuminazione sulle tre fasce stagionali, ulteriormente suddivise tra giorni feriali e festivi, per le diverse destinazioni d'uso, anche se per la maggior parte delle attività mediche non ne viene influenzata (si pensi alle sale operatorie, prive di finestre, ai laboratori). Tale distinzione con il calcolo delle ore equivalenti totali è riportato in Tabella 45:

Tabella 45 – Ore equivalenti di funzionamento dei sistemi di illuminazione, P.O. Martini

Area	ore/giorno inverno		ore/giorno mezza stagione		ore/giorno estate	
	feriali	festivi	feriali	festivi	feriali	festivi
blocco operatorio	13	6	13	6	13	6
day-surgery	13	0	10	0	8	0
terapia intensiva	24	24	24	24	24	24
anatomia patologica	8	0	8	0	8	0
Pronto Soccorso e DEA	24	24	24	24	24	24
Laboratorio analisi	15	8	15	8	15	8
Radiologia	15	8	15	8	15	8
Reparti/degenze	15	15	12	12	10	10
ambulatori	8	0	8	0	6	0
day-hospital	13	0	10	0	8	0
mensa dipendenti	5	5	5	5	5	5
cucina (smistamento da servizio esterno)	10	10	8	8	8	8
media giornaliera [h/giorno]	13,58	8,33	12,67	7,92	12,00	7,75
media giornaliera pesata [h/giorno]	12,08		11,31		10,79	
ore per stagione di riferimento [h]	1824,58		1040,48		1315,86	
<b>totale [ore/anno]</b>	<b>4181</b>					

Una volta determinate le ore equivalenti si è potuto valutare il fabbisogno elettrico per illuminazione conoscendo il numero, la tipologia ed il consumo di riferimento degli apparecchi illuminanti presenti nel presidio. Il valore ottenuto è stato stimato in maniera conservativa, poiché nel corso dell'anno alcune plafoniere con lampade fluorescenti sono state sostituite con altre a tecnologia LED, tuttavia, non essendoci un censimento aggiornato il numero di interventi effettuato non è noto e si è fatto riferimento al più recente rilievo a disposizione.

I risultati ottenuti sono riportati in Tabella 46:

Tabella 46 – Calcolo fabbisogno elettrico per illuminazione, P.O. Martini

Tipo lampada	Quantità	Consumo di riferimento [W]	Ore annue medie	Consumo annuale [kWh]
Fluorescente 2x18W	76	45	4181	14298,74
Fluorescente 4x18W	928	90	4181	349190,16
Fluorescente 1x36W	114	45	4181	21448,10
Fluorescente 2x58W	79	140	4181	46240,94
Fluorescente 2x36W	619	90	4181	232918,87
Fluorescente 1x18W	86	23	4181	8269,85
Fluorescente 1x58W	59	70	4181	17267,19
Fluorescente 3x58W	25	135	4181	14110,59
fluorescente 2x35W	646	88	4181	237676,75
fluorescente 4x14W	585	70	4181	171208,54
fluorescente 1x35W	96	44	4181	17660,19
fluorescente 2x26W	467	65	4181	126911,73
fluorescente 1x28W	23	35	4181	3365,64
fluorescente 2x28W	94	70	4181	27510,43
Led alta efficienza	141	25	4181	14737,73
fluorescente 1x26W	185	33	4181	25524,50
fluorescente 1x24W	455	30	4181	57069,51
	<b>4678</b>			<b>1385409,45</b>
				<b>29,7%</b>

### 3.2.3.3.1. Fabbisogno elettrico terminali

Alcune zone del presidio sono servite da fancoil. Per calcolarne il consumo elettrico, essendo disponibile un capitolato tecnico indicante il numero, la tipologia e la zona servita da ciascuno, si è proceduto utilizzando un valore medio di potenza per il singolo elemento di 100 Watt, calcolando la potenza assorbita applicando il rendimento elettrico e determinando le ore equivalenti per i terminali. In tal senso, pur ricordando che tali dispositivi vengono utilizzati per riscaldare, per raffrescare e per condizionare, è risultato opportuno suddividere gli orari di funzionamento a seconda dei periodi stagionali: 10 ore/giorno nel periodo invernale, 6 ore/giorno nella stagione intermedia e 12 ore/giorno per il periodo estivo.

L'incidenza dei terminali idronici sul consumo totale, riportata in Tabella 47, risulta ovviamente molto bassa.

Tabella 47 – Consumo elettrico terminali idronici, P.O. Martini

Terminali: Fancoil									
zona servita dai fancoil	N°	pot. Singolo el [kW]	pot. Install [kW]	Pot. Ass. [kWel]	heq inverno	heq mezza stag	heq estate	consumo [kWh]	
Radiologia	20	0,1	2	1,94	1510	552	1464	6840,44	
Pronto Soccorso - DEA	20	0,1	2	1,94	1510	552	1464	6840,44	
Blocco operatorio	5	0,1	0,5	0,485	1510	552	1464	1710,11	
Corpo H	12	0,1	1,2	1,164	1510	552	1464	4104,264	
Nuova Palazzina Sala Conferenze	20	0,1	2	1,94	1510	552	1464	6840,44	
Sala Settoria, Anatomia Patologica e Lab. Analisi	20	0,1	2	1,94	1510	552	1464	6840,44	
Palazzina Uffici 3° piano	25	0,1	2,5	2,425	1510	552	1464	8550,55	
Palazzina uffici piano interrato, terreno, primo	100	0,1	10	9,7	1510	552	1464	34202,2	
<b>totale</b>	<b>222</b>	<b>0,1</b>	<b>22,2</b>	<b>21,534</b>	<b>1510</b>	<b>552</b>	<b>1464</b>	<b>75928,9</b>	<b>1,6 %</b>

### 3.2.3.4. Apparecchi elettromedicali

Avendo a disposizione l'inventario aziendale è possibile conoscere numero e modello di apparecchiature elettromedicali presenti nella struttura. Vi sono in totale 2796 apparecchi, di cui solo 2754 funzionanti. Tuttavia, fatta eccezione per gli apparecchi radiologici, le TAC e pochi altri particolarmente energivori per potenza o per quantità (riportati in Tabella 48), la potenza di tali apparecchi poco si differenzia da quella dei normali dispositivi elettronici.

Tabella 48 – Elenco apparecchi elettromedicali maggiormente energivori, P.O. Martini

Apparecchio	Quantità	Pot. Singolo elemento [kWel]	Pot. Totale [kWel]
Apparecchio per emodialisi	41	2,5	102,5
Radiologico portatile dea	1	2,2	2,2
Radiologico portatile rianimazione	1	2,2	2,2
Intensificatore simad	3	3,5	10,5
Laser olmio	1	3,5	3,5
Frigorifero biologico	53	1	53
Lampada scialitica	24	0,15	3,6
Analizzatore multiparametrico selettivo	3	10	30
Autoclave	3	30	90
Centrifuga refrigerata	2	10	20
Gruppo radiologico	3	22,8	68,4
Gruppo radiologico per dea	1	38	38
Apparecchio per lavaggio e disinfezione	8	9	72
Riproduttore video/digitale di bioimmagini	52	3,25	169
Termosaldatrice	6	11	66
Tomografo assiale computerizzato 16	1	60	60
Tomografo assiale computerizzato 64	1	72	72

La difficoltà principale riguarda il calcolo delle ore equivalenti, poiché il funzionamento di queste attrezzature è spesso saltuario e quasi istantaneo (si pensi ad un elettrobisturi), spesso sono lasciate in stand-by ed oltretutto dispositivi dello stesso tipo non vengono utilizzati in modo equivalente, indi per cui la ricostruzione dello scenario di funzionamento non può essere accurata.

Per tali ragioni non è stata possibile una ricostruzione bottom-up dei consumi elettrici: si è invece effettuata una stima studiando il differente comportamento rilevato nei giorni feriali e festivi.

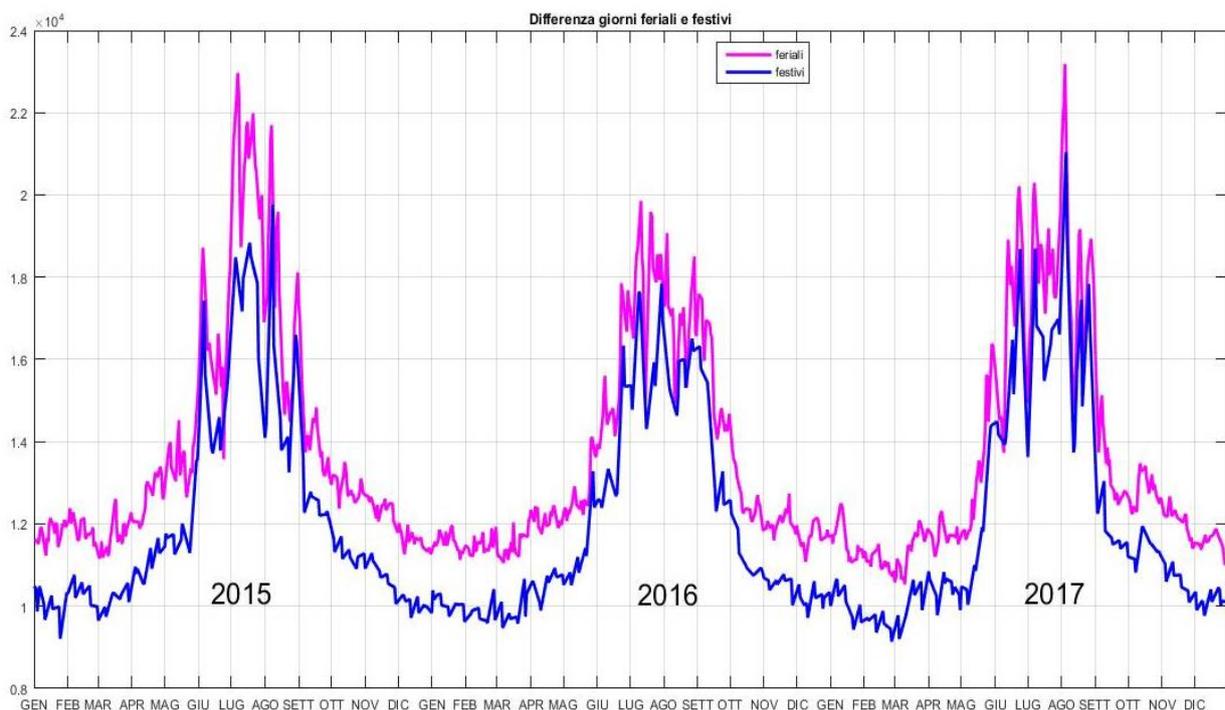


Figura 3.2-13 – Differenza di consumo elettrico tra i giorni feriali e festivi sul triennio, P.O. Martini

La discrepanza di consumo riscontrata, riportata in Figura 3.2-13, va attribuita al diverso tipo di attività svolto: il sabato, la domenica e tutti i giorni festivi, rimangono operative solamente le degenze, il Pronto Soccorso e il DEA ed il blocco operatorio per eventuali interventi di emergenza, mentre tutto il resto del presidio rimane “fermo”. Si è quindi scelto di attribuire tale differenza all’uso degli apparecchi elettromedicali, nonostante i diversi consumi non siano dovuti solo ad essi ma anche, ad esempio, alle quote di illuminazione degli uffici, degli studi medici, degli ambulatori, etc. Tuttavia durante i giorni festivi gli apparecchi elettromedicali vengono impiegati in caso di emergenza o lasciati in stand-by per la pronta disponibilità, e tale utilizzo “compensa” le differenze con gli altri apporti mancanti.

Questa stima è stata effettuata, per i tre anni oggetto d'analisi, sia su base annuale (Tabella 49) sia su base mensile (in Tabella 50 è riportata quella relativa al 2017, in

Tabella 51 il riepilogo per tutti e tre gli anni), al fine di ottenere un valore più pesato. Nonostante la differenza riscontrata sia minima, si fa riferimento al dato ricavato su base mensile in quanto più accurato. L'incidenza sul consumo totale risulta quindi del 12%.

Tabella 49 – Differenza consumi elettrici tra giorni feriali e festivi calcolata sul totale annuale, P.O. Martini

anno	media feriali	media sabato e festivi	$\Delta E$ [kWh]	%
2015	13559,04686	11759,68688	1799,359978	13,3%
2016	13128,78704	11503,80741	1624,979635	12,4%
2017	13215,11719	11626,34223	1588,774956	12,0%
<b>media</b>	<b>13300,98</b>	<b>11629,95</b>	<b>1671,04</b>	<b>13%</b>

Tabella 50 - Differenza consumi elettrici tra giorni feriali e festivi calcolata sul base mensile, anno 2017, P.O. Martini

2017				
mese	media gg feriali	media gg festivi	$\Delta E$ [kWh]	$\Delta E$ %
gennaio	11241,62682	9796,641876	1444,984944	13%
febbraio	10777,68348	9286,183935	1491,499548	14%
marzo	11019,72186	9708,072098	1311,649763	12%
aprile	11392,96137	10115,23275	1277,72862	11%
maggio	13073,85118	11317,44978	1756,401398	13%
giugno	16423,17864	15001,826	1421,35264	9%
luglio	17764,04262	15728,55291	2035,48971	11%
agosto	17776,19901	16209,4954	1566,703613	9%
settembre	13068,60048	11612,47528	1456,1252	11%
ottobre	12452,82914	11074,51716	1378,311976	11%
novembre	11741,05266	10385,86178	1355,19088	12%
dicembre	11223,71383	9848,149145	1375,564685	12%
			<b>17871,00</b>	<b>12%</b>

Tabella 51 – Differenza consumi elettrici tra feriali e festivi su base mensile, riepilogo triennio, P.O. Martini

anno	totale gg feriali	totale gg festivi	$\Delta E$ annuale [kWh]	% $\Delta E$ (media pesata)
2015	162018,76	141951,22	20067,54	13%
2016	157095,87	138771,01	18324,86	12%
2017	157955,46	140084,46	17871,00	12%
<b>media</b>	<b>159021,60</b>	<b>140267,53</b>	<b>18754,07</b>	<b>12%</b>

### 3.2.3.5. Riepilogo consumi elettrici

A seguito dell'analisi svolta, la ripartizione dei consumi elettrici tra i diversi utilizzi è quella illustrata in Figura 3.2-14:

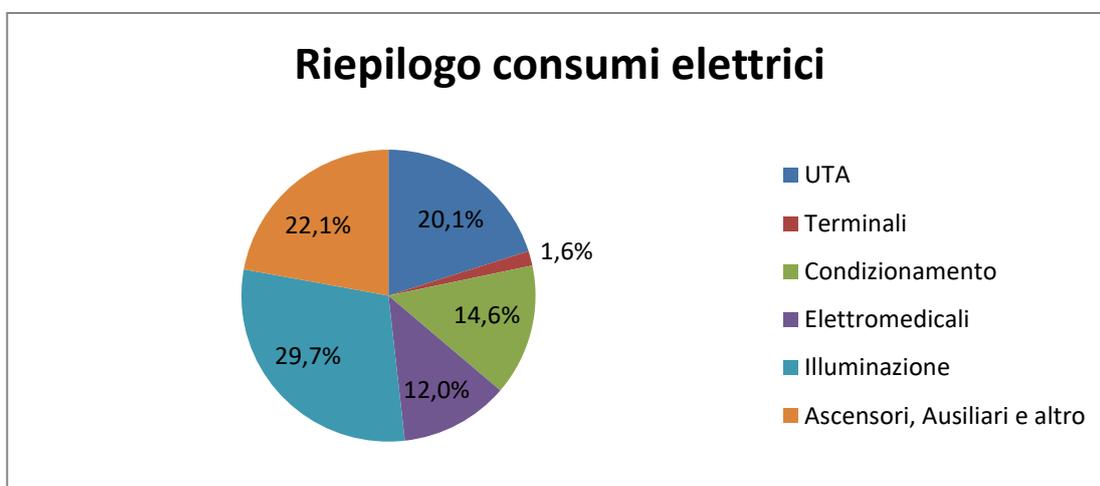


Figura 3.2-14 – Ripartizione Fabbisogno elettrico, P.O. Martini

Considerando che gli impianti di sollevamento hanno quadri elettrici dotati di inverter, un uso discontinuo durante il giorno influenzato dal flusso di persone all'interno della struttura, un consumo differente a seconda della direzione della corsa (salita o discesa) e del numero di fermate, l'incidenza del consumo dovuto all'utilizzo degli ascensori rispetto al fabbisogno totale è minima. Si ipotizza pari al 5%. Non essendo invece noto il numero e la tipologia di ausiliari presenti nella struttura e asserviti ai diversi impianti, il consumo ad essi attribuibile può essere stimato solo per differenza, sottraendo al consumo totale medio i fabbisogni elettrici calcolati per gli altri impieghi.

Partendo da tale supposizione è possibile suddividere ulteriormente i consumi elettrici nei diversi usi. Il risultato finale è riportato in Tabella 52 e illustrato in Figura 3.2-15.

Tabella 52 – Fabbisogni elettrici P.O. Martini, ripartizione per i diversi usi

Riepilogo consumi elettrici		
Uso energia	kWh	%
UTA	937002,496	20,1%
Terminali	75928,884	1,6%
Condizionamento	679841,8768	14,6%
Elettromedicali	559099,3879	12,0%
Illuminazione	1385409,451	29,7%
Ascensori	233500,3363	5,0%
Ausiliari e altro	799224,294	17,1%
<b>Totale</b>	<b>4670006,7</b>	<b>100%</b>

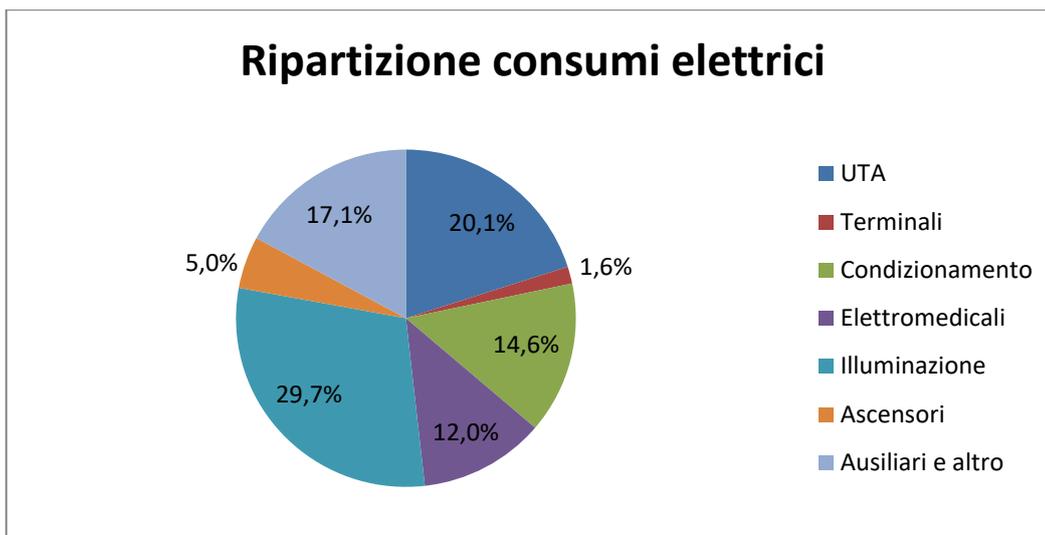


Figura 3.2-15 – Ripartizione Fabbisogno elettrico finale, P.O. Martini

La quota di utilizzo maggiore è quella per l'illuminazione. Tale valore diminuirà man mano che gli attuali apparecchi illuminanti verranno via via sostituiti con quelli a tecnologia LED. Tuttavia il consumo potrebbe ulteriormente ridursi con un uso responsabile degli impianti di illuminazione, stimolando una certa sensibilizzazione da parte del personale e installando sensori di presenza negli ambienti meno frequentati come servizi igienici, corridoi e spogliatoi.

A seguire vi è il fabbisogno elettrico dovuto agli impianti di trattamento dell'aria, che corrisponde al 20,1% del totale. Anche questa quota potrebbe diminuire se si ottimizzassero i periodi di funzionamento delle UTA: considerando che attualmente le UTA sono attive 24/24 ore in tutta la struttura, differenziandone gli orari a seconda degli ambienti serviti e impostando timer e centraline di controllo, le ore di funzionamento totali potrebbero ridursi quasi del 50%.

Il consumo degli apparecchi elettromedicali corrisponde a circa il 12% del totale, è difficile intervenire poiché sono dispositivi speciali il cui utilizzo non può essere programmato. Oltre che sensibilizzando il personale sanitario, l'unico modo per ridurre in minima parte tale fabbisogno è utilizzando apparecchiature di ultima generazione ad elevata efficienza energetica, ma ciò comporterebbe una spesa economica importante il cui rientro non è garantito.

Una volta dismessi tutti gli impianti split, tutti i sistemi di condizionamento saranno centralizzati. Ciò consentirà un maggior controllo, sia a livello di funzionamento sia di impostazioni igrometriche, e di conseguenza il consumo elettrico per condizionamento dovrebbe in parte ridursi.

# Capitolo 4 – Proposta di intervento sulle UTA

## 4.1 Descrizione funzionamento dell'unità di trattamento aria

### 4.1.1 Unità di trattamento dell'aria (UTA)

In un impianto che tratta l'aria come fluido termovettore, l'unità di trattamento aria, o UTA, svolge un ruolo fondamentale specialmente in ambito ospedaliero per il rispetto delle normative già citate precedentemente. In essa infatti l'aria esterna viene trattata per essere poi immessa in ambiente nelle migliori condizioni possibili.

Tre sono le principali categorie di impianti di condizionamento:

1. Gli impianti ad espansione diretta: non si produce acqua calda e acqua refrigerata ma il fluido termovettore è lo stesso fluido frigorifero (freddo in estate caldo in inverno) che alimenta direttamente i terminali in ambiente (condizionatori autonomi). Gli impianti ad espansione diretta sono di norma utilizzati in piccoli ambienti (negozi, bar, piccoli uffici) specie nelle versioni split system che hanno un componente posto all'esterno (unità motocondensante) ed una all'interno (evaporatore). Gli impianti ad espansione diretta stanno però sempre più diffondendosi anche per realizzazioni più importanti nella versione a "volume di refrigerante variabile"
2. Gli impianti a tutt'aria nei quali gli ambienti sono serviti solo mediante aria (parte esterna + parte di ricircolo) trattata nelle unità di trattamento aria (UTA). Gli impianti a tutt'aria sono pertanto costituiti da UTA + canali + terminali ambiente di immissione ed estrazione aria. I fluidi termovettori AC ed AR servono solo le UTA e non vengono distribuiti in ambiente.

Gli impianti a tutt'aria possono essere di molteplici categorie:

- impianti a portata costante
  - impianti multi-zone
  - impianti a portata variabile
  - impianti a doppio condotto
3. Gli impianti misti aria/acqua nei quali gli ambienti sono serviti secondo la seguente impostazione le dispersioni invernali i carichi sensibili estivi sono coperti mediante specifici terminali di utenza posti negli ambienti stessi (terminali ad acqua quali ventilconvettori, travi fredde, soffitti radianti, ecc.) la qualità dell'aria e il controllo dell'umidità relativa sono invece garantiti mediante l'immissione di una adeguata portata di aria esterna opportunamente trattata ed immessa a temperatura

pressoché neutra rispetto alla temperatura ambiente, ma ad un contenuto igrometrico tale da consentire il controllo dell'umidità relativa. Negli impianti misti si distribuisce ai singoli ambienti sia AC e AR sia aria trattata anche se con portate minori perché pari solo alla portata di ricambio. Gli impianti misti sono quelli maggiormente utilizzati nel condizionamento di ambienti multipli per es. uffici, ospedali, ecc. perché sono meno ingombranti e perché consentono di effettuare agevolmente il controllo del carico termico locale per locale.

Il ruolo affidato all'aria è quello di mantenere una buona qualità interna dell'aria e di controllare il grado igrometrico ambientale, prendendosi carico dunque della potenza termica latente emessa dagli occupanti.

In sintesi dunque l'UTA dovrà svolgere i seguenti compiti:

- Controllo di qualità dell'aria
- Rinnovo e ventilazione meccanica degli ambienti
- Controllo del grado igrometrico ambientale

L'unità di trattamento dell'aria è composta da diversi componenti, ognuno in grado di svolgere una determinata funzione sull'aria trattata. Questi componenti sono racchiusi in un involucro di metallo che contiene due ventilatori (mandata e ripresa), batterie per il raffreddamento e il riscaldamento, filtri e limitatori di rumore. Infine il sistema è collegato ai condotti per la distribuzione dell'aria condizionata che la trasporta alle zone di interesse, facendole poi tornare all'unità stessa.

Immaginando di seguire il percorso fatto dall'aria prelevata dell'ambiente esterno incontreremo:

- Serranda di presa, attraverso cui l'aria esterna viene introdotta nel canale principale di aspirazione dell'UTA;
- Filtro dell'aria, utilizzato per migliorare la qualità dell'aria ed eliminare così sostanze nocive o irritanti presenti in essa;
- Batteria di pre-riscaldamento: non è altro che uno scambiatore di calore alettato al cui interno scorre acqua calda. Il suo utilizzo è fondamentale durante la stagione invernale per aumentare la temperatura dell'aria altrimenti troppo bassa per poter subire le trasformazioni

termodinamiche successive; il preriscaldamento è inoltre essenziale per poter controllare adeguatamente l'umidità ambiente nelle condizioni invernali.

- Una valvola a tre vie viene solitamente installata sulla mandata dell'acqua, in modo tale da regolare la portata di acqua calda in inverno, sia di funzionare come by-pass nella stagione estiva.



- Figura 4.1 - Batteria

- Lavatore adiabatico: il suo ruolo è quello di umidificare l'aria, aumentandone il grado igrometrico. È un elemento composto da un serie di piccoli ugelli attraverso cui viene vaporizzata dell'acqua e messa in contatto con il flusso di aria. Viene alimentato da una piccola pompa che attinge acqua da una vasca di raccolta. In alternativa, soprattutto al fine di eliminare il rischio di contaminazione da Legionella, si può utilizzare un'unità di umidificazione a vapore prodotto direttamente con resistenze elettriche inverse o indirettamente utilizzando la rete di vapore tecnologico dell'ospedale (ove presente).
- Batteria di raffreddamento e deumidificazione: svolge il duplice ruolo di raffreddare il flusso d'aria e allo stesso tempo di deumidificarlo. Viene utilizzata esclusivamente nella fase estiva e come la precedente batteria è uno scambiatore aria-acqua al cui interno viene fatta scorrere acqua refrigerata. Dal momento che si vuole ottenere un effetto di deumidificazione, l'acqua all'interno della batteria dovrà avere una temperatura inferiore a quella di rugiada, permettendo così al vapore contenuto nell'aria di condensare. Come nel caso della batteria di

pre-riscaldamento si prevede la presenza alla mandata di una valvola a tre vie con lo stesso scopo.

- Batteria di post-riscaldamento: è l'ultima batteria di scambio termico presenta nell'UTA e presenta caratteristiche simili alle due batterie precedenti. Il suo compito è però essenziale poiché viene utilizzata in entrambe le stagioni di riscaldamento e raffrescamento per immettere l'aria alla temperatura desiderata. E garantire quindi il corretto controllo dei parametri termoigrometrici al variare dei carichi dell'ambiente.
- Ventilatore: elemento meccanico che serve a immettere il flusso d'aria corretto in ambiente. Dovrà essere dimensionato per vincere tutte le perdite di carico dei condotti successivi, per garantire un adeguata flusso d'aria al terminale più svantaggiato.

Sebbene il ruolo affidato all'UTA preveda esclusivamente di compensare il carico latente, si è preferito affidare ad essa un leggero compito sul calore sensibile, immettendo aria leggermente più calda di quella ambiente durante la stagione invernale, e viceversa immettendo aria a temperatura inferiore di quella ambiente durante la stagione estiva. Come temperature di immissione, per entrambe le stagioni è stata ipotizzata 22°C.

Le trasformazioni che l'aria esterna dovrà subire sia nelle condizioni invernale che estive, considerando la città di Torino, per l'aria esterna si adottano i seguenti valori:

- Inverno: temperatura aria esterna -8°C e umidità relativa 80%
- Estate: temperatura aria esterna 32°C e umidità relativa 50%

Nel periodo estivo l'aria prelevata dall'esterno subisce due trasformazioni termodinamiche:

- Raffreddamento e deumidificazione
- Post-riscaldamento

Pertanto dalle condizioni esterne l'aria attraversa la batteria di raffreddamento e deumidificazione fino a giungere alla temperatura desiderata di 22°C.

Nel funzionamento invernale dell'UTA, le portate di aria trattate saranno le medesime del caso precedente. Tuttavia in condizioni invernali che trasformazioni termodinamiche che l'aria deve affrontare sono tre, ovvero, in ordine di svolgimento:

- Pre-riscaldamento a titolo costante
- Umidificazione adiabatica o a vapore
- Post-riscaldamento a titolo costante

In sostanza, una volta entrata nel condotto dell'UTA, l'aria esterna attraversa inizialmente la batteria di pre-riscaldamento nella quale la sua temperatura viene innalzata mantenendo il titolo costante, Successivamente l'aria viene umidificata attraverso il lavoratore adiabatico. Infine entra nel post-riscaldamento isotitolo che deve portare l'aria dalle condizioni di immissione.

Nel caso di umidificazione a vapore, è possibile ottenere le condizioni di immissione volute attraverso due soli processi:

- Pre-riscaldamento a titolo costante
- Umidificazione isoterma

Le batterie presenti nell'unità di trattamento aria indipendentemente dalla funzione svolta, tutte le batterie di scambio termico sono costruite con la stessa impostazione tecnica. Ogni batteria è infatti caratterizzata da un ben definito numero di ranghi, a loro volta costituiti da tubi di rame alettati e all'interno dei quali scorre l'acqua in grado di cedere o asportare la potenza richiesta. Solitamente la distribuzione dell'acqua all'interno della batteria viene svolta tramite un collettore di distribuzione, in grado di distribuire le portate di acqua nel modo più equo tra i vari ranghi. Al termine del suo percorso in batteria il flusso di acqua viene poi raccolto da un collettore di uscita. Un'altra soluzione può essere quella di avere i ranghi delle batterie in serie e non in parallelo, così che tutti siano attraversati dalla massima portata. Oppure è anche possibile progettare batterie dotate di un unico collettore per ogni tubo del rango, così da ottenere basse velocità di scorrimento dell'acqua. Tutti i casi progettuali possibili in ogni caso prevedono una velocità di scorrimento dell'acqua all'interno dei tubi non superiore a 1 m/s, valore dovuto all'ottimizzazione degli scambi termici.

I parametri fondamentali per una batteria possono essere così riassunti:

- Passo tra le alette
- Passo tra i tubi di rame
- Numero ranghi
- Area frontale

Il dimensionamento di una batteria e delle sue dimensioni di ingombro frontale vanno sempre fatte tenendo conto delle cadute di pressione nei condotti e nei tubi, che sono proporzionali al quadrato della velocità. Le velocità lato acqua e lato aria sono solitamente imposte per minimizzare le cadute di pressione e massimizzare lo scambio energetico. Il problema legato

alla velocità dell'aria è l'emissione acustica, e quindi spesso si decide di imporre velocità più basse, a spese dell'efficienza energetica.

Con il termine rete di distribuzione dell'aria ci si vuole riferire a tutto l'insieme dei condotti incaricati di trasportare il fluido termovettore aria nella totalità dei suoi percorsi all'interno dell'edificio. L'intera rete di trasporto dell'aria può essere suddivisa in tre sottoreti:

1. Rete di presa d'aria esterna. È la parte di condotti che partendo dall'esterno dell'edificio aspira aria dall'ambiente circostante e la direziona fino all'imbocco dell'unità di trattamento dell'aria.
2. Rete di mandata. Rappresenta la parte più sostanziosa dell'impianto aria, poiché è incaricata della distribuzione dell'aria trattata in tutti gli ambienti designati.
3. Rete di estrazione (o ripresa). L'insieme dei condotti che svolgono la funzione di estrazione hanno il compito di asportare l'aria esausta dall'interno dell'edificio per scaricarla all'esterno.

In ogni rete appena elencata l'aria viene movimentata tramite dei ventilatori, il cui punto di funzionamento viene individuato graficamente dall'intersezione di due curve: la caratteristica motrice del ventilatore e la caratteristica resistente del circuito che deve compiere l'aria. Entrambe le caratteristiche descrivono l'andamento della prevalenza del ventilatore in funzione della portata volumetrica trattata. Mentre la prima curva diminuisce all'aumentare della portata, la seconda ha un comportamento opposto. L'intersezione delle due, come si può vedere dalla figura sottostante, individua il punto di funzionamento ottimale del ventilatore.

## Caratteristiche tipiche dei ventilatori

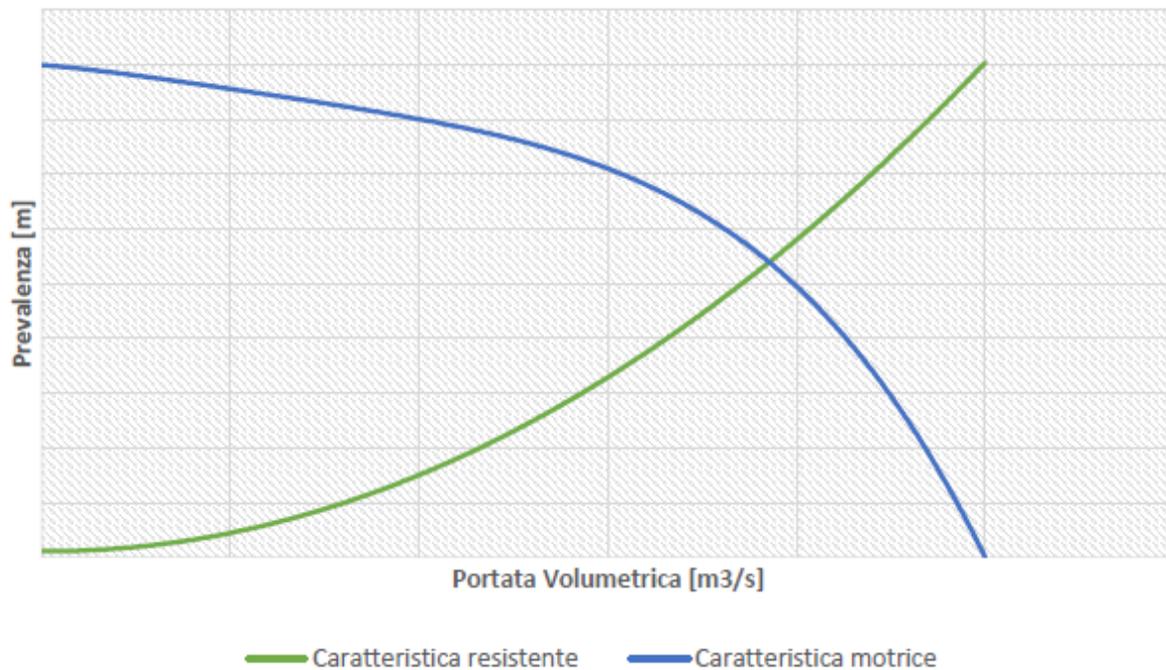


Figura 4.2 - Caratteristiche tipiche dei ventilatori

Tutti i ventilatori vengono forniti con allegata la propria caratteristica simile a quella appena descritta. La prevalenza di un ventilatore non è altro che il salto di pressione che si ottiene a cavallo di esso. Il parametro fondamentale da tenere in considerazione nella scelta di un ventilatore è proprio il massimo salto di pressione che deve vincere per riuscire a fornire una portata di aria soddisfacente al distributore più svantaggiato.

## 4.2 Intervento sulle UTA con pompa di calore della G.S.I s.r.l. – Global System Integration

Com'è noto il recupero termico sull'aria espulsa è certamente una delle più importanti sfide tecnologiche nell'ambito dell'ottimizzazione dei consumi energetici e di conseguenza nella definizione della classe energetica degli edifici.

Tale esigenza è particolarmente sentita in ambito ospedaliero, poiché il fabbisogno termico dell'ospedale dipende in misura spesso preponderante proprio dal ricambio d'aria. Ciò è dovuto a due cause:

1. Il divieto di effettuare ricircolo nella maggior parte delle aree servite, che obbliga a operare con 100% aria esterna.
2. L'elevato numero di ricambi imposti dalla normativa, spesso largamente superiori a quelli strettamente necessari per abbattere i carichi termici.

Le soluzioni tradizionali per eseguire il recupero sull'aria espulsa sono di tre tipi:

1. Recuperatori a fluido intermedio (detti anche "statici a pacco" o "a batterie accoppiate").
2. Recuperatori aria-aria.
3. Recuperatori rotativi.

Le prime due tipologie di recuperatori operano solo sulla componente sensibile dell'entalpia dell'aria, e possono variare solo la temperatura dell'aria esterna; la terza tipologia può invece operare anche sulla quota latente dell'entalpia e può quindi variare sia la temperatura, sia il contenuto igrometrico dell'aria esterna.

Peraltro, al fine di evitare il rischio di cross-contaminazione fra aria espulsa e aria di rinnovo, in ambito ospedaliero non è consigliato l'impiego delle tipologie 2) e 3). Lo scambiatore a fluido intermedio non presenta tale rischio, ma è caratterizzato da valori inferiori di efficienza proprio perché prevede un doppio scambio termico: ad esempio, in regime invernale, aria espulsa-fluido intermedio-aria di rinnovo.

Il recupero termico così detto di tipo "termodinamico" effettuato con pompe di calore invertibili costituisce una delle più interessanti ed innovative possibilità di sviluppo in questo settore, che da troppo tempo non si innova.

Uno dei più interessanti futuri sviluppi delle pompe di calore può, essere costituito dal loro crescente impiego nei sistemi di recupero termico così detti "termodinamici" installati sulle

unità di trattamento aria (UTA) e in particolare sulle unità di trattamento dell'aria primaria di ventilazione impiegate negli impianti misti aria/acqua.

GSI è un'azienda che opera nel settore delle energie rinnovabili sviluppando sistemi avanzati per il comfort climatico degli ambienti in ogni stagione. Le soluzioni tecnologiche utilizzate conciliano aspetti funzionali di eccellenza al minimo impatto ambientale.

La qualità e la durata nel tempo dei prodotti sono garantite dal miglioramento continuo delle procedure di lavoro e dall'utilizzo dei migliori materiali.

Il macchinario proposto è AQUA RC (Recupero di Calore) disponibile in diverse configurazioni e disponibilità termiche.



Figura 4.2.1 - AQUA RC

AQUA RC è il gruppo idronico di recupero termodinamico di tipo reversibile in pompa di calore acqua-acqua progettato per ottenere elevati recuperi energetici in accoppiamento ad unità di trattamento dell'aria dotate di batterie di recupero lato espulsione e lati presa aria esterna.

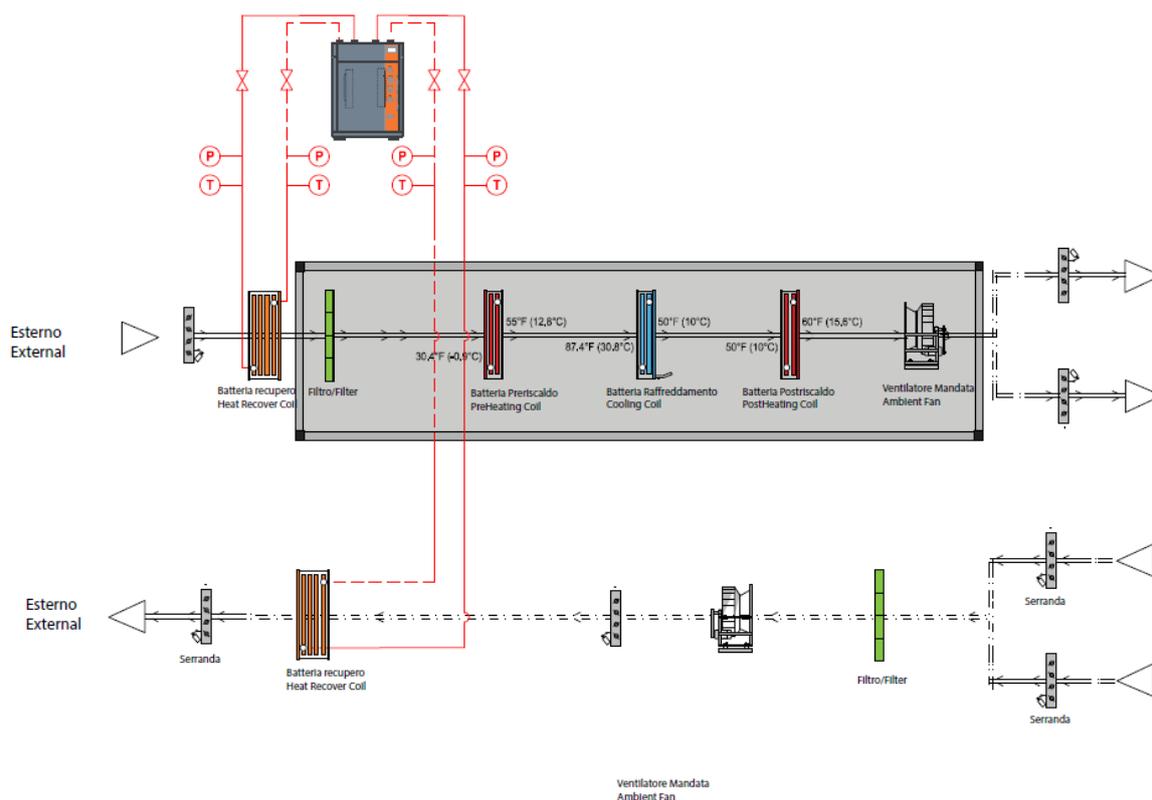


Figura 4.2.2 - Esempio accoppiamento UTA

L'utilizzo delle unità gamma AQUA RC permette di ottenere elevati livelli di efficienza energetica sia in condizioni estive che invernali a differenza dei più tradizionali sistemi di recupero di tipo statico a pacco o rotativi. Un'altra peculiarità del sistema AQUA RC è dotato della totale separazione dei flussi in immissione e espulsione dell'aria, che garantiscono il 100% di aria rinnovata immessa negli ambienti, ideale quindi per applicazioni sanitarie come sale operatorie o in applicazione su processi produttivi.

AQUA RC viene fornita di serie del sistema di controllo per la gestione in autonomia dell'unità e/o blocco della stessa. Le unità possono essere comandate sia da locale che da remoto permettendo all'installatore e all'utente, con diversi livelli di accesso protetti, di interfacciarsi con l'unità anche per lo svolgimento delle seguenti funzioni:

- accensione e spegnimento dell'unità
- impostazione dei set-point della temperatura di lavoro
- cambio stagione (funzionamento invernale o estivo)
- compensazione climatica dei set-point per adattare automaticamente il set-point impostato in funzione delle reali condizioni ambientali.

L'unità ha tecnologia full inverter, pompe di circolazione, valvole e compressore sono dotati di driver elettronici che ne regolano la potenza a vantaggio di un minor consumo elettrico e un

maggior adeguamento al carico. L'accesso alle informazioni e comandi è reso semplice e rapido grazie ad una potente interfaccia grafica a bordo macchina. Il Sistema AQUA RC garantisce elevati rendimenti di efficienza sia in fase di recupero estivo sia in fase di recupero invernale. Il sistema di recupero termodinamico offre inoltre la possibilità di cedere il surplus di energia termica / frigorifera ai sistemi di climatizzazione presenti all'interni dell'edificio. Inoltre il sistema AQUA RC è applicabile su impianti esistenti è in grado attraverso gli opportuni accessori di recuperare calore dagli impianti di trattamento aria, o da processi produttivi quali forni, cucine, sistemi di raffreddamento macchinari, ecc.

#### VANTAGGI DEL SISTEMA

**RETROFIT** - Consiste nell'aggiungere una nuova tecnologia ad un sistema vecchio, prolungandone così la vita utile e migliorandone l'efficienza.

**INTEGRATION** - Permette di integrare un sistema innovativo senza dover necessariamente sostituire componenti delle macchine di trattamento aria e senza modificare i parametri di comfort.

**SIMPLE** - AQRC è un sistema monoblocco e non necessita di collegamenti frigoriferi. Il collegamento alle batterie di recupero è di tipo idronico.

**SMART** - AQRC è un sistema evoluto che permette l'integrazione in diversi modi, sistema centralizzato dove AQRC opera con più unità / batterie in parallelo o sistema singolo con AQRC dedicata alla singola unità di trattamento aria.

**POWER** - Grazie alla tecnologia multi Scroll-BLDC, AQRC permette di raggiungere elevate potenze termiche e frigorifere con estrema modulazione in grado di operare con unità di trattamento aria fino a 80.000m<sup>3</sup>/h.

Tutte le unità sono dotate di compressori ermetici di ultima generazione funzionanti con refrigerante R410 A, accoppiati tra loro con sistema multitandem fino ad un massimo di 6 compressori di cui uno di tipo modulante con motore brushless a magneti permanenti controllato da un Driver Elettronico DC.

Di seguito il funzionamento dell'unità nei cicli invernale e estivi:

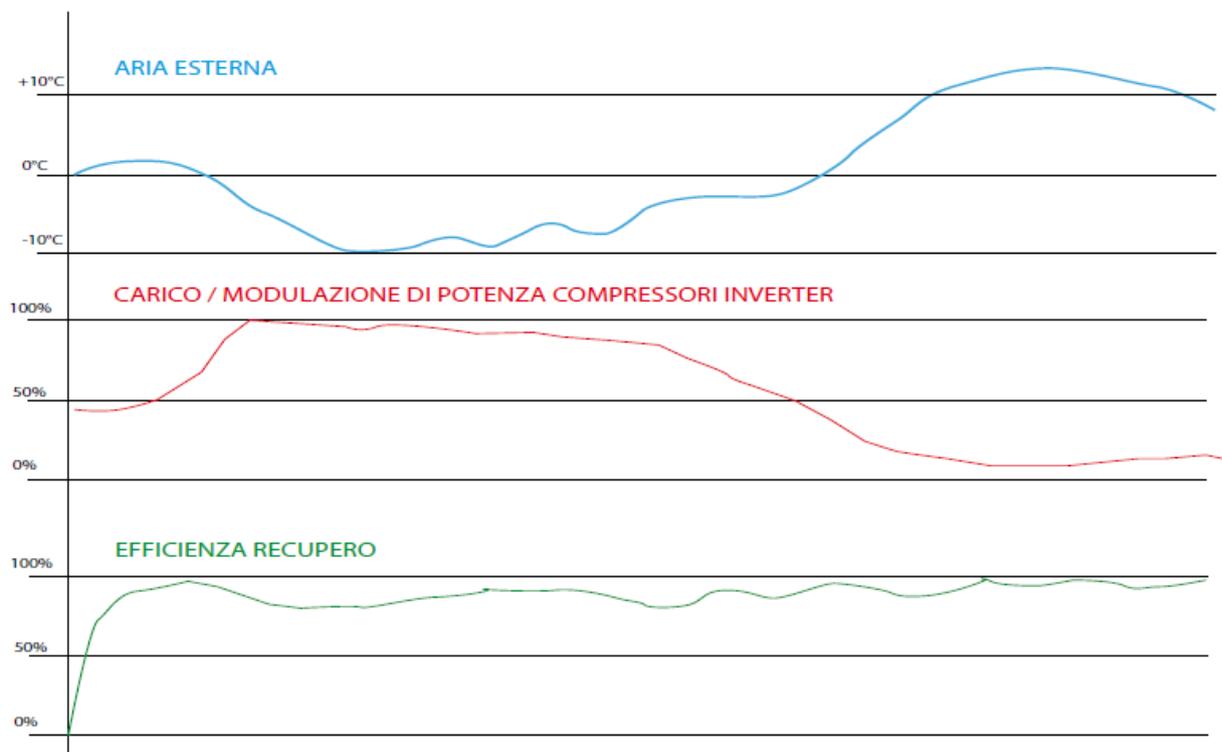


Figura 4.2.3 - Funzionamento unità RC in ciclo invernale al variare dei carichi e temperature esterne

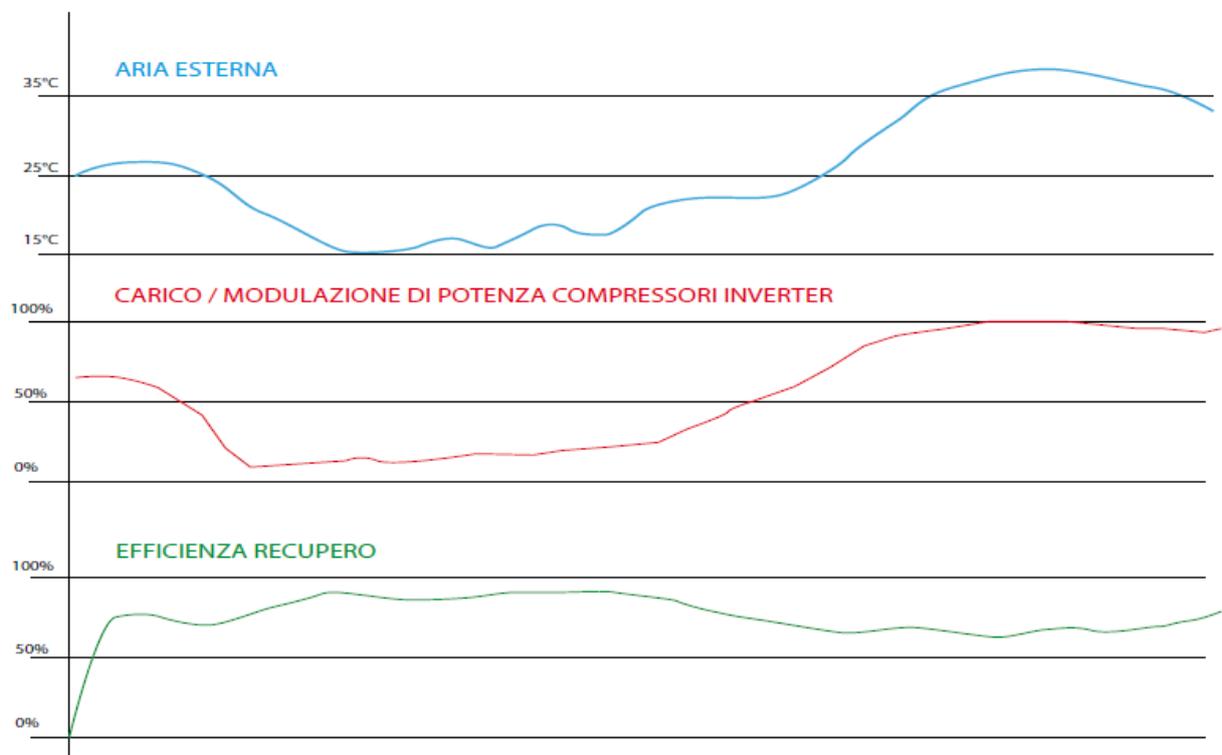
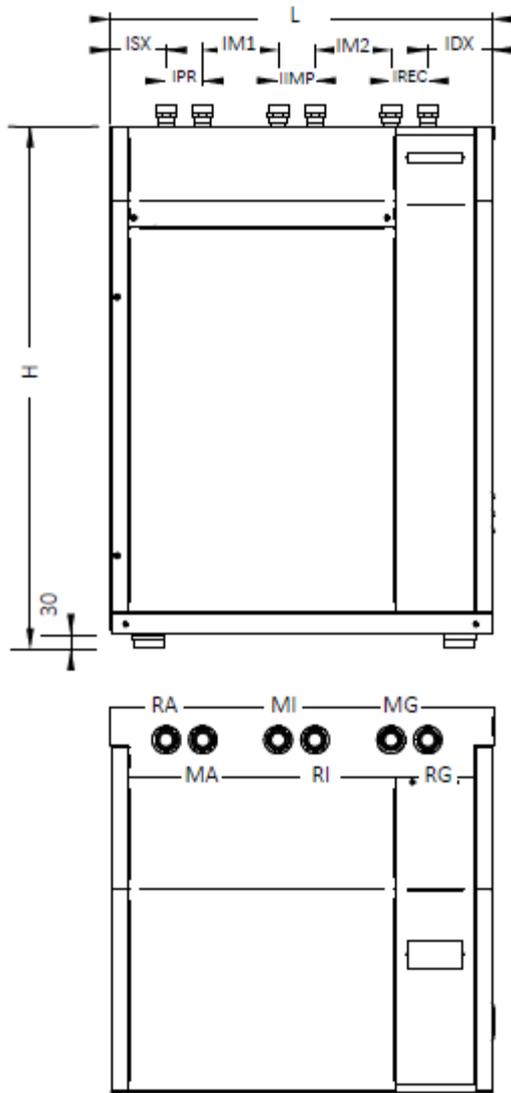


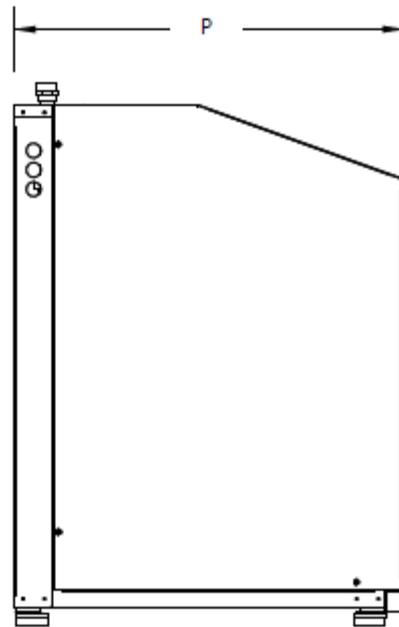
Figura 4.2.4 - Funzionamento unità RC in ciclo estivo al variare dei carichi e temperature esterne

Di seguito la scheda tecnica della macchina:

## Dimensioni



## Size



Misure espresse in mm  
Measures expressed in mm

## Attacchi

## Connections

AQUA RC			114	121	127	138	145
Lunghezza / Length	L	mm	690	890	1090		
Profondità / Depth	P	mm	720	900	1000		
Altezza / Height	H	mm	1220	1220	1110		
Interasse Post Riscaldamento / Post heating Wheelbase	IPR	mm	85	85	140		
Interasse Immissione / Input Wheelbase	IIMP	mm	85	85	150		
Interasse Recupero / Recovery Wheelbase	IREC	mm	85	85	150		
Interasse Sx / Left Distance	ISX	mm	103	130	167		
Interasse 1 / 1 Wheelbase	IM1	mm	115	175	140		
Interasse 2 / 2 Wheelbase	IM2	mm	115	175	140		
Interasse Dx / Right Distance	IDX	mm	103	152	154		
Ritorno Post Riscaldamento alla macchina/Post heating Return to the macchine	RP	Rp	1"	1" 1/2	2"		
Mandata Post Riscaldamento macchina/Post Heating Mandate from the macchine	MP	Rp	1"	1" 1/2	2"		
Mandata Immissione macchina/Input Mandate from the macchine	MI	Rp	1"	1" 1/2	2"		
Ritorno Immissione alla macchina/Input Return to the macchine	RI	Rp	1"	1" 1/2	2"		
Mandata Recupero macchina/Recovery Mandate from the macchine	MC	Rp	1"	1" 1/2	2"		
Ritorno Recupero alla macchina/Recovery Return to the macchine	RC	Rp	1"	1" 1/2	2"		
Peso / Weight		Kg	180	250	280	280	420

Figura 4.2.5 - Dimensioni AQUA RC

## Dati Tecnici

## Technical Data

AQUA RC	Mod	114		121		127		138		145	
		Min	Max								
<b>FUNZIONAMENTO: INVERNALE- W10/W35 / OPERATION: WINTER- W10/W35</b>											
Potenza Termica / Thermal Power	kW	4,72	17,52	6,16	24,65	8,62	36,80	10,55	45,04	12,28	52,45
Portata acqua Imp. / Plant water flow	m <sup>3</sup> /h	0,81	3,01	1,06	4,24	1,48	6,33	1,82	7,75	2,11	9,02
P.A. Totale / Total Power Consumption	kW	0,77	3,23	1,06	4,59	1,43	6,69	1,67	7,81	2,04	9,57
COP		6,10		5,83		6,03		6,32		6,01	
<b>FUNZIONAMENTO: ESTIVE- W15/W18 / OPERATION: SUMMER- W15/W18</b>											
Potenza Frigorifera / Cooling Power	kW	4,05	20,15	5,24	28,08	7,37	42,12	9,11	52,02	10,50	59,99
Portata acqua Imp. / Plant water flow	m <sup>3</sup> /h	0,70	3,47	0,90	4,83	1,27	7,25	1,57	8,95	1,81	10,32
P.A. Totale / Total Power Consumption	kW	0,83	2,67	1,12	3,84	1,52	5,59	1,77	6,53	2,17	8,00
EER		7,54		7,32		7,53		7,96		7,50	
<b>DATI GENERALI / GENERAL DATA</b>											
Refrigerante / Refrigerant		R410A		R410A		R410A		R410A		R410A	
Carica / Charge	Kg	2,30		3,20		3,70		4,20		4,70	
P. Max Assorbita / Max Power Absorbed [+]	kW	5,53		9,07		11,88		13,52		16,61	
C. Max Assorbita Trifase / Current Max Absorb. Three-phase [+]	A	10,73		16,33		21,50		23,99		28,81	
Classe Energetica / Energy Class		A++		A++		A++		A++		A++	
Circuiti frigoriferi / Refrigerant circuits	n°	1		1		1		1		1	
Gradini di parzializzazione / Staging steps	%	30%	100%	30%	100%	30%	100%	30%	100%	30%	100%
Compressori / Compressor	n°	1		1		1		1		1	
Tensione alimentazione / Power supply	V/Hz/Ph	400/3/50		400/3/50		400/3/50		400/3/50		400/3/50	
Pressione sonora Lp / Sound pressure Lp*	dB(A)	46,40		47		47		48		49,1	
Lunghezza / Length	L	mm	690	890	890	890	890	890	890	1090	1090
Profondità / Depth	P	mm	720	900	900	900	900	900	900	1000	1000
Altezza / Height	H	mm	1220	1220	1220	1220	1220	1220	1220	1110	1110
Interasse Post Riscaldamento / Post heating Wheelbase	IPR	mm	85	85	85	85	85	85	85	140	140
Interasse Immissione / Input Wheelbase	IIMP	mm	85	85	85	85	85	85	85	150	150
Interasse Recupero / Recovery Wheelbase	IREC	mm	85	85	85	85	85	85	85	150	150
Interasse Sx / Left Distance	ISX	mm	103	130	130	130	130	130	130	167	167
Interasse 1 / 1 Wheelbase	IM1	mm	115	175	175	175	175	175	175	140	140
Interasse 2 / 2 Wheelbase	IM2	mm	115	175	175	175	175	175	175	140	140
Interasse Dx / Right Distance	IDX	mm	103	152	152	152	152	152	152	154	154
Peso / Weight	Kg	200		250		280		280		420	

Figura 4.2.6 - Dati tecnici AQUA RC

## 4.2.1 Dimensionamento e preventivo unità AQUA RC

Per la trattazione sono state considerate nove UTA cioè tutte quelle provviste di batterie e di cui è stato possibile reperire tutti i dati sufficienti per questo studio, inoltre sono state escluse quelle del blocco operatori avendo queste caratteristiche più particolari e quelle del corpo G ancora in ristrutturazione.

L'obbiettivo di studio è quello di analizzare una nuova configurazione delle UTA cioè di accoppiare al gruppo di batterie a fluido intermedio un sistema integrato a pompa di calore senza sostituire le UTA. Per fare ciò si è ipotizzato che la portata d'aria di mandate e di ripresa siano uguali e si supponga il numero ranghi e portata d'acqua del gruppo di batterie siano sufficienti per l'integrazione di questo sistema.

Tabella 4.2.1 - Calcolo potenze per il dimensionamento AQUA RC

UTA	Vent. Mand. [m3/h]	Pot. Instal. mandata [kW]	Vent. Ripresa [m3/h]	Pot. Instal. ripresa/estrazione [kW]	bat. Recup. [kW]	bat. Risc. [kW]	bat. Raff. [kW]	ore	Pot. macchina [kW]
UTA 1	7500	5,5	3000	0,75	50	94,5	100	24/2 4 h	31,5
UTA 2	15000	13		0	67	133,3 3	190	24/2 4 h	63
UTA 6	6000	0,4		0	50	94,5	100	24/2 4 h	25,2
UTA 7	4500	1,5	3600	0,82	35	53,3	60	24/2 4 h	18,9
UTA 14	8200	5,5	7200	2,2	31,7	45,14	45	24/2 4 h	34,44
UTA 15	7000	5,5	6800	2,2	31,17	45,14	45	24/2 4 h	29,4
UTA 16	6200	5,5	5550	2,2	31,17	45,14	45	24/2 4 h	26,04
UTA 17	4000	1,33	2000	0,22	18,1	56	30	24/2 4 h	16,8

UTA	4000	1,33	2000	0,22	18,1	56	30	24/2	16,8
25								4 h	

Per il dimensionamento delle unità di AQUA RC da richiedere all'azienda GSI srl sono state calcolate le potenze di trattamento termico aria necessarie, in base alla portata d'aria in mandata, per la scelta e il dimensionamento delle unità di AQUA RC di cui l'azienda ha fornito il preventivo. Queste potenze sono state calcolate in base al Principio della Termodinamica, la potenza termica  $\phi$  [W] necessaria per riscaldare / raffreddare una portata  $G$  [kg/s] di aria dalla temperatura  $T_1$  alla temperatura  $T_2$  è pari a:

$$\phi = G * (h_2 - h_1)$$

dove  $h$  rappresenta l'entalpia dell'aria per unità di massa [J/kg].

Nei calcoli sugli impianti di condizionamento dell'aria, in cui si applica il modello termodinamico dell'aria umida, i valori di entalpia sono generalmente ricavati graficamente dal diagramma psicrometrico (sia esso Mollier o Carrier), noti i valori di temperatura e umidità iniziali (1) e finali (2).

Nei casi in cui si possa ritenere ininfluente la variazione di umidità specifica (ad es. trasformazioni di riscaldamento / raffreddamento isotitolo), è lecito considerare la sola componente dell'aria secca, rappresentata come un gas ideale di calore specifico a pressione costante  $c_p$ , per il quale la variazione infinitesima di entalpia è definita come:

$$dh = c_p * dT$$

Pertanto:

$$\phi = G * c_p * (T_2 - T_1)$$

Nella pratica termotecnica, è consuetudine esprimere la portata d'aria come valore in volume  $Q$  [m<sup>3</sup>/h], assumendo che l'aria si comporti come un gas ideale incomprimibile di densità  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>] costante.

Da cui:

$$\phi = \left( \rho * \frac{Q}{3600} \right) * c_p * (T_2 - T_1)$$

Assumendo i valori convenzionali  $\rho = 1,2$  [kg/m<sup>3</sup>] e  $c_p = 1000$  [J/(kg K)] si ottiene quindi:

$$\phi = \left( 1,2 * \frac{1000}{3600} \right) * Q * (T_2 - T_1) \approx 0,35 * Q * (T_2 - T_1)$$

Come  $\Delta T$  tra temperatura esterna e quella ambiente abbiamo considerato 12°C sia in regime invernale che estivo.

Allo stesso modo verranno calcolare le potenze scambiate della trasformazione ante e post operam nel caso invernale per la simulazione delle UTA.

#### 4.2.2 Simulazione UTA caso invernale

Utilizzando il diagramma psicrometrico abbiamo tracciato le trasformazioni dell'aria che si verificano delle UTA nel caso estivo e invernale sia per le unità che sono a tutt'aria che per quelle ad aria primaria. La differenza da un impianto ad aria primaria e a tutt'aria è quella che se con il sistema ad aria primaria a coprire i carichi sensibili ci pensano i terminali ad acqua (ad es. i ventilconvettori) nel caso a tutt'aria pensa a tutto il sistema UTA.

Ricordiamo che, per la città di Torino e per la destinazione ospedaliera considerata, condizioni di progetto invernale ed estive assumono i seguenti valori:

- Inverno: temperatura aria esterna -8°C e umidità relativa 80%
- Inverno: temperatura aria interna 22°C e umidità relativa 50%
- Estate: temperatura aria esterna 32°C e umidità relativa 50%
- Estate: temperatura aria interna 26°C e umidità relativa 50%

Di seguito quindi vengono riportati sui diagrammi psicrometrici le trasformazioni dell'aria nelle condizioni ante-operam con il sistema di recupero a fluido intermedio di cui attualmente usufruisce l'ospedale e a seguire i diagrammi post-operam con le nuove trasformazioni permesse dal sistema AQUA RC, proposto dalla G.S.I srl, di recupero a pompa di calore da accoppiare al sistema UTA. Per quest'ultimo, come si noterà dal diagramma, nel caso invernale l'uscita dal recuperatore sarà considerata ad una temperatura prossima a quella di mandata (corrispondente allo sfruttamento quasi al 100% del salto termico disponibile), grazie alle elevate differenze di temperatura fra acqua prodotta dalla pompa di calore (circa 45°C) e aria da preriscaldare. Per il caso estivo, non potendo considerare un recupero totale a causa delle differenze di temperatura non così marcate, la situazione è radicalmente diversa: verrà dunque successivamente proposta una soluzione alternativa con il recupero di acqua calda per il post-riscaldamento dalla pompa di calore. Potremo dunque calcolare le potenze scambiate della trasformazione ante-operam e post-operam nel caso invernale e mettere a confronto i benefici apportati con il sistema a pompa di calore AQUA RC e i relativi consumi.

Diagramma psicrometrico, impianto ad aria primaria, ante-operam:

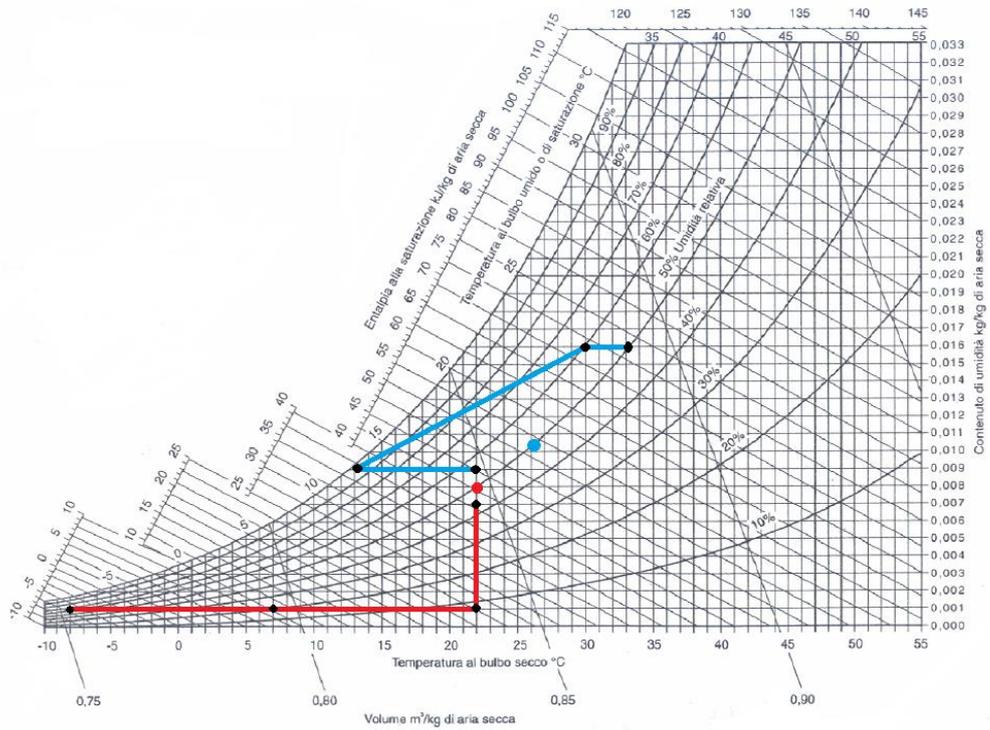


DIAGRAMMA PSICROMETRICO DELL'ARIA

Figura 4.2.7 - ciclo estivo (blue) e invernale (rosso) ad aria primaria

Diagramma psicrometrico, impianto a tutt'aria, ante-operam:

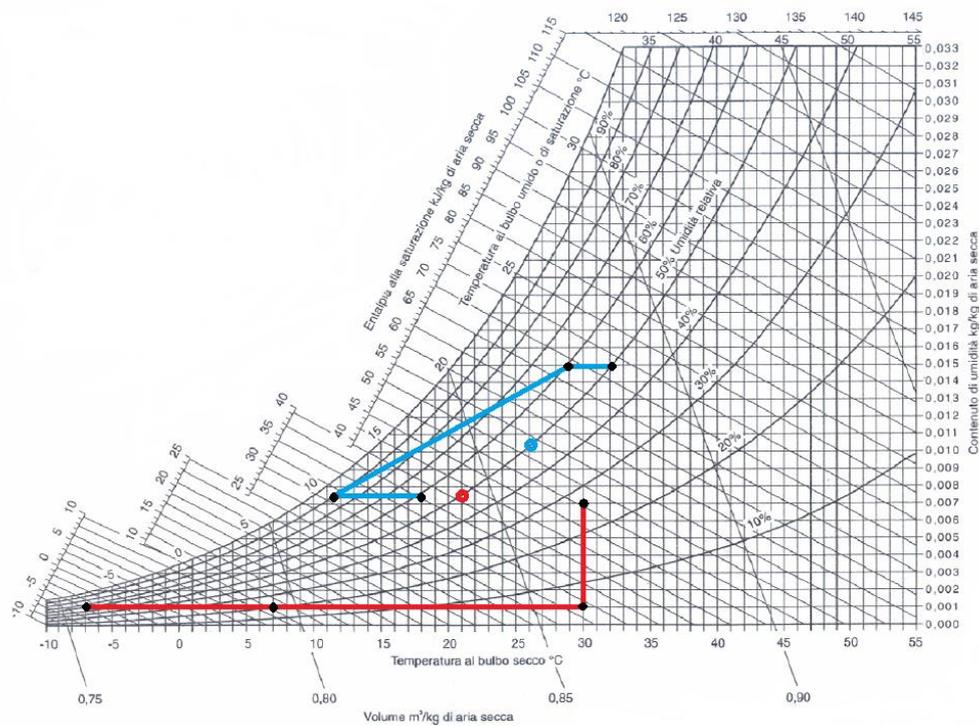


DIAGRAMMA PSICROMETRICO DELL'ARIA

Figura 4.2.8 - ciclo estivo (blue) e invernale (rosso) a tutt'aria

Diagramma Psicometrico ad aria primaria post-operam:

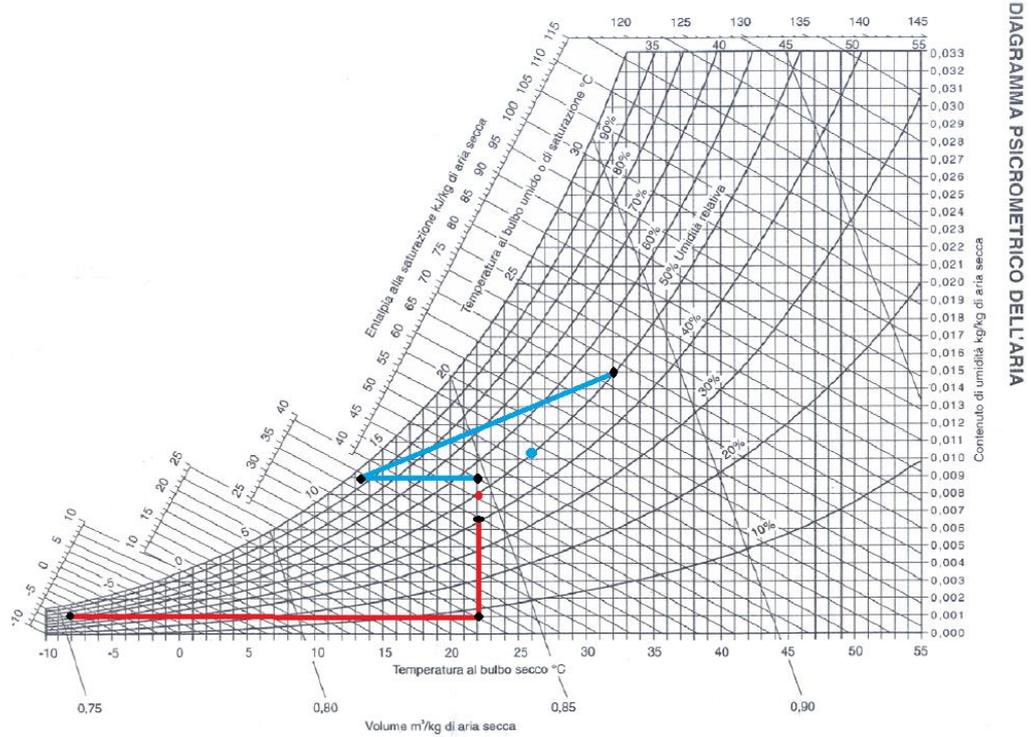


Figura 4.2.9 - Aria primaria con pompa di calore

Diagramma psicometrico, impianto a tutt'aria, post-operam:

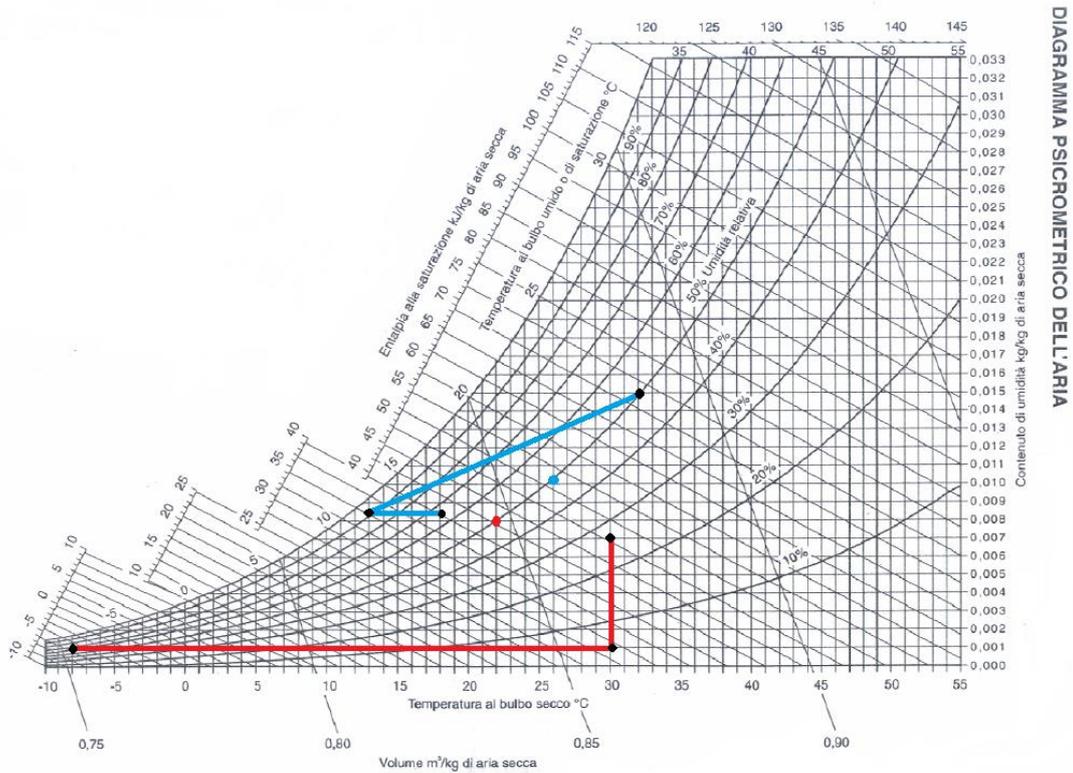


Figura 4.2.10 - Aria primaria con pompa di calore

L'analisi energetica è stata eseguita attraverso un calcolo orario, implementato in Excel, riferito al solo periodo di riscaldamento (ottobre-aprile); per le condizioni esterne sono stati utilizzati i dati medi orari di temperatura e umidità della città di Torino. Nel file sono inoltre stati inseriti, quali dati di input, la portata in [m<sup>3</sup>/h] di aria in mandata e corrispondente potenza scambiata e i set-point delle batterie ricavate dal diagramma psicrometrico. I risultati, espressa come energia termica stagionale scambiata nella configurazione attuale e con il nuovo sistema AQUA RC, sono riportati nella tabella 4.2.2. seguente.

Tabella 4.2.2 – Energia scambiata ante e post operam

	UTA (recuperatore a fluido intermedio)	UTA (recuperatore a pompa di calore)
$\phi$ pre-riscaldamento [kWh]	887239	111122
$\phi$ recuperata [kWh]	887239	1774478

Noti i valori di energia termica scambiata (fabbisogno dell'impianto), possiamo ora calcolare i consumi di energia primaria. Si ricorda che l'ospedale Martini viene alimentato nella quasi totalità dal teleriscaldamento: quindi per il termine  $\phi$  pre-riscaldamento, assumendo un rendimento unitario dello scambiatore di calore presente nella sottostazione che interfaccia la rete di teleriscaldamento e le utenze dell'ospedale, il consumo di energia termica coincide con il fabbisogno. Per quanto riguarda la  $\phi$  recuperata con la UTA ante-operam, nell'analisi è stato considerato il consumo della pompa di circolazione del fluido intermedio, assumendo una potenza elettrica assorbita di 100 W e un funzionamento continuo 7/24. Infine per il termine  $\phi$  recuperata con UTA recuperatore a pompa di calore, il consumo di energia primaria (elettrica) è stato calcolato dividendo il fabbisogno per il COP, pari a 6, della pompa di calore AQUA RC fornita dalla della G.S.I srl. I valori di consumo sono riassunti nella tabella 4.2.3 seguente.

Tabella 4.2.3 – Consumi UTA ante e post operam

	UTA (recuperatore a fluido intermedio)	UTA (recuperatore a pompa di calore)
$\phi$ pre-riscaldamento [kWh]	887239	111122
$\phi$ recuperata [kWh]	887639	295746

Ora è possibile riportare quest'ultima tabella in termini economici moltiplicando per il costo dell'energia termica che per il teleriscaldamento è pari a 0.077 €/kWh, mentre per l'energia elettrica necessaria per il funzionamento sia della pompa di ricircolo sia della pompa di calore il costo è pari a 0.23 €/kWh.

Tabella 4.2.4 – Valore economico dei consumi economici

	UTA (recuperatore a fluido intermedio)	UTA (recuperatore a pompa di calore)
$\phi$ pre-riscaldamento [€]	68317	30003
$\phi$ recuperata [€]	239663	79852

### 4.2.3 Simulazione UTA caso estivo

Ragionando in termini generali sul problema del recupero, si osserva che nelle condizioni invernali la potenzialità di recupero è essenzialmente riferita al calore sensibile, date le elevate differenze di temperatura interno-esterno. La situazione è radicalmente diversa in estate perché le differenze di temperatura non sono così marcate, mentre si hanno in genere significative differenze di contenuto igrometrico dell'aria (umidità specifica) tra esterno ed interno. Il recuperatore a batterie intermedie, poiché usa acqua a temperatura intermedia fra esterno ed interno, fa recuperare un quantitativo, trascurabile di energia sulla sola componente sensibile. Esso non interviene sulla quota di energia latente, per recuperare la quale sono necessarie tecnologie di deumidificazione chimico-fisica (non applicabili in ambito ospedaliero),

oppure un sistema di recupero termodinamico attivo che, attraverso il ciclo termodinamico inverso.

Nella situazione ante-operam, l'acqua refrigerata che alimenta ogni UTA è prodotta all'evaporatore da un gruppo frigorifero condensato ad aria, di marca Trane; si tratta cioè di una macchina che dissipa il calore di condensazione in un "pozzo termico" (aria esterna) a temperatura variabile. Dall'analisi del ciclo di Carnot inverso sappiamo che, se la temperatura esterna sale, il COP della macchina diminuisce, quindi soprattutto in condizioni di elevata temperatura esterna un gruppo frigo condensato ad aria avrà dei COP tendenzialmente bassi.

Nella condizione post-operam, la pompa di calore AQUA RC produce sempre all'evaporatore acqua refrigerata alla stessa temperatura del gruppo frigorifero attuale (7°C nominali), dissipando il calore di condensazione in un "pozzo termico" (flusso di aria espulsa dall'ambiente climatizzato) a temperatura costante e pari a 26°C, che è la temperatura di progetto estiva per gli ambienti interni, generalmente minore della temperatura esterna. Questa condizione operativa permette dunque di ottenere valori di COP più elevati rispetto al gruppo condensato ad aria. Inoltre, la pompa di calore permette di produrre "gratuitamente" acqua calda, recuperando l'energia termica ad alta temperatura corrispondente alla fase di desurriscaldamento del fluido di lavoro, che raggiunge la temperatura massima all'uscita dal compressore.

Possiamo vedere tale processo sul ciclo termodinamico, rappresentato sul diagramma T-S, in cui la fase di desurriscaldamento del refrigerante è a temperatura sufficientemente alta per produrre acqua calda per il post-riscaldamento.

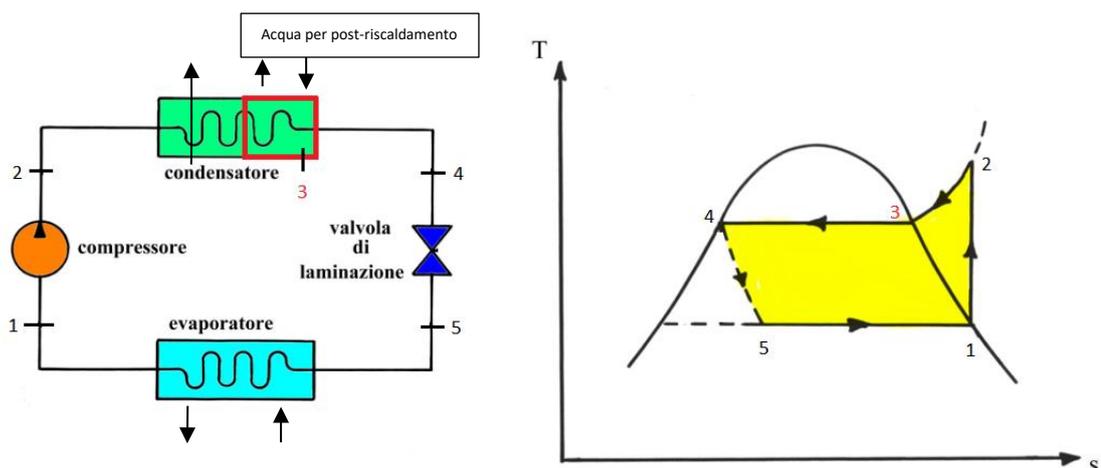


Figura 4.2.12 – ciclo con pompa di calore AQUA RC

Per stimare il fabbisogno termico e frigorifero si è utilizzato un file excel, sviluppato dall'azienda Prodim s.r.l., che effettua un'analisi su base oraria utilizzando dati climatici medi per la città di Torino. Sono stati inseriti, quali dati di input, la portata in [m3/h] di aria in mandata e la corrispondente potenza installata e i set-point delle batterie, ricavati dal diagramma psicrometrico. I risultati dell'analisi, riferita ai soli mesi estivi per la situazione ante-operam, sono riportati in tabella 4.2.5. Il fabbisogno di energia è indicato nella prima colonna, mentre nella seconda colonna è riportato il valore di consumo di energia primaria; per l'energia frigorifera è stato considerato il COP, pari a 4.38, del gruppo frigo Trane esistente:

Tabella 4.2.5 - fabbisogno termico e frigorifero ante-operam

	fabbisogno [kWh]	Consumo [kWh]
<b>Energia termica</b>	261054	261054
<b>Energia frigorifera</b>	456763	104284

I corrispondenti valori post-operam a seguito dell'accoppiamento del sistema AQUA RC sono riportati in tabella 4.2.6. Per il consumo di energia frigorifera è considerato il COP della pompa di calore GSI, pari a 6:

Tabella 4.2.6 - fabbisogno termico e frigorifero post-operam

	fabbisogno [kWh]	Consumo [kWh]
<b>Energia termica</b>	261054,43	261054,43
<b>Energia frigorifera</b>	456762,93	76127,15426

In conclusione è possibile constatare un notevole risparmio anche nel caso estivo sfruttando gratuitamente l'acqua calda per il post-riscaldamento.

Nella condizione ante-operam la spesa è infatti pari a:

- energia termica:  $261054 \text{ [kWh]} * 0,077 \left[ \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right] = 20102 \text{ €}$
- energia frigorifera:  $104284 \text{ [kWh]} * 0,23 \left[ \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right] = 23985 \text{ €}$
- TOTALE: 44087 €

Nella condizione post-operam la spesa diviene:

- TOTALE:  $76127 \text{ kWh} * 0,23 \text{ €/kWh} = 17509 \text{ €}$

Il corrispondente risparmio è quindi dell'ordine di 26500 €.

Considerando che l'intervento riguarda nove UTA e che ciascuna pompa di calore ha un costo dell'ordine di 25.000 €, il tempo di ritorno dell'investimento è dell'ordine di:

$$PBT = \frac{25000 \text{ [€]} * 9}{26500 \text{ [€]}} = 8.5 \text{ anni}$$

## Conclusioni

Nello sviluppo di questa trattazione, sono stati applicati i passaggi del processo di diagnosi energetica previsti dalla UNI CEI EN 16247-2:2014 al presidio ospedaliero Martini di Torino. In particolare lo scopo dell'elaborato è stato quello di fornire una procedura che possa essere utilizzata dalla "ASL città di Torino" per analizzare altri presidi del proprio patrimonio edilizio.

La maggior parte delle aziende di tutti i settori non ha l'effettiva consapevolezza dell'energia che consuma, ma la carenza di queste informazioni rende difficoltoso implementare iniziative mirate all'efficienza energetica. Tale mancanza è stata riscontrata anche sul Presidio preso in esame. Date le dimensioni e le complessità dell'azienda, il reperimento dei dati per predisporre la diagnosi energetica è risultato difficoltoso e l'assenza di un database organizzato e aggiornato ha fatto sì che le informazioni risultassero in parte incomplete o mancanti, cosa di cui l'analisi critica dei consumi energetici effettuata ha risentito.

Inoltre, la tesi in esame ha trattato un altro argomento ovvero il contenimento dei consumi energetici connessi con la ventilazione rappresenta oggi una delle sfide progettuali più importanti nel campo dell'efficienza energetica in edilizia a tal proposito è stato proposto un intervento atto a migliorare l'efficienza energetica della struttura.

Com'è noto il recupero termico sull'aria espulsa è certamente una delle più importanti sfide tecnologiche nell'ambito dell'ottimizzazione dei consumi energetici e di conseguenza nella definizione della classe energetica degli edifici, al punto che in molti casi, i fabbisogni per la ventilazione stanno diventando la voce di gran lunga più importante del bilancio energetico complessivo. Ciò è dovuto al sempre maggior peso che nei moderni edifici stanno acquisendo i fabbisogni termici e frigoriferi necessari per il trattamento dell'aria di rinnovo, in virtù della sempre più marcata riduzione degli analoghi fabbisogni energetici scambiati attraverso l'involucro edilizio.

Il recupero termico così detto di tipo "termodinamico" effettuato con pompe di calore invertibili costituisce una delle più interessanti ed innovative possibilità di sviluppo in questo settore, che da troppo tempo non si innova.

Uno dei più interessanti futuri sviluppi delle pompe di calore invertibili può, essere costituito dal loro crescente impiego nei sistemi di recupero termico così detti "termodinamici" installati

sulle unità di trattamento aria (UTA) e in particolare sulle unità di trattamento dell'aria primaria di ventilazione impiegate negli impianti.

L'adozione di un sistema moderno come quella a pompe di calore per le unità di trattamento dell'aria aiuterebbe quindi a ridurre gli sprechi energetici dell'edificio analizzato e se l'uso venisse poi esteso a tutti i presidi aziendali i risparmi sia energetici sia economici sarebbero consistenti.

Ne consegue che il recupero termico negli impianti di trattamento dell'aria non può se non assumere un ruolo sempre più determinante, per non dire fondamentale, ai fini della ottimizzazione dei consumi energetici e di conseguenza della definizione della classe di certificazione degli edifici. In quest'ottica il recupero termico di tipo termodinamico costituisce certamente oggi giorno una delle più innovative e promettenti possibilità di sviluppo tecnologico in un settore impiantistico che da troppo tempo non si innova ed evolve proponendo nuove e più efficienti soluzioni costruttive.

# Bibliografia

## Riferimenti legislativi e normativi

- [1] *Decreto del Presidente della Repubblica del 14 gennaio 1997 - Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento alle regioni e alle province autonome di Trento e Bolzano, in materia di requisiti strutturali, tecnologici ed organizzativi minimi per l'esercizio delle attività sanitarie da parte delle strutture pubbliche e private.*
- [2] *Decreto del Presidente della Repubblica numero 412 del 26 agosto 1993 - Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici negli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia.*
- [3] *Circolare Ministero dei Lavori Pubblici del 22 novembre 1974, numero 13011- Requisiti fisico-tecnici per le costruzioni edilizie ospedaliere. Proprietà termiche, igrometriche, di ventilazione e di illuminazione.*
- [4] *UNI CEI/TR 11428:2011-Gestione dell'energia. Diagnosi energetiche. Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica.*
- [5] *UNI EN 16247-1:2012 Energy Audits - Part 1: General Requirements.*
- [6] *UNI EN 16247-2:2014 Energy Audits - Part 2: Buildings.*
- [7] *UNI/TS 11300-1:2008-Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.*
- [8] *UNI/TS 11300-2:2008-Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.*
- [9] *UNI/TS 11300-3:2010-Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva.*
- [10] *UNI CEI EN ISO 50001:2011- Sistemi di gestione dell'energia. Requisiti e linee guida per l'uso.*
- [11] *UNI 10339:1995-Impianti aeraulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.*
- [12] *UNI 11425:2011-Impianto di ventilazione e condizionamento a contaminazione controllata per il blocco operatorio.*
- [13] *UNI EN 12464-1:2011- Luce e illuminazione. Illuminazione nei posti di lavoro. Parte 1: Posti di lavoro interni.*
- [14] *UNI EN 12464-2:2011- Luce e illuminazione. Illuminazione nei posti di lavoro. Parte 2: Posti di lavoro in esterno.*
- [15] *Decreto Legislativo 4 luglio 2014, n.102. Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE.*
- [16] *UNI EN 15232-1:2017 Prestazione energetica degli edifici - Parte 1: Impatto dell'automazione, del controllo e della gestione tecnica degli edifici.*
- [17] *Deliberazione del consiglio regionale N° 616 - 3149: requisiti strutturali, tecnologici ed organizzativi minimi per l'autorizzazione all'esercizio delle Attività sanitarie da parte delle strutture pubbliche e private, 2000.*
- [18] *ASHRAE 170-2017-Ventilation of Health Care Facilities.*

## Documentazione specialistica

- [19] ENEA, «Elementi su come elaborare la documentazione necessaria al rispetto degli obblighi previsti nell'art. 8 del decreto legislativo 102/2014 in tema di diagnosi energetica».
- [20] P. Conti *et al.*, «Definizione di una metodologia per l'audit energetico negli edifici ad uso residenziale e terziario», ENEA, RdS/2011/143, set. 2011.
- [21] ARESS, «Linee guida per l'efficienza energetica del sistema sanitario regionale del Piemonte», 2010.
- [22] ENEA, «Rapporto Annuale Efficienza Energetica 2017, Executive Summary», 2017.

- [23] ASSOEGE, «Linee Guida per la Formulazione di una Proposta Commerciale per la Diagnosi Energetica nel campo civile ed industriale», giu. 2015.
- [24] S. Crippa, «Studio dei consumi energetici in ambito ospedaliero», Politecnico di Milano, 2013.
- [25] M. C. Masoero, S. Vitto, S. Azzini, e M. Bacci, «I consumi energetici negli ospedali parametrati sui volumi: valutazione di alcune realtà in Piemonte, Lombardia e Liguria». 2009.
- [26] W. Grassi *et al.*, «Valutazione dei consumi nell'edilizia esistente e benchmark mediante codici semplificati: analisi edifici ospedalieri», ENEA, RSE/2009/117, 2009.
- [27] D. Iatauro, «Gli indicatori energetici nelle strutture ospedaliere». ENEA, 20-set-2010.
- [28] F. Belcastro, D. Di Santo, e G. Fasano, «Indici di benchmark di consumo per diverse tipologie di edificio e all'applicabilità di tecnologie innovative nei diversi climi italiani negli edifici ospedalieri», ENEA, RdS/2010/196, set. 2010.
- [29] Jacopo Toniolo e M. C. Masoero, «Il monitoraggio continuo di impianti HVAC: il progetto iSERV cmb», 2012, vol. unico, pag. 225–235.
- [30] «Analisi degli Investimenti Industriali», Università degli Studi di Parma, Dipartimento di Economia, 2005.

#### Riferimenti Aziende

- [31] «Sito Ufficiale dell'ASL Città di Torino Azienda Sanitaria Locale» <http://www.aslcittaditorino.it/>
- [32] «Zucchetti Facility - software per Energy Maintenance e Time Management» <http://www.zucchettifacility.com/>
- [33] «Johnson Controls», *Johnson Controls*, <http://www.johnsoncontrols.com/>
- [34] «Sistema di gestione energetica» <http://www.tecnowatt.com/>
- [35] «SAP Software Solutions | Business Applications and Technology» <https://www.sap.com/index.html>
- [36] «Siemens Building Technologies - Siemens» <https://www.siemens.com/it/it/home.html>
- [37] «SAUTER Italia S.p.A.» <https://www.sauteritalia.it/it.html>

#### Sitografia

- [38] «ENEA Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile», <http://www.enea.it/it>
- [39] «AssoEGE – Associazione degli Esperti in gestione dell'Energia» <https://www.assoege.it/>
- [40] «FIRE - Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia», <http://www.fire-italia.org/>
- [41] «UNI - ENTE ITALIANO DI NORMAZIONE», <http://www.uni.com/>
- [42] «Arpa Piemonte», <http://www.arpa.piemonte.gov.it>
- [43] «Gestore Servizi Energetici». [In linea]. Available at: <https://www.gse.it/>.
- [44] «MyGreenBuildings.org formazione efficienza energetica edifici», *MyGreenBuildings*. <http://www.mygreenbuildings.org/>
- [45] «Coordinamento Gestione Meccanismo Detrazioni Fiscali», <http://www.acs.enea.it/>
- [46] «SYENERGIA - Efficienza Energetica in sinergia con una squadra di Professionisti», *SYENERGIA* <https://syenergia.it>
- [47] «Heating and Air Conditioning Services & Systems | Trane» <http://www.trane.com/>
- [48] «Il recupero termodinamico sull'aria espulsa effettuato mediante pompe di calore invertibili M.Bo-G.Bo-R.mancini, Prodim s.r.l. Torino
- [49] «Linea professionale G.S.I.

# Ringraziamenti

Desidero ringraziare chi in questi anni ha contribuito in modo diverso al raggiungimento di questo obiettivo.

Un sentito ringraziamento va al relatore Prof. Masoero per la sua disponibilità, supporto e continuo interessamento con il quale mi ha accompagnato durante il percorso di tesi.

Un grazie particolare va anche al Ing. Gregorio Tosi e al Ing. Jacopo Toniolo per la loro disponibilità e per i preziosi consigli e al Ing. Giorgio Bo per la sua competenza negli impianti di trattamento dell'aria.

Ringrazio anche alla ASL città di Torino per l'opportunità datami, in particolare a Michele Marvaso per aver messo a disposizione tutto il materiale necessario.

Un ringraziamento speciale è rivolto alla mia famiglia, perché mi è sempre stata accanto e non mi ha fatto mai mancare il suo sostegno e il suo aiuto durante questi anni. Con questo lavoro spero di poter ripagare almeno in parte tutti i sacrifici che ha fatto per permettermi di arrivare fino qui. Un grazie di cuore a mia nonna e mia zia, che hanno contribuito a farmi diventare quello che sono oggi.

Un profondissimo grazie a tutti gli amici dell'università in particolare al gruppo studio Torinese, grazie a loro è stato più facile superare le giornate di intenso studio.

*Mario Mannatrizio*