

Grattacielo "Matitone"

SPIM-1-DE

Via di Francia, 1 – 16149 Genova

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA
PROGETTO GEN-IUS



Giugno 2020

COMUNE DI GENOVA
DIREZIONE AMBIENTE
SETTORE POLITICHE ENERGETICHE
PROGETTO GEN-IUS



GENOVA *Innovative Urban Sustainability*



European
Commission

Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation

Grattaciolo Matitone

SPIM-1-DE

Via di Francia, 1 – 16149 Genova

RINA Services S.p.A. – Real Estate & Asset Inspections



RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

PROGETTO GEN-IUS

Giugno 2020

COMUNE DI GENOVA

DIREZIONE AMBIENTE

SETTORE POLITICHE ENERGETICHE

Comune di Genova – Direzione Ambiente – Settore Politiche Energetiche

Via Di Francia 1 – 15° Piano Matitone – 16149 – Genova

Tel 010 5573435 – 5577032; energymanager@comune.genova.it; <https://smart.comune.genova.it>

RINA Services S.p.A.

Via Corsica, 12 – 16128 Genova

Tel: 010 5385266 – Francesco.Arnese@rina.org;

Niccolo.Alberti@rina.org; Nunzio.Disomma@rina.org

REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

Revisione	Data	Realizzazione	Revisione	Approvazione	Descrizione
A	27/02/2020	RINA Services S.p.A	Arch. Lilia Travi Ing. Francesco Arnesano	Arch. Nunzio Di Somma	Prima Pubblicazione
B	06/05/2020	RINA Services S.p.A	Arch. Lilia Travi Ing. Francesco Arnesano	Arch. Nunzio Di Somma	Prima Revisione
C	21/05/2020	RINA Services S.p.A	Arch. Lilia Travi Ing. Francesco Arnesano	Arch. Nunzio Di Somma	Seconda Revisione
D	15/06/2020	RINA Services S.p.A	Arch. Lilia Travi Ing. Francesco Arnesano	Arch. Nunzio Di Somma	Terza Revisione
E	06/07/2020	RINA Services S.p.A	Arch. Lilia Travi Ing. Francesco Arnesano	Arch. Nunzio Di Somma	Quarta Revisione

Nell'ambito del servizio di Diagnosi Energetica nel Progetto GEN-IUS, il presente documento si pone l'obiettivo di supportare la redazione del rapporto di diagnosi energetica attraverso la predisposizione di un modello di relazione standardizzato. Qualsiasi parere, suggerimento d'investimento o giudizio su fatti, persone o società contenuti all'interno di questo documento è di esclusiva responsabilità del soggetto terzo che lo utilizza per emanare tale parere, suggerimento o giudizio.

Il Comune di Genova non si assume alcuna responsabilità per le conseguenze che possano scaturire da qualsiasi uso di questo documento da parte di terzi. Questo documento contiene informazioni riservate e di proprietà intellettuale esclusiva. E' vietata la riproduzione totale o parziale, in qualsiasi forma o mezzo e di qualsiasi parte del presente documento senza l'autorizzazione scritta da parte del Comune di Genova.

INDICE

PAGINA

EXECUTIVE SUMMARY	1
1 INTRODUZIONE	3
1.1 PREMessa	3
1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA	3
1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO.....	4
1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO.....	4
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO	9
1.6 STRUTTURA DEL REPORT	12
2 DATI DELL'EDIFICIO.....	13
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO	13
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D'USO	13
TABELLA 2.1 - SUDDIVISIONE IN PIANI DELL'EDIFICIO	15
2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL'IMMOBILE INTERESSATE DAGLI 'INTERVENTI	16
2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO	16
3 DATI CLIMATICI	18
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	18
3.2 DATI CLIMATICI REALI	19
3.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO	19
4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI	21
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO	21
4.1.1 <i>Involucro opaco</i>	21
TABELLA 4.1 – TRASMITTANZE TERMICHE DEI COMPONENTI DELL'INVOLUCRO OPACO.....	22
4.1.2 <i>Involucro trasparente</i>	23
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	27
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i>	28
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i>	29
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione</i>	30
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i>	37
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA	38
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RAFFRESCAMENTO/CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	39
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA	43
4.6 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE	46
4.7 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE	47
4.8 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DI IMPIANTI DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA O COGENERAZIONE	49
5 CONSUMI RILEVATI	50
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	50
5.1.1 <i>Energia termica</i>	50
5.1.2 <i>Energia elettrica</i>	53
5.2	74
5.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DI IMPIANTI DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA O COGENERAZIONE ED ENERGIA AUTOCONSUMATA	74
5.4 CONSUMI COMPLESSIVI DI ENERGIA ELETTRICA PER GLI USI FINALI	74
5.5 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI	74

6	MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....	81
6.1	METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO	81
6.1.1	<i>Validazione del modello termico</i>	82
6.1.2	<i>Validazione del modello elettrico</i>	83
6.2	FABBISOGNI ENERGETICI.....	83
6.2.1	<i>Fabbisogno di energia utile e dispersioni.....</i>	83
6.2.2	<i>Potenza di progetto</i>	84
6.2.3	<i>Bilancio energetico</i>	84
6.3	PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	89
7	ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO	92
7.1	COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI	92
7.1.1	<i>Vettore termico.....</i>	92
7.1.2	<i>Vettore elettrico.....</i>	94
7.2	TARIFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	100
7.3	COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	101
7.4	BASLINE DEI COSTI.....	102
TABELLA 7.9 – VALORI DI COSTO INDIVIDUATI PER IL CALCOLO DELLA BASELINE TERMICA, ELETTRICA E TOTALE		102
8	IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA	104
8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI	104
8.1.1	<i>Involucro edilizio</i>	104
8.1.2	<i>Impianto riscaldamento.....</i>	104
8.1.3	<i>Impianto produzione acqua calda sanitaria</i>	109
8.1.4	<i>Impianto di ventilazione e climatizzazione estiva.....</i>	109
8.1.5	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico.....</i>	110
8.1.6	<i>Impianto di generazione da fonti rinnovabili.....</i>	111
9	VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....	112
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	112
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI	112
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO	119
9.3.1	<i>Scenario 1: EEM1 + EEM2 + EEM3.....</i>	121
9.3.2	<i>Scenario 2: EEM1+EEM2+EEM3:</i>	<i>Errore. Il segnalibro non è definito.</i>
10	CONCLUSIONI	128
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA	128
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI	128
10.3	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	129
ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA.....		A
ALLEGATO B – ELABORATI		A
ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA		1
ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI		1
ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI		1
ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE		1
ALLEGATO G – DATI CLIMATICI		1
ALLEGATO H – SCHEDE DI AUDIT.....		1
ALLEGATO I – SCHEDE ORE.....		1
ALLEGATO J – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI		1
ALLEGATO K – REPORT DI SINTESI E REPORT DI BENCHMARK		1



ALLEGATO L – CD-ROM	1
----------------------------------	----------

EXECUTIVE SUMMARY

Caratteristiche dell'edificio oggetto della DE

Tabella 0.1 - Tabella riepilogativa dei dati dell'edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		1987/1990
Anno di ristrutturazione		
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.2 – uffici
Superficie utile riscaldata	[m ²]	43.109
Superficie disperdente (S)	[m ²]	27.045
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	161.565
Rapporto S/V	[1/m]	0.17
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	63.867
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	7.744
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	71.611
Tipologia generatore riscaldamento		Teleriscaldamento / Scambiatori di calore
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	4.652
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	4.722
Tipo di combustibile		Energia Elettrica per climatizzazione estiva e Teleriscaldamento per il riscaldamento
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici
Emissioni CO2 di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	3.023
Consumo di riferimento vettore termico ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	1.407.263
Spesa annuale vettore termico ⁽¹⁾	[€/anno]	155.269
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	5.864.714
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	1.114.296

Nota (1): Valori di Baseline

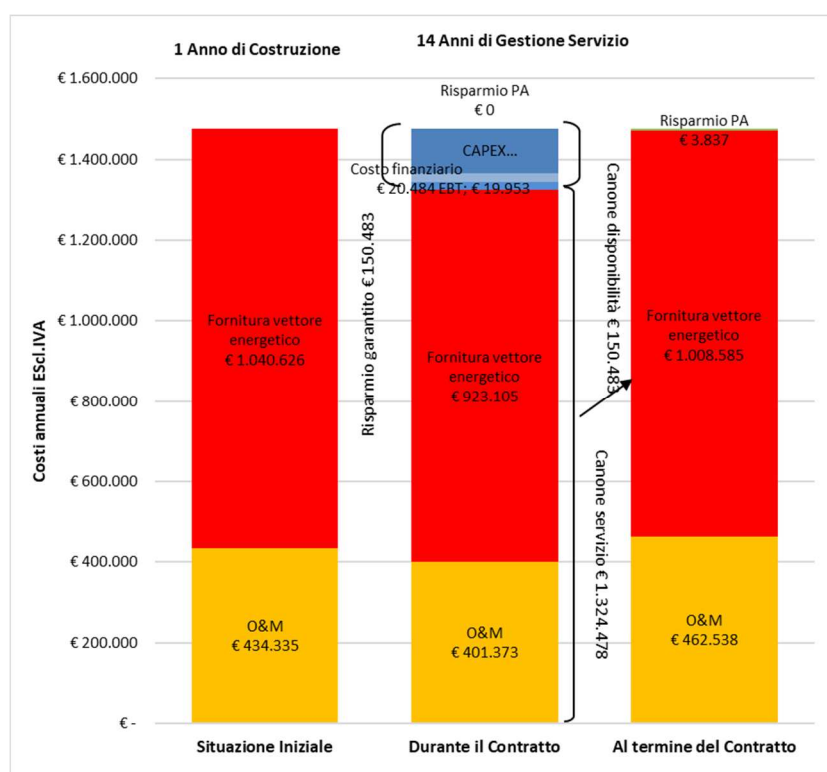
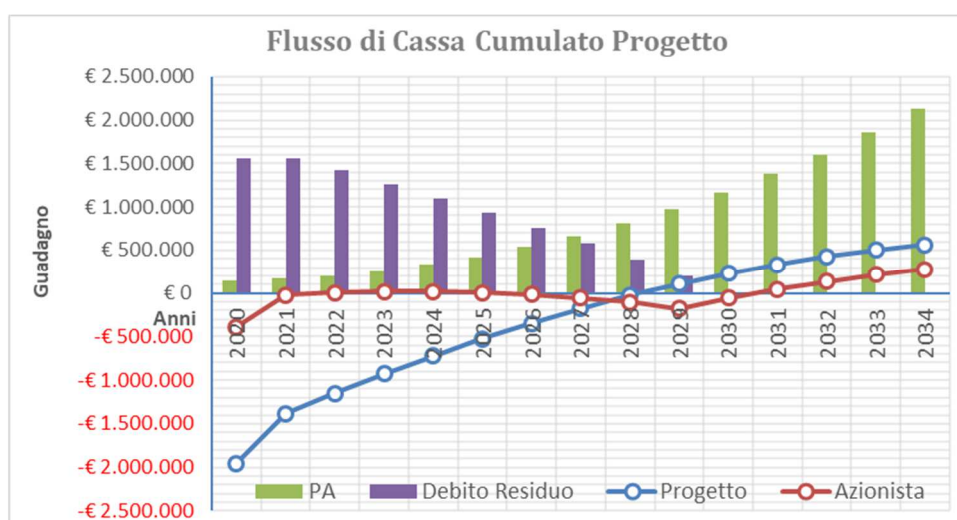
Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM1: Recupero termico sul ricambio volumetrico d'aria - piani alti+piani bassi
- EEM2: Istanallazione inverter su UTA piani alti+piani bassi
- EEM3: Sostituzione gruppi frigo attuali con pompe di calore aria/acqua riducendo l'utilizzo del teleriscaldamento
- EEM4: Istanallazione lampade LED fuori standard
- SCN1: EEM1 + EEM2 + EEM3+EEM4

Tabella 0.2 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria delle misure di efficienza energetica proposte e degli scenari ottimali, caso con incentivi

CON INCENTIVI													
	% Δ_Q	% Δ_{EE}	% Δ_{CO_2}	ΔC_E	$\Delta C_{O\&M}$	I_0	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP	LLCR
	[%]	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]	
EEM 1	10%	0%	1%	14.808	0	-109.897	7,4	8,9	15,0	44.479	9,9	0,4	-
EEM 2	0%	6%	6%	70.276	0	-209.724	3,1	3,5	15,0	480.264	30	2,3	-
EEM 3	86%	-6%	3%	64.589	44.841	-800.500	6,6	8,0	20,0	651.281	13	0,8	-
EEM 4	0%	8%	7%	90.832	14.092	-779.836	7,4	9,0	20,0	574.518	12	0,7	
SCN 1	96%	8%	16%	240.505	58.933	-1.899.957	9,2	12,5	15	110.042	5,2	0,6	1,102 1,181

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi finanziaria



1 INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

Il programma, denominato GEN-IUS, (GENoa - Innovative Urban Sustainability), comprende la riqualificazione energetica di edifici pubblici con anche l'efficientamento dell'illuminazione interna integrata a elementi di domotica, l'efficientamento energetico di impianti di pubblica illuminazione, la creazione di distretti energetici afferenti, oltre al Comune di Genova, ad un esteso numero di Enti partners all'interno dell'Area Metropolitana di Genova.

Nel settembre 2017 la Commissione Europea ha approvato la richiesta avanzata dal Comune di Genova per l'ottenimento del finanziamento per supporto tecnico previsto dallo strumento ELENA. La Commissione Europea ha così autorizzato la Banca Europea degli Investimenti (BEI) ad erogare un contributo per assistenza tecnica di 1.297.575,00 euro.

Figura 1.1 - Vista della facciata



Grazie a questo contributo dal 1° gennaio 2018 è stato attivato il Servizio di Sviluppo della Progettazione GEN-IUS che ha lo scopo di predisporre la documentazione necessaria all'implementazione di progetti di miglioramento dell'efficienza energetica dislocati su tutta l'Area Metropolitana di Genova per un importo complessivo di circa 39 milioni di euro attraverso finanziamenti tramite terzi nella forma di contratti EPC (Energy Performance Contract) conformi all'Allegato VIII del D.lgs 102/14, così da superare le attuali difficoltà di indebitamento pubblico da parte degli enti locali.

Entro tre anni dall'inizio del Servizio di Sviluppo della Progettazione, sotto il coordinamento del Comune di Genova saranno lanciate gare ad evidenza pubblica a cui parteciperanno società ESCo (Energy Service Companies) capaci di realizzare investimenti che si ripagano con il risparmio energetico ottenuto.

Nell'ambito del progetto è prevista la realizzazione di Diagnosi Energetiche (DE) necessarie a costruire la documentazione tecnica per espletare le procedure di gara destinate alla società ESCo (e basate su contratti EPC. Nell'attività di realizzazione delle DE si è fatto riferimento alla normativa tecnica ed alla legislazione riportata nel Capitolato Tecnico.

1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

Per DE del sistema edificio-impianto s'intende pertanto una procedura sistematica finalizzata alla conoscenza degli usi finali di energia con l'individuazione e l'analisi delle eventuali inefficienze o criticità energetiche di un edificio e degli impianti presenti al suo interno.

La presente DE si inserisce in questo contesto ed analizza, pertanto, le possibili soluzioni tecniche e contrattuali, che potrebbero portare alla realizzazione di interventi di miglioramento dell'efficienza energetica volti ad una riduzione dei consumi e ad un conseguente abbattimento delle emissioni di CO₂.

La DE è, inoltre, il principale strumento per la valutazione della fattibilità tecnica ed economica di **misure di miglioramento dell'efficienza energetica (Energy Efficiency Measures - EEM)** negli edifici e rappresenta un valido punto di partenza per la realizzazione di **contratti di prestazione energetica (Energy Performance Contract – EPC)**.

Scopo della DE è quindi la definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire nell'ipotesi di 15 e di 25 anni di periodo di concessione, in entrambi i casi con 1 anno di costruzione compreso

1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO

La presente DE è stata eseguita dalla Società RINA Services S.p.A, il cui responsabile per il processo di audit è l'Arch. Nunzio Di Somma, soggetto certificato Esperto in Gestione dell'Energia (EGE) ai sensi della norma UNI CEI 11339.

In Tabella 1.1 sono riportati i nominativi di tutti i soggetti coinvolti nelle varie fasi di svolgimento della DE.

Tabella 1.1 – Soggetti coinvolti nella realizzazione del processo di Audit

NOME E COGNOME	RUOLO	ATTIVITÀ SVOLTA
arch. Nunzio Di Somma Ing. Niccolò Alberti Ing. Francesco Avogadro		Sopralluogo in sito
Ing. Niccolò Alberti		Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Ing. Niccolò Alberti		Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Ing. Niccolò Alberti, Ing. Pietro Schettino		Coordinatore attività tecnica
Arch. Lilia Travi	Responsabile involucro	Revisione report di diagnosi energetica
Ing. Francesco Arnesano	Responsabile impianti	Revisione report di diagnosi energetica
Arch. Nunzio Di Somma	EGE	Approvazione report di diagnosi energetica

1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

L'immobile oggetto della DE, è sito nel Comune di Genova e più precisamente in Via Francia 1-3.

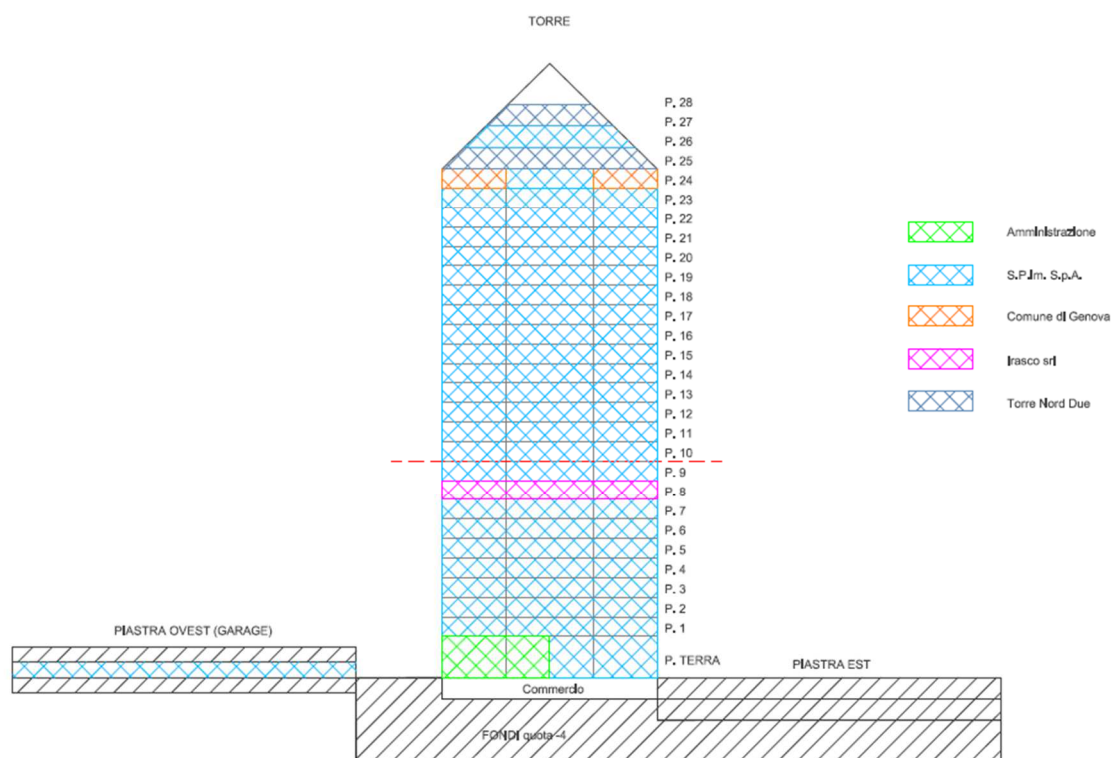
Figura 1.2 – Ubicazione dell'edificio

Il sito in esame, nella sua completezza, è formato da tre edifici come riportato in Figura 1.2.



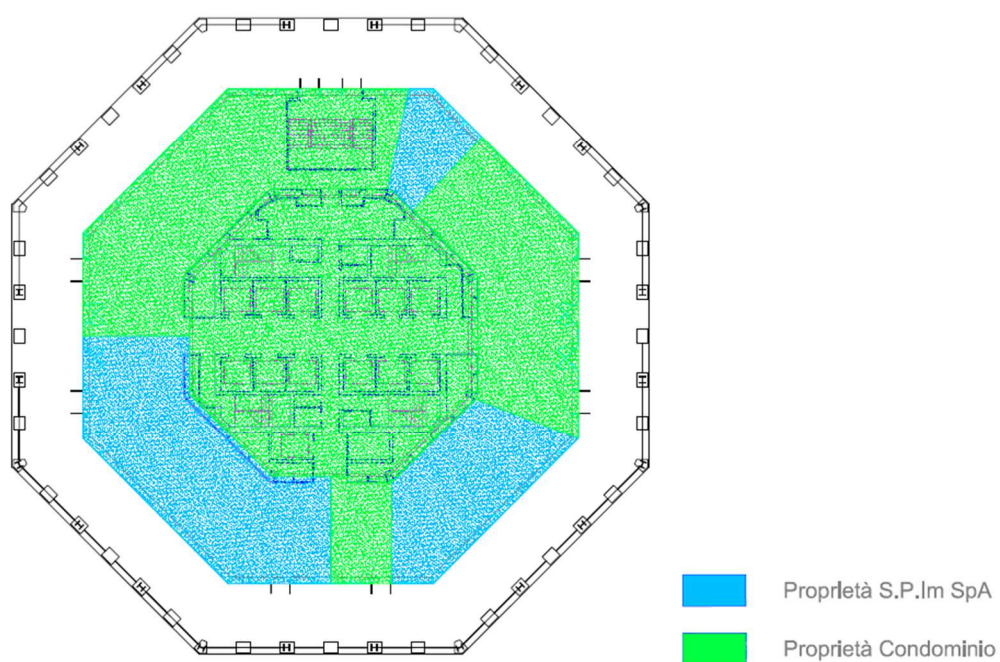
L'edificio Torre Nord (denominato Matitone) è a tutti gli effetti un condominio costituito da diverse proprietà e gestito a livello amministrativo da una società di amministrazione (GSI – Gestione Servizi Immobili s.r.l.). Di seguito viene riportata una tabella che identifica tutti i proprietari della torre e della Piastra Ovest suddivisi per piano:

PROPRIETÀ



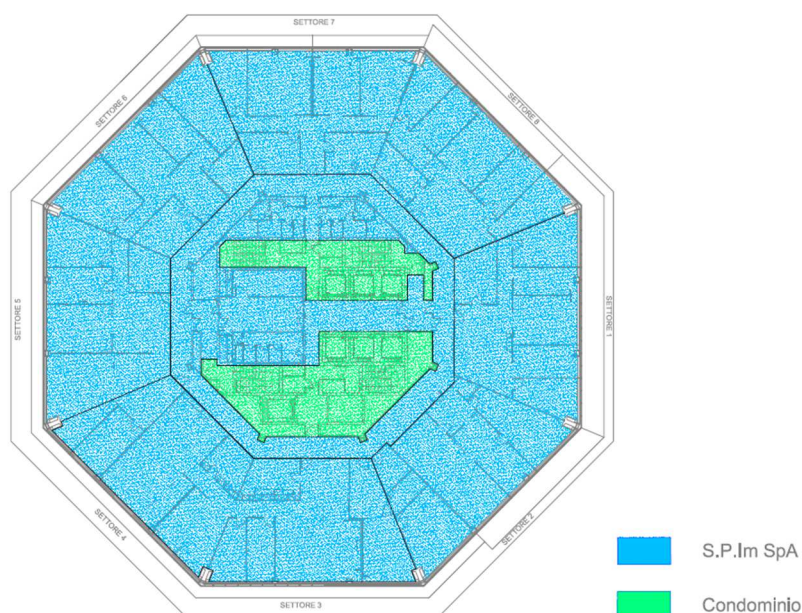
Di seguito viene riportata la situazione riscontrata per l'atrio della Torre:

Piano Terra



Di seguito è riportata la situazione per un piano “tipo” della Torre:

Piano tipo Torre



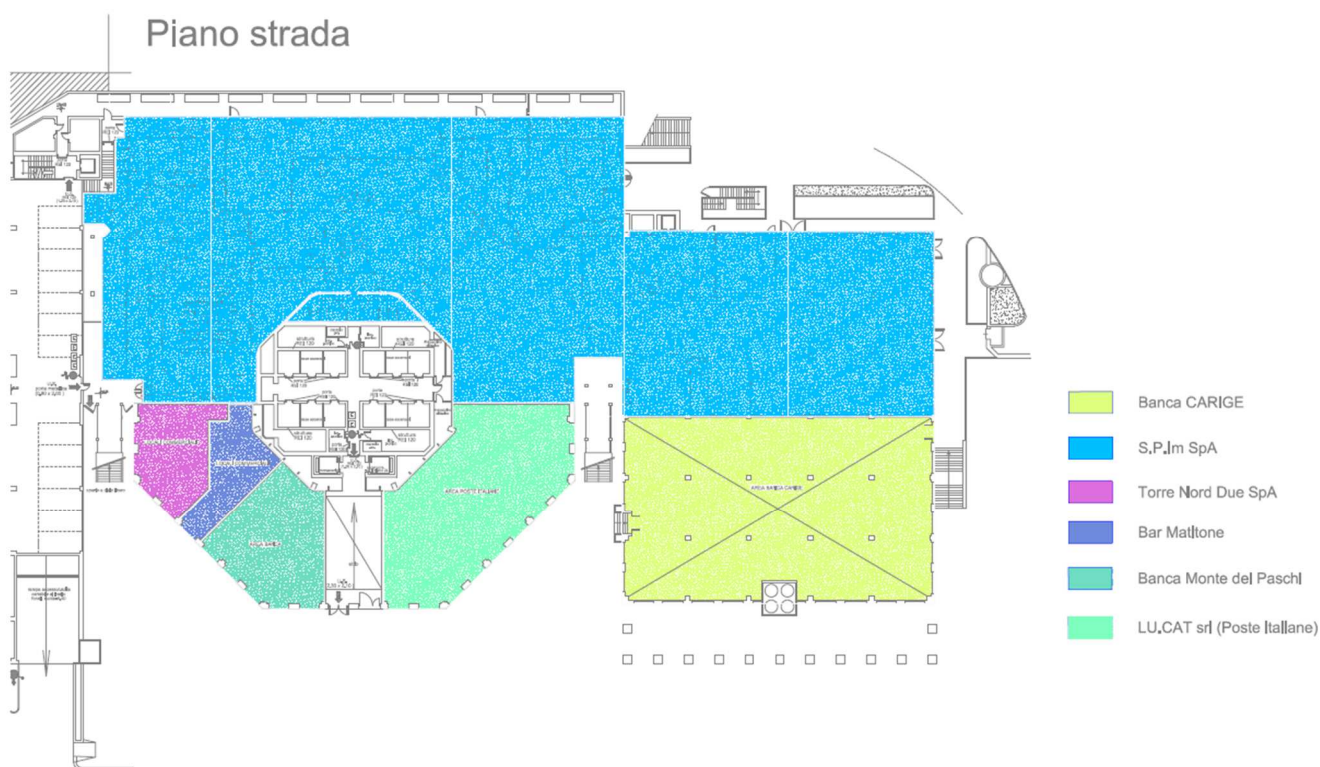
Piano	Proprietà
civ.1 - ATRIO	S.P.Im. S.p.A
civ.3 – ATRIO	Amministrazione di condominio
1° p. - UFF	S.P.Im. S.p.A
2° p. - UFF	S.P.Im. S.p.A
3° p. - UFF	S.P.Im. S.p.A
4° p. - UFF	S.P.Im. S.p.A
5° p. - UFF	S.P.Im. S.p.A
6° p. - UFF	S.P.Im. S.p.A
7 A - UFF	S.P.Im. S.p.A
7 B - UFF	S.P.Im. S.p.A
8° p. - UFF	IRASCO Srl
9° p. - UFF	S.P.Im. S.p.A
10° p. - UFF	S.P.Im. S.p.A
11° p. - UFF	S.P.Im. S.p.A
12° p. - UFF	S.P.Im. S.p.A
13° p. - UFF	S.P.Im. S.p.A
14° p. - UFF	S.P.Im. S.p.A
15° p. - UFF	S.P.Im. S.p.A
16° p. - UFF	S.P.Im. S.p.A
17° p. - UFF	S.P.Im. S.p.A
18° p. - UFF	S.P.Im. S.p.A
19° p. - UFF	S.P.Im. S.p.A
20° p. - UFF	S.P.Im. S.p.A
21° p. - UFF	S.P.Im. S.p.A
22° p. - UFF	S.P.Im. S.p.A
23° p. - UFF	S.P.Im. S.p.A
24° p. - log	S.P.Im. S.p.A
24° p. - ter	COMUNE DI GENOVA
25° p. - LOC	TORRE NORD DUE
26° p. - LOC	S.P.Im. S.p.A
27° p. - LOC	TORRE NORD DUE

Piani Piastra Ovest	Proprietà
Quota 13 (Piano 1)	S.P.Im. S.p.A

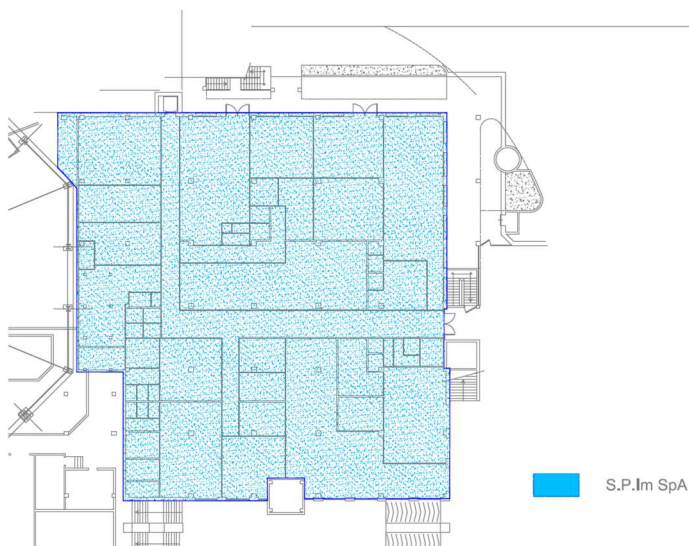
Come si può notare la società S.P.Im. S.p.A. è proprietaria di circa il 90% di tutta la Torre; di questa porzione più del 90% è affittata dal Comune di Genova.

Dal punto di vista amministrativo, come detto in precedenza, la società GSI s.r.l. si occupa della gestione del condominio. Tra le varie attività c'è quella di occuparsi dei contratti di manutenzione dell'edificio.

Più complessa la situazione del piano strada della torre e della Piastra Est. Di seguito vengono riportati degli estratti degli allegati prodotti dopo l'analisi della documentazione reperita (tabella millesimale, alcune planimetrie catastali, ecc.).



Piastra Est piano 2° sottostrada



Piani Piastra Est	Proprietà
Piano 2° sottostrada	S.P.Im. S.p.A
Piano strada	Banca CARIGE / S.P.Im. S.p.A

Sono pertanto esclusi dall’ambito degli interventi tutti gli impianti relativi alle parti private di proprietà di soggetti diversi da SPIM S.p.A. e Comune di Genova, eccetto le componenti ivi presenti che costituiscono parte dei sottosistemi di regolazione, distribuzione ed emissione degli impianti relativi alle PARTI COMUNI, come sopra definite.

Sono altresì esclusi gli impianti relativi al centro cottura di CAMST S.p.A.

Sono inoltre esclusi completamente dal perimetro di gestione e di intervento i seguenti impianti speciali:

- Impianti ascensore e sollevamento
- Impianti TVCC e videosorveglianza
- Impianti anti-incendio
- Impianti allarme
- Impianti di controllo accessi
- Impianti di sicurezza

Sono inoltre esclusi servizi di natura diversa da quelli di tipo manutentivo quali pulizie (con l’esclusione di quelle derivanti da interventi ordinari o straordinari o nel corso di lavori realizzati dall’Aggiudicatario, come specificato nel Capitolato di Gestione), guardiania, giardinaggio e servizi di supporto quali trasporto disabili o assimilabili.

Nella seguente tabella sono riportate le principali caratteristiche geometriche ed impiantistiche dell’edificio.

Tabella 1.2 - Tabella riepilogativa dei dati dell’edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		1987/1990
Anno di ristrutturazione		
Zona climatica		[D]
Destinazione d'uso		[E.5 – uffici]
Superficie utile riscaldata	[m ²]	43.109
Superficie disperdente (S)	[m ²]	27.045
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	161.565
Rapporto S/V	[1/m]	0.17
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	63.867
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	7.744
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	71.611
Tipologia generatore riscaldamento		Teleriscaldamento / Scambiatori di calore
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	4.652
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	4.722
Tipo di combustibile		Energia Elettrica per climatizzazione estiva e Gas Naturale per il riscaldamento
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici
Emissioni CO ₂ di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	3.023
Consumo di riferimento vettore termico ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	1.407.263
Spesa annuale vettore termico ⁽¹⁾	[€/anno]	155.269

Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	5.864.714
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	1.114.296

Nota (1): Valori di Baseline

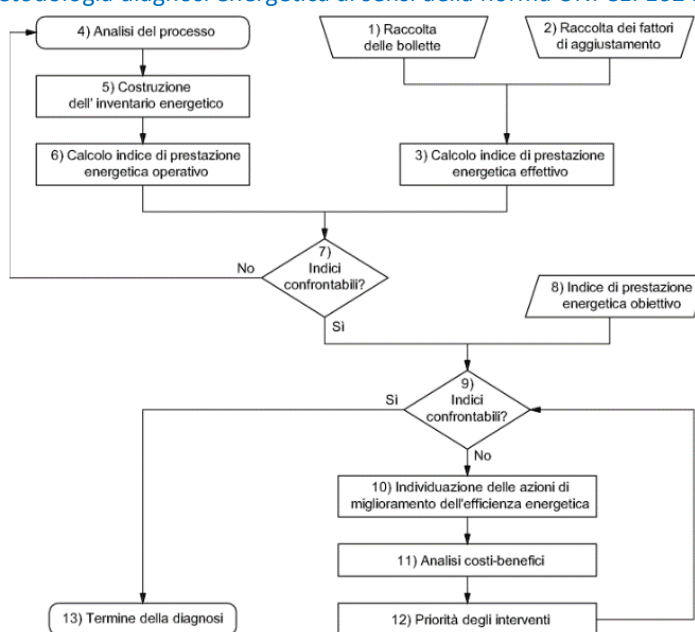
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

La procedura di realizzazione della DE si è sviluppata nelle seguenti fasi operative:

- Acquisizione della documentazione utile, fornita dalla PA, come riportato all'Allegato A – Elenco documentazione fornita dalla committenza;
- Analisi del quadro normativo di riferimento, incluso la verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici e paesaggistici interferenti sull'immobile interessato dall'intervento;
- Visita agli edifici, effettuata in data 19/12/2019 – 03/03/2020 – 15/04/2020 – 16/04/2020 con verifica degli elaborati forniti e rilievo dei dati relativi alle caratteristiche degli elementi disperdenti ed impiantistici costituenti il sistema edificio-impianto;
- Visita alla centrale termica e/o frigorifera, con il supporto del personale incaricato della conduzione e manutenzione degli impianti e rilevamento dei dati utili;
- Preparazione e compilazione delle schede di Audit previste per la diagnosi di livello II di cui all'appendice A delle LGEE - Linee Guida per l'Efficienza Energetica negli Edifici - sett. 2013 - elaborato da AiCARR per Agesi, Assistal, Assopetroli e Assoenergia, e riportate all'Allegato H – Schede di audit;
- Elaborazione del comportamento termico ed elettrico dell'edificio, realizzata utilizzando il software commerciale Mc4 Suite 2020 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) numero 72 ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i. e riportato all'Allegato F – Certificato CTI Software;
- Analisi dei profili annuali di consumi e costi dei servizi energetici reali dell'edificio, comprensivi della fornitura dei vettori energetici sia elettrici che di gas e degli oneri di O&M, relativamente alle annualità (2016, 2017, 2018)
- Analisi dei dati climatici reali del sito ove è ubicato l'edificio con conseguente calcolo dei Gradi Giorno reali (GG_{real}), utilizzando le temperature esterne rilevate dalla stazione meteo ARPAL di Genova – Centro funzionale e riportati all'Allegato G – Dati climatici;
- Individuazione della “baseline termica” di riferimento (e relative emissioni di CO₂) tramite opportuna ripartizione del consumo di combustibile tra le varie utenze a servizio dell'edificio e destagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi GG reali (GG_{real}), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento (GG_{ref});
- Individuazione della “baseline elettrica” di riferimento (e relative emissioni di CO₂) calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per tre le annualità (2016, 2017, 2018)
- Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche, al fine di ottenere uno scostamento inferiore al 5%;
- Analisi delle possibili EEM necessarie per la riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto analizzando gli aspetti tecnici, energetici, ed ambientali.
- Simulazione del comportamento energetico dell'edificio a seguito dell'attuazione delle varie EEM proposte singolarmente, ed individuazione della nuova classe energetica raggiungibile;
- Definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte nell'ipotesi di 15 e di 25 anni di periodo di concessione, in entrambi i casi con 1 anno di costruzione compreso;
- Analisi costi-benefici e di redditività finanziaria derivanti dalla realizzazione delle EEM previste singolarmente, con riferimento ai principali indicatori finanziari ed ai possibili sistemi di incentivazione;

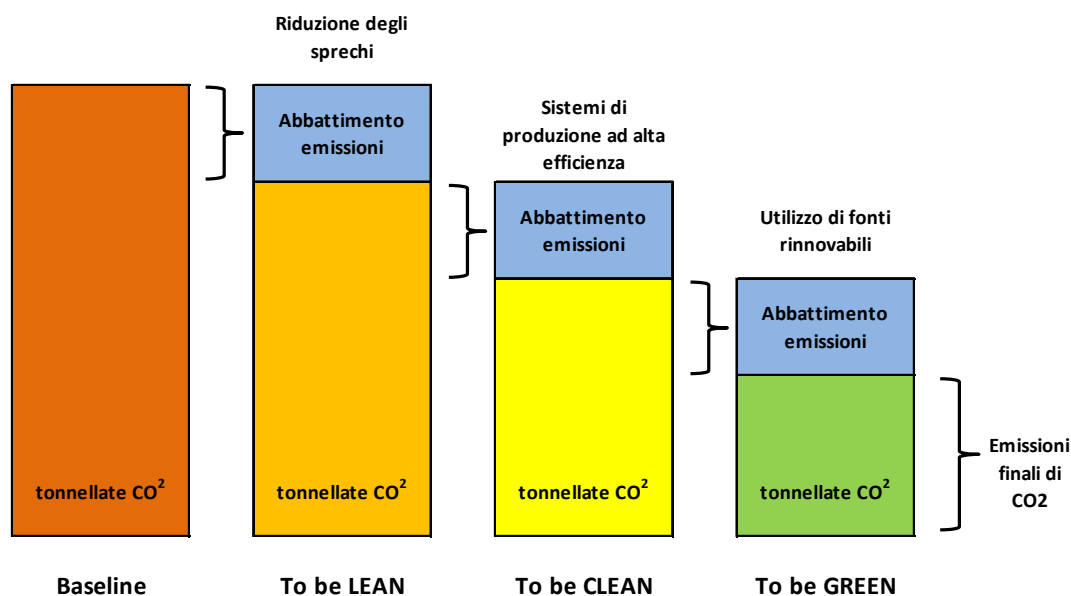
- p) Valutazione economico-finanziaria dei due scenari ottimali previsti, a partire dal “baseline di costi” e con riferimento ai principali indicatori finanziari e di sostenibilità finanziari ed ai possibili sistemi di incentivazione;
- q) Identificazione dell’eventuale canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale attraverso un Energy Performance Contract, con lo scopo di analizzare il possibile interesse nella realizzazione degli interventi studiati, tramite l’intervento di una ESCo;
- r) Realizzazione di una relazione tecnica descrittiva di dettaglio dell’analisi effettuata (Rapporto di DE);
- s) Realizzazione di un report dei Benchmark.

Figura 1.3 – Schema metodologia diagnosi energetica ai sensi della norma UNI CEI 16247



Per la definizione di soluzioni integrate, la priorità con cui sono state analizzate la combinazione di possibili EEM è quella definita dal modello di gerarchia energetica riportato in Figura 1.4

Figura 1.4 - Principio della Gerarchia Energetica



Secondo tale modello possono essere definite delle strategie di intervento al fine di conseguire un efficace riduzione dei consumi energetici e conseguente abbattimento delle emissioni di CO₂, secondo tre livelli consequenziali:

- **To be Lean:** Utilizzo di EEM che limitino gli sprechi ed ottimizzino il funzionamento del sistema edificio-impianto (es: illuminazione a led, coibentazione strutture, efficientamento serramenti, termoregolazione, variazioni nelle modalità di utilizzo, ecc.);
- **To be Clean:** Aumento dell'efficienza dei sistemi di produzione in loco dell'energia tramite lo sfruttamento di tecnologie ad alto rendimento (es: sostituzione generatore di calore con uno ad alta efficienza, chiller ad alta efficienza, teleriscaldamento, teleraffrescamento, cogenerazione);
- **To be Green:** Produzione di energia da fonti rinnovabili (es: pompe di calore, fotovoltaico, ecc.).

Secondo questo modello di gerarchia energetica non è raccomandato riqualificare gli impianti di generazione della climatizzazione e gli impianti rinnovabili se non a partire da rinnovate e ridotte condizioni del fabbisogno energetico, conseguenti all'adozione di EEM preliminari atte a ridurre il fabbisogno energetico primario.

Per tanto, nel caso di soluzioni integrate, dapprima si è valutata la fattibilità di ridurre gli sprechi mediante misure sull'involucro e sulla domanda d'utenza (anche relativamente ai sistemi di emissione, regolazione, distribuzione, accumulo), partendo dal baseline e approdando a un nuovo valore di baseline ridotto, ("to Be Lean"). In seguito, da questo valore ridotto di baseline si è valutato il dimensionamento delle apparecchiature e il risparmio conseguibile dapprima dalla riqualificazioni degli impianti di generazione per la climatizzazione e, dopo, dall'installazione di tecnologie di generazione da fonti rinnovabili.

Una volta esaminate le possibili EEM si è realizzata una analisi economica delle stesse, ponendo particolare attenzione nella valutazione dei possibili sistemi incentivanti applicabili (Conto Termico, Titoli di Efficienza Energetica, ecc) individuando i principali indicatori economici d'investimento di seguito elencati:

- TRS (Tempo di rientro semplice);
- TRA (Tempo di rientro attualizzato);
- VAN (Valore attuale netto);
- TIR (Tasso interno di rendimento);
- IP (indice di profitto).

Inoltre per i soli scenari ottimali, si è provveduto alla formulazione del Piano Economico-Finanziario indicativo (PEF) ed alla valutazione della sostenibilità finanziaria, utilizzando i seguenti indicatori di bancabilità:

- DSCR (Debt Service Cover Ratio) medio di periodo;
- LLCR (Loan Life Cover Ratio) medio di periodo.

La definizione di bancabilità delle EEM viene associata agli scenari che realizzino valori di DSCR e di LLCR maggiori di 1.

Si è poi individuata una possibile tipologia di contratto che potesse rendere realizzabili le EEM identificate, ipotizzando la partecipazione di ESCo attraverso l'utilizzo di contratti EPC.

Dal punto di vista dell'individuazione dei capitali per la realizzazione delle misure, si è invece posta l'attenzione sulle varie alternative finanziarie, individuando nel **Finanziamento Tramite Terzi (FTT)** una valida opportunità, nel caso in cui la PA non abbia le risorse necessarie a sostenere gli investimenti per la riqualificazione energetica dell'edificio.

1.6 STRUTTURA DEL REPORT

Il presente rapporto di DE, con riferimento all'Appendice J della norma UNI CEI EN 16247-2:2014, è stato articolato nelle seguenti parti:

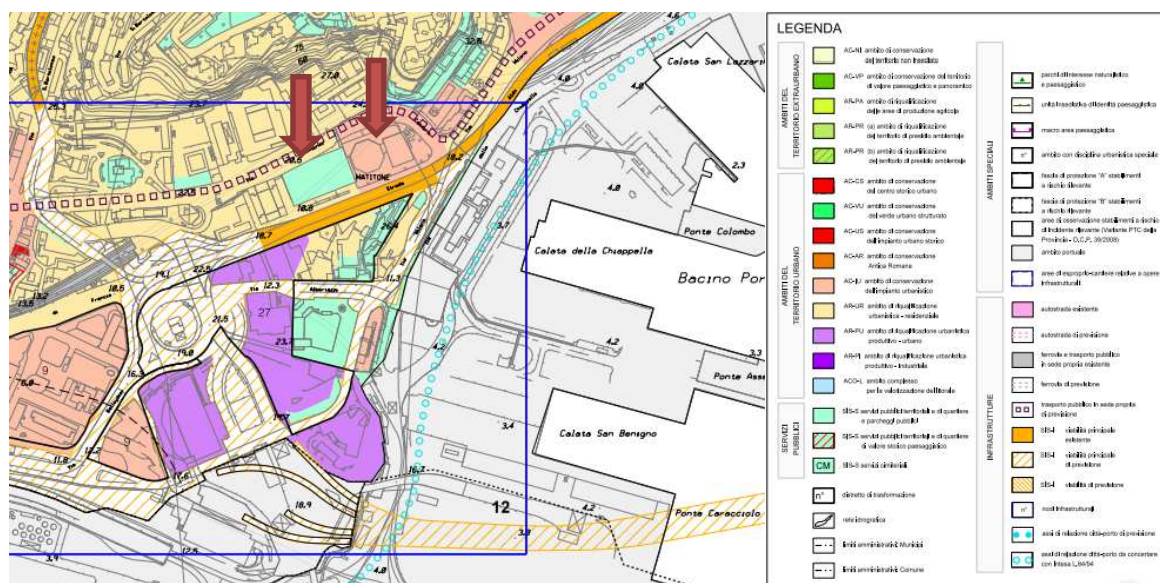
- Una prima parte nella quale sono descritti lo scopo ed i confini della DE e le metodologie di analisi adottate;
- Una seconda parte in cui sono riportate le informazioni dell'edificio rilevate in sede di sopralluogo e le valutazioni effettuate al fine di identificare le caratteristiche tecniche dei componenti del sistema edificio-impianto.
- Una terza parte contenente l'analisi dei consumi storici dell'edificio oggetto della DE, con la conseguente identificazione degli indici di prestazione energetica effettivi;
- Una quarta parte relativa alla definizione del modello energetico, e del procedimento di convalida dello stesso, al fine di renderlo conforme a quanto identificato nell'analisi dei consumi storici;
- Una quinta parte in cui sono descritte le caratteristiche tecniche ed i costi delle EEM proposte e gli scenari ottimali, individuabili tramite la valutazione dei risultati dell'analisi economico-finanziaria.
- Una parte conclusiva contenente i risultati dell'analisi ed i suggerimenti dell'Auditor per l'attuazione degli scenari proposti da parte della PA, definendo le opportune priorità di intervento.

2 DATI DELL'EDIFICIO

2.1 INFORMAZIONI SUL SITO

Il Piano Urbanistico Comunale, il cui procedimento si è concluso con DD n° 2015/118.0.0./18 ed entrata in vigore il 3/12/2015, classifica l'edificio oggetto della DE, che si compone di n.3 corpi di fabbrica (Piastra Ovest, Torre Nord e Piastra Est), di cui la Piastra Ovest ricade in Zona SIS-S servizi pubblici territoriali e di quartiere e parcheggi pubblici, mentre la Torre Nord e la Piastra Est ricadono in zona AC-IU ambito di conservazione dell'impianto urbanistico.

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D'USO

L'edificio detto il “Matitone” risale all'incirca al 1990, pertanto ai sensi del DPR 412/93, attualmente ricade nella destinazione d'uso E.2 - Edifici adibiti ad Uffici

Il sito oggetto di diagnosi, noto come Condominio Torre Nord A, comprende la torre denominata “Matitone” e la Piastra Est; in questa diagnosi si è considerato anche il primo piano della Piastra Ovest poiché i suoi consumi ricadono sulle utenze analizzate. Il condominio fa parte del complesso edilizio denominato Centro Direzionale San Benigno, collocato a pochi passi dal mare tra Via Cantore e Via di Francia in un'area caratterizzata da pendenze e differenze di quota (l'altezza del prospetto su Via Cantore è di 127 m, mentre su Via di Francia è di 130,70 m).

Il comparto, realizzato tra il 1987 e il 1990, è costituito da tre corpi di fabbrica:

- il corpo torre “uffici” al centro (Torre Nord)
- il corpo “commercio” (Piastra Est)
- il corpo “parcheggi” (Piastra Ovest)

Torre Nord

La Torre Nord presenta una pianta ottagonale di m. 21 di lato, con superficie lorda di piano di circa 2.130 mq. Essa è costituita da 28 piani fuori terra, di cui 24 ad uso pubblico (per la maggior parte uffici) per un'altezza di 108 metri. L'edificio presenta un rivestimento a fasce alterne in granito grigio e vetrate verdi a nastro con una caratteristica copertura a piramide rivestita in rame.

Strutturalmente l'edificio si articola su un nucleo centrale interno a pianta ottagonale di m. 9,40 di lato in setti di cemento armato, e da una struttura metallica esterna costituita da 32 colonne in acciaio, di cui 24 esterne perimetrali e 8 interne adiacenti al nucleo. La struttura orizzontale è costituita da travi in acciaio di altezza cm. 55 e da solai collaboranti di altezza cm. 14.

La torre, a partire dalla sua emergenza fuori terra, è costituita da:

- un piano terra verso Via di Francia, con atrio di accesso al montacarichi, bar/tavola fredda, banca, ufficio postale;
- un secondo piano terra porticato a doppia altezza con atrii, receptions e sala controllo;
- secondo piano ad uffici arretrato rispetto al filo facciate, con camminamento porticato;
- piani dal 2° al 23esimo adibiti ad uffici
- terrazza panoramica ad anello perimetrale al 24° piano, con uffici al piano terrazza, e impianti tecnici al piano superiore, sino al cornicione;
- altri tre piani tecnici nel volume della piramide sommitale.

Dal punto di vista impiantistico la Torre Nord è costituita da due sistemi edificio-impianto separati: i Piani Bassi (dallo 0 al 9) sono serviti da centrali termiche e frigorifere separate rispetto a quelle che servono i Piani Alti (dal 10 al 24).

Piastra Est

Per il corpo “commercio” le principali caratteristiche sono:

- due piani fuori terra, con copertura alla quota del piano atrii della torre, utilizzata parte ad impianti e parte a terrazza/giardino;
- verso Via di Francia un piano isolato su due lati ospita bar, agenzia viaggi, ufficio Vigili Urbani, locali mensa; al di sopra, a livello della piazza bassa, il piano ospita la Banca Carige;
- l'accesso al locale mensa avviene con scale a scendere dal piano terra torre a livello Via Cantore, mentre ai locali cucina avviene a livello più basso dalla parte di Via Cantore.

Sono state considerate all'interno della diagnosi solo le zone con utenze in capo a Spim.

Piastra Ovest

Il corpo “parcheggi” è caratterizzato da:

- tre piani fuori terra, tutti adibiti a parcheggi privati;
- solaio di copertura adibito, come da progetto originario, a terrazza giardino.

Questo edificio, però, rientra nel condominio Torre Nord B, ed è considerato in questo elaborato per il solo piano centrale (Quota 13) poiché rientra nell'utenza di S.P.Im. S.p.A.

Locali Tecnici Fondi

Per il corpo di fabbrica interrato le principali caratteristiche sono:

- collocazione della gran parte degli impianti e dei relativi locali: cabine elettriche di trasformazione, gruppi elettrogeni di emergenza, centrale idrica, vasche di accumulo acqua sanitaria e di riserva antincendio, unità di trattamento aria, fosse ascensori, ecc.

Figura 2.2 - Vista satellitare dell'edificio (Fonte: Google Earth)

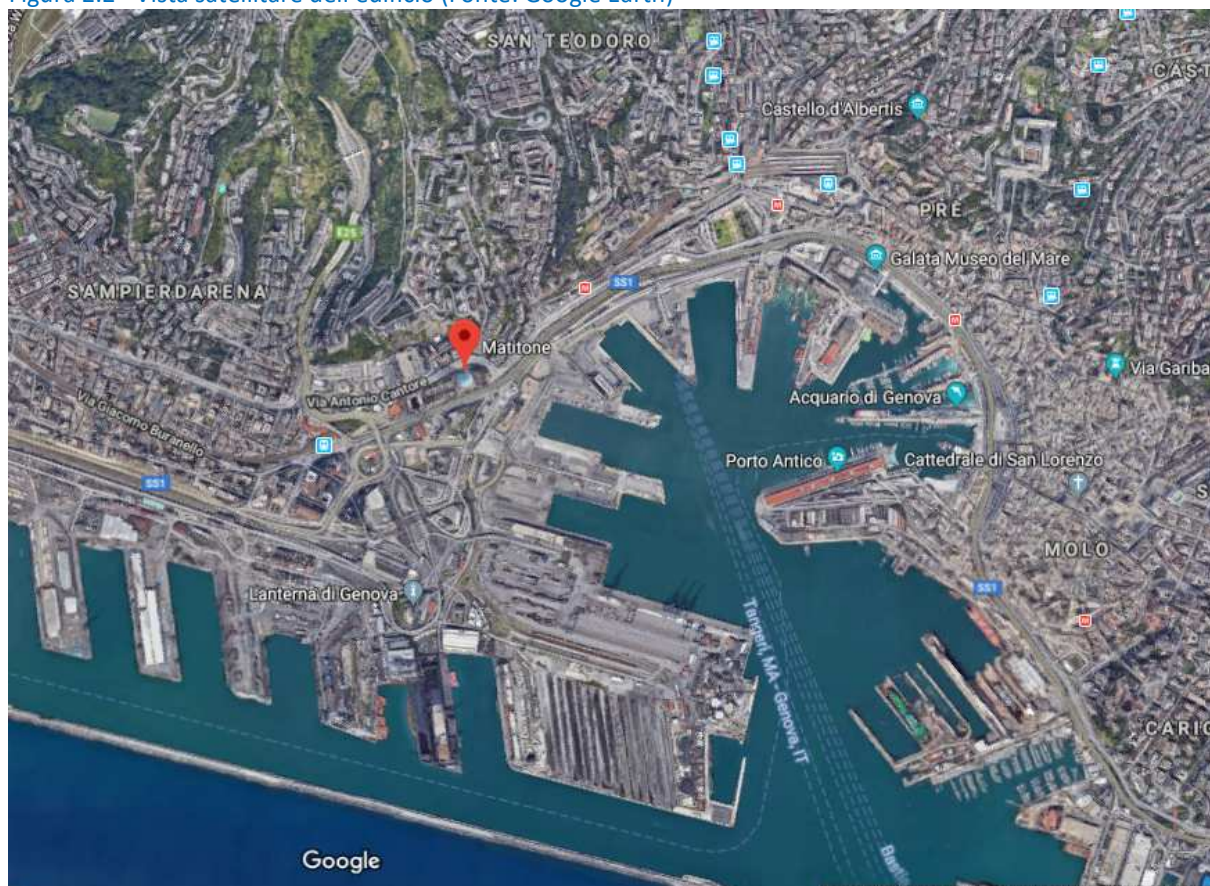


Tabella 2.1 - Suddivisione in piani dell'edificio

PIANO	UTILIZZO	U.M.	SUPERFICIE LORDA COMPLESSIVA ⁽²⁾	SUPERFICIE UTILE RISCALDATA ⁽³⁾	SUPERFICIE UTILE RAFFRESCATA ⁽³⁾
Torre Nord	Uffici	[m ²]	60.000 c.a.	39.258	39.258
Piastra Est	Commerciale	[m ²]	5.000 c.a.	3.851	3.851
Piastra Ovest	Parcheggi	[m ²]	6.111 c.a.	-	-
TOTALE		[m ²]	71.611 c.a.	43.109	43.109

Nota (2): Superficie lorda comprensiva delle zone interne climatizzate e non climatizzate, valutate a partire dalle planimetrie progettuali, opportunamente verificate in fase di sopralluogo

Nota (3): Superficie utile valutata ai fini della creazione del modello energetico

2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL’IMMOBILE INTERESSATE DAGLI INTERVENTI

L’immobile oggetto di diagnosi non risulta oggetto di nessun vincolo.




Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli



Tabella 2.2 - Misure di efficienza energetica individuate e valutazione delle interferenze con gli attuali vincoli

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA (4)	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM1: Recupero termico sul ricambio volumetrico d'aria - piani alti+piani bassi	-		-
EEM2 Istallazione inverter su UTA piani alti+bassi	-		-
EEM3: Sostituzione GF e TeleRisc. Con pompe di calore aria/acqua	-		-
EEM4: Installazione lampade a led	-		-

Nota (4): Legenda livelli di interferenza:

	Non perseguibile
	Perseguibile tramite adozione misure di tutela indicate
	Interferenza nulla

Nessuna delle misure precedentemente indicate presenta interferenze con gli aspetti geologici, geotecnici, idraulici o idrogeologici della zona.

2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO

Durante la fase di sopralluogo è stato possibile rilevare gli orari di effettivo funzionamento dell’edificio, intesi come gli orari di espletamento delle attività di uffici privati, che di apertura al pubblico per gli uffici pubblici.

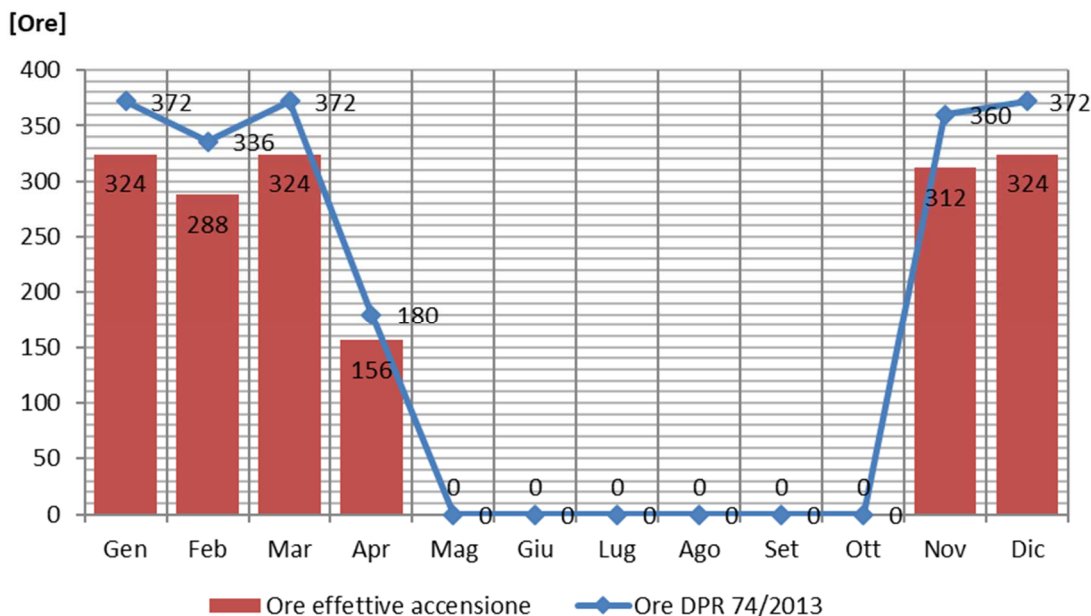
Gli orari di effettivo utilizzo dell’edificio sono stati ricavati da personale presente alla visita.

Nella Tabella 2.3 sono pertanto riportati gli orari di funzionamento dell’edificio e gli orari di funzionamento degli impianti termici (Piani alti e bassi).

Tabella 2.3 – Orari di funzionamento dell’edificio e orari di funzionamento degli impianti termici.

PERIODO	GIORNI SETTIMENALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
Tutto l’anno	Dal lunedì al venerdì	08.00 – 18.00	06.00 – 19.00
	sabato	08.00 – 12.00	08.00 – 12.00

Figura 2.4 – Andamento mensile delle ore effettive di utilizzo dell’impianto termico



Dall’analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti non sono strettamente correlati all’apertura al pubblico degli uffici, quindi di 10 ore, ma gli impianti vengono messi in funzione circa 2 ore prima per riscaldare gli ambienti e vengono spenti circa 1 ora dopo.

Dal punto di vista manutentivo, attualmente le condizioni di Conduzione e Manutenzione (O&M) degli impianti a servizio dell’edificio oggetto della DE sono incluse in un unico contratto di servizio che comprende la gestione totale dell’edificio per cui vengono considerati sia interventi di manutenzione ordinaria sia servizi generali come ad esempio le pulizie, sia gli impianti.

3 DATI CLIMATICI

3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO

L'edificio oggetto della DE è ubicato nel Comune di Genova, il quale ricade nella zona climatica D, a cui corrispondono **1435 Gradi Giorno(GG)** (D.P.R. 412/93 - allegato A) ed una stagione di funzionamento degli impianti di riscaldamento compresa tra il 1 Novembre e il 15 Aprile con un periodo di accensione consentito degli impianti di 12 ore al giorno (DPR 74/2013).

Le medie mensili delle temperature esterne medie giornaliere caratteristiche del Comune, così come definite dalla norma UNI 10349:2016, sono riportate nella Tabella 3.1.

Tabella 3.1 – Temperature esterne giornaliere medie mensili [°C] (UNI 10349:2016)

GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUGL	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
10,4	10,5	11,1	15,3	18,7	22,4	24,6	23,6	22,2	18,2	13,3	10,0

Tali temperature sopra indicate sono quelle utilizzate per la creazione del modello energetico termico, a cui corrispondono **1421 GG** di riferimento, valutati in condizioni standard di utilizzo dell'edificio, come la sommatoria, estesa a tutti i giorni del periodo annuale di riscaldamento compreso tra il 1 Novembre e il 15 Aprile, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura interna di 20°C e quella esterna giornaliera media mensile riportata in Tabella 3.1.

Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di **1233 GG** calcolati su **144** giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento.

Tali GG sono valutati come la sommatoria estesa ai soli giorni di effettivo utilizzo degli impianti di riscaldamento nel periodo annuale di riscaldamento compreso tra il 1 Novembre e il 15 Aprile, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura interna di 20°C e quella esterna giornaliera media mensile riportata in Tabella 3.1.

I GG così calcolati definiscono i GG_{rif} ai fini del processo di normalizzazione di cui al capitolo 5.1.1.

Tabella 3.2 – Profili mensili dei GG_{rif}

	GIORNI MENSILI	TEMPERATURA ESTERNA UNI 10349:2016	GIORNI RISCALDAMENTO	GG	GIORNI DI UTILIZZO	GIORNI RISCALDAMENTO EFFETTIVI	GG _{rif}	PROFILO DI INCIDENZA
Mese		[°C]	[g/m]		[g/m]	[g/m]		
Gennaio	31	10,4	31	298	27	27	256	21%
Febbraio	28	10,5	28	266	24	24	225	18%
Marzo	31	11,1	31	276	27	27	237	19%
Aprile	30	15,3	15	71	13	13	61	5%
Maggio	31	18,7	0	0	0	0	0	0%
Giugno	30	22,4	0	0	0	0	0	0%
Luglio	31	24,6	0	0	0	0	0	0%
Agosto	31	23,6	0	0	0	0	0	0%
Settembre	30	22,2	0	0	0	0	0	0%
Ottobre	31	18,2	0	0	0	0	0	0%
Novembre	30	13,3	30	201	26	26	174	14%
Dicembre	31	10,0	31	310	27	27	269	22%
TOTALE	365		166	1421	142	144	1223	100

3.2 DATI CLIMATICI REALI

Ai fini della realizzazione dell’analisi energetica si è resa necessaria la definizione delle condizioni climatiche reali, ovvero dei GG calcolati in funzione della temperatura esterna media oraria del sito effettivamente rilevata, con lo scopo di creare una normalizzazione dei consumi in funzione delle caratteristiche climatiche della zona.

I dati climatici utilizzati sono stati rilevati dalla centralina meteo climatica **Genova - Centro funzionale** le cui coordinate geografiche sono **44.40035 e 8.94591**.

Si è deciso di utilizzare come riferimento tale centralina in quanto è ubicata in una zona limitrofa all’edificio oggetto della DE.

Il sito dista dalla centralina di circa **3,2 Km**.

Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all’edificio oggetto di DE



3.3 ANALISI DELL’ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO

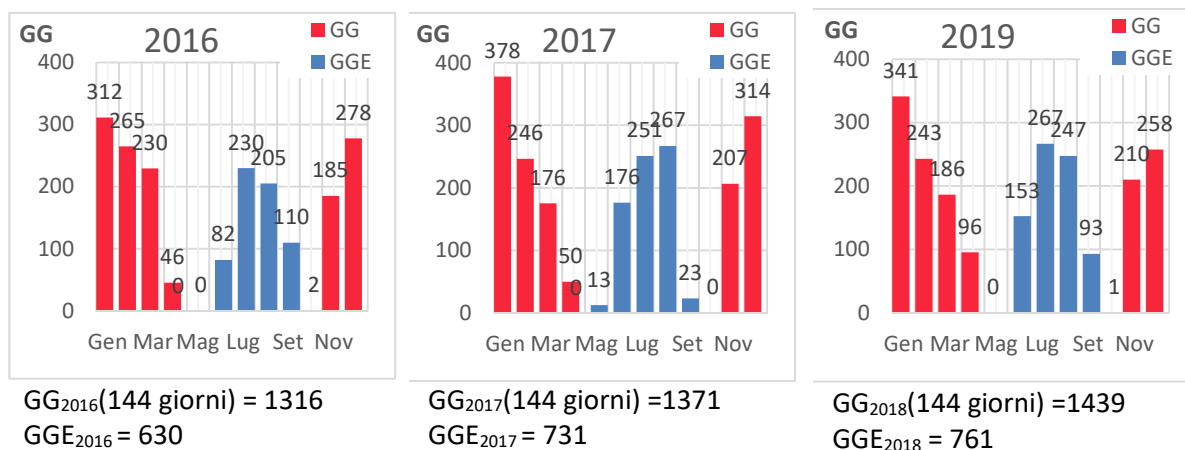
Di seguito si riportano i valori mensili dei GG reali, calcolati in funzione delle temperature esterne medie orarie per il triennio di riferimento 2016-2017-2018, valutati come la sommatoria, estesa a tutti i giorni del periodo annuale di riscaldamento compreso tra il 1 Novembre e il 15 Aprile, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura interna di 20°C e quella esterna giornaliera media mensile calcolata in funzione delle temperature orarie rilevate dalla centralina meteorologica. Vengono poi considerati i gradi giorni estivi per il raffrescamento ottenuti tramite l’utilizzo dell’indice Humidex; tale parametro correla la temperatura dell’aria e l’umidità relativa per quantificare la temperatura percepita. Di seguito viene riportata la correlazione:

$$H = T + \frac{5}{9} \left(6,11 \frac{UR}{100} 10^{\frac{7,5T}{237,7+T}} - 10 \right)$$

Il GGE viene definito, perciò, come la differenza tra l’Humidex medio giornaliero (ovvero la temperatura percepita) e la temperatura dell’ambiente interno di set point, come di seguito riportato:

$$GGE = H_{med} - 25$$

Figura 3.2 - Andamento mensile dei GG reali per il triennio di riferimento

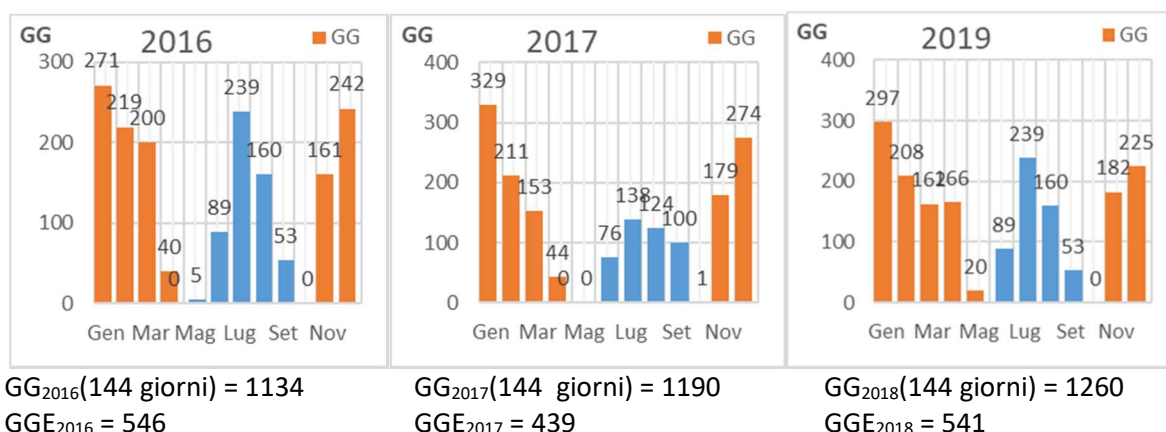


Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell’impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG reali sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell’impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore medio di **1.195 GG** calcolati su **144** giorni effettivi di utilizzo dell’impianto di riscaldamento.

Tali GG sono valutati come la sommatoria estesa ai soli giorni di effettivo utilizzo degli impianti di riscaldamento nel periodo annuale di riscaldamento compreso tra il 1 Novembre e il 15 Aprile, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura interna di 20°C e quella esterna giornaliera media mensile calcolata in funzione delle temperature orarie rilevate dalla centralina meteorologica.

I GG così calcolati definiscono i GG_{real} ai fini del processo di normalizzazione di cui al capitolo 5.1.1.

Figura 3.3 - Andamento mensile dei GG reali, valutati in condizioni di effettivo utilizzo degli impianti, per il triennio di riferimento



Dai grafici sopra riportati si può notare l’andamento dei GG reali e dei GGE, valutati in condizioni di effettivo utilizzo degli impianti. Nel 2019 si è riscontrata una deroga di apertura impianti fino al 12 di Maggio.

4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI

4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

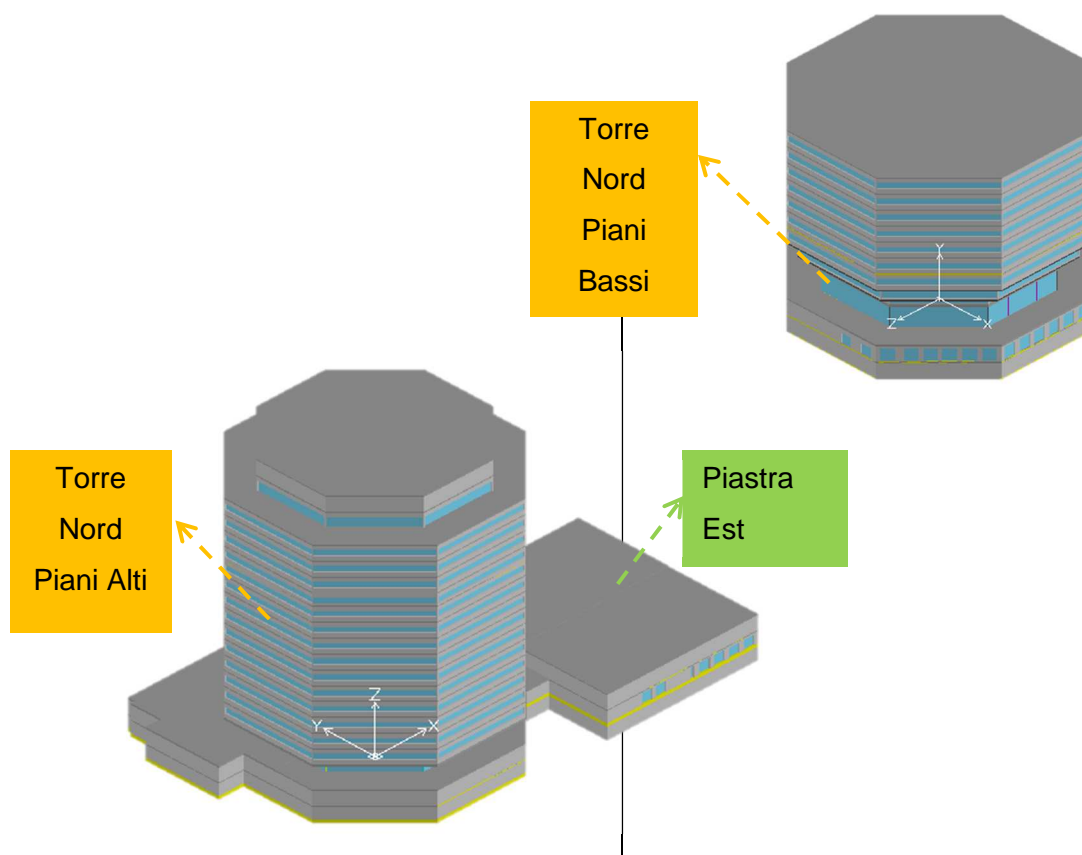
4.1.1 Involucro opaco

L'involucro esterno dell'edificio torre risulta composto da fasce alternate opache e trasparenti: la porzione opaca è realizzata con pannelli prefabbricati costituiti da lastre di granito grigio a parapetto e veletta con pannello isolante interno (sp.8 cm lana di roccia, come rilevato in fase di sopralluogo); la parte trasparente è costituita da finestre a nastro, posizionate filo esterno e correnti con continuità lungo l'intero perimetro.

Figura 4.1 - Particolare della facciata



Figura 4.2 – Vista 3D facciate



Sul presente immobile non sono state eseguite indagini endoscopiche, al fine di preservare l’involucro. Non è stato possibile, inoltre, eseguire indagini termografiche dell’involucro opaco in quanto il rilievo dell’immobile è stato eseguito al di fuori della stagione di riscaldamento.

Dalle analisi effettuate sono stati identificati i valori di trasmittanza dei componenti dell’involucro opaco riportati nella Tabella 4.1.

Tabella 4.1 – Trasmittanze termiche dei componenti dell’involucro opaco

ZONA	TIPO DI COMPONENTE	ESPOSIZIONE	SUPERFICIE	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]
Piani Bassi	Soff 05_sp copertura esterna P-1	Tetto piano esterno	343,15	0,3
Piani Bassi	PE01_sp 32.7_tamponatura TORRE	Settore 4_S-SO	24,81	0,288
Piani Bassi	PE01_sp 32.7_tamponatura TORRE	Settore 5_O-SO	18,31	0,288
Piani Bassi	PE01_sp 32.7_tamponatura TORRE	Settore 3_S-SE	17,21	0,288
Piani Bassi	PE01_sp 32.7_tamponatura TORRE	Settore 2_E-SE	25,48	0,288
Piani Bassi	PE01_sp 32.7_tamponatura TORRE	Settore 1_E-NE	18,3	0,288
Piani Bassi	Pav 01_sp 54_P1	Pavimento esterno	45,53	0,777
Piani Bassi	PE01_sp 32.7_tamponatura TORRE	Settore 1_E-NE	302,88	0,288
Piani Bassi	PE01_sp 32.7_tamponatura TORRE	Settore 8_N-NE	303,09	0,288
Piani Bassi	PE01_sp 32.7_tamponatura TORRE	Settore 7_N-NO	303,72	0,288
Piani Bassi	PE01_sp 32.7_tamponatura TORRE	Settore 6_O-NO	302,93	0,288
Piani Bassi	Pav 03_sp 30_esterno P2 e P3	Pavimento esterno	401,62	0,352
Piani Bassi	Pav 01_sp 54_P1	Pavimento esterno	56,01	0,777
Piani Bassi	PE01_sp 32.7_tamponatura TORRE	Settore 4_S-SO	303,28	0,288
Piani Bassi	PE01_sp 32.7_tamponatura TORRE	Settore 5_O-SO	302,86	0,288
Piani Bassi	PE01_sp 32.7_tamponatura TORRE	Settore 3_S-SE	303,44	0,288
Piani Bassi	PE01_sp 32.7_tamponatura TORRE	Settore 2_E-SE	302,92	0,288
Piani Bassi	Pav 03_sp 30_esterno P2 e P3	Pavimento esterno	401,69	0,352
Piani Alti	Pav 02_sp 24_interpiano TORRE	Pavimento esterno	51,47	1,499
Piani Alti	Vetro di sicurezza 15 mm	Settore 4_S-SO	1,48	5,556
Piani Alti	Vetro di sicurezza 15 mm	Settore 7_N-NO	1,16	5,556
Piani Alti	Vetro di sicurezza 15 mm	Settore 3_S-SE	0,46	5,556
Piani Alti	Vetro di sicurezza 15 mm	Settore 2_E-SE	0,81	5,556
Piani Alti	Vetro di sicurezza 15 mm	Settore 1_E-NE	0,81	5,556
Piani Alti	Vetro di sicurezza 15 mm	Settore 8_N-NE	0,81	5,556
Piani Alti	Vetro di sicurezza 15 mm	Settore 6_O-NO	0,81	5,556
Piani Alti	Vetro di sicurezza 15 mm	Settore 5_O-SO	0,81	5,556
Piani Alti	Soff 06_sp copertura piastra	Tetto piano esterno	1.879,81	0,303
Piani Alti	PE 02_Parete/Pilastro ca sp 40_piasra est	Settore 5_O-SO	115,77	2,47
Piani Alti	PE 02_Parete/Pilastro ca sp 40_piasra est	Settore 3_S-SE	38,16	2,47
Piani Alti	PE 02_Parete/Pilastro ca sp 40_piasra est	Settore 7_N-NO	275,26	2,47
Piani Alti	PE 02_Parete/Pilastro ca sp 40_piasra est	Settore 1_E-NE	77,43	2,47
Piani Alti	PE 01_sp 36.7_tamponatura TORRE	Settore 1_E-NE	18,42	0,283
Piani Alti	Soff 06_sp copertura piastra	Tetto piano esterno	63,76	0,303
Piani Alti	PE 02_Parete/Pilastro ca sp 40_piasra est	Settore 3_S-SE	71,96	2,47
Piani Alti	PE 02_Parete/Pilastro ca sp 40_piasra est	Settore 1_E-NE	69,51	2,47
Piani Alti	PE 02_Parete/Pilastro ca sp 40_piasra est	Settore 7_N-NO	51,82	2,47

Piani Alti	Parete fittizia	Settore 3_S-SE	0,52	3,646
Piani Alti	Parete fittizia	Settore 5_O-SO	1,41	3,646
Piani Alti	PE 02_Parete/Pilastro ca sp 40_piasra est	Settore 5_O-SO	76,64	2,47
Piani Alti	PE 01_sp 36.7_tamponatura TORRE	Settore 3_S-SE	15,54	0,283
Piani Alti	PE 01_sp 36.7_tamponatura TORRE	Settore 4_S-SO	15,54	0,283
Piani Alti	PE 01_sp 36.7_tamponatura TORRE	Settore 5_O-SO	15,52	0,283
Piani Alti	PE 01_sp 36.7_tamponatura TORRE	Settore 2_E-SE	15,52	0,283
Piani Alti	PE 01_sp 36.7_tamponatura TORRE	Settore 1_E-NE	15,52	0,283
Piani Alti	PE 01_sp 36.7_tamponatura TORRE	Settore 8_N-NE	15,54	0,283
Piani Alti	PE 01_sp 36.7_tamponatura TORRE	Settore 7_N-NO	15,54	0,283
Piani Alti	PE 01_sp 36.7_tamponatura TORRE	Settore 6_O-NO	15,52	0,283
Piani Alti	PE 01_sp 36.7_tamponatura TORRE	Settore 1_E-NE	556,26	0,283
Piani Alti	Soff 03_sp 30_P24	Tetto piano esterno	93,46	0,294
Piani Alti	PE 01_sp 36.7_tamponatura TORRE	Settore 2_E-SE	556,26	0,283
Piani Alti	Soff 03_sp 30_P24	Tetto piano esterno	93,46	0,294
Piani Alti	PE 01_sp 36.7_tamponatura TORRE	Settore 3_S-SE	556,26	0,283
Piani Alti	Soff 03_sp 30_P24	Tetto piano esterno	93,46	0,294
Piani Alti	PE 01_sp 36.7_tamponatura TORRE	Settore 4_S-SO	556,26	0,283
Piani Alti	Soff 03_sp 30_P24	Tetto piano esterno	93,46	0,294
Piani Alti	PE 01_sp 36.7_tamponatura TORRE	Settore 5_O-SO	556,26	0,283
Piani Alti	Soff 03_sp 30_P24	Tetto piano esterno	93,46	0,294
Piani Alti	PE 01_sp 36.7_tamponatura TORRE	Settore 6_O-NO	556,26	0,283
Piani Alti	Soff 03_sp 30_P24	Tetto piano esterno	93,46	0,294
Piani Alti	PE 01_sp 36.7_tamponatura TORRE	Settore 7_N-NO	556,26	0,283
Piani Alti	Soff 03_sp 30_P24	Tetto piano esterno	93,46	0,294
Piani Alti	PE 01_sp 36.7_tamponatura TORRE	Settore 8_N-NE	556,26	0,283
Piani Alti	Soff 03_sp 30_P24	Tetto piano esterno	93,46	0,294

L'elenco completo dei componenti dell'involucro opaco, rilevati in sede di sopralluogo, e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 4.1 dell' Allegato H – Schede di audit.

4.1.2 Involucro trasparente

L'involucro trasparente che costituisce l'edificio è composto da infissi che presentano telai metallici e vetri camera basso emissivi (Sanco VB ThermoFloat) come rilevato in fase di sopralluogo.

Figura 4.3 - Particolare dei serramenti



Non è stato possibile eseguire indagini termografiche sui serramenti in quanto il rilievo dell'immobile è stato eseguito al di fuori della stagione di riscaldamento.

Dalle analisi effettuate sono stati identificati i valori di trasmittanza dei componenti dell'involucro trasparente riportati nella Tabella 4.2.

Tabella 4.2 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro trasparente

ZONA	TIPO DI COMPONENTE	ESPOSIZIONE	N°	SUPERFICIE	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	TIPO VETRO	STATO DI CONSERVAZIONE
Piani Bassi	PF04_vetrature chiuse P-1	Settore 4_S-SO	3	21,6	2,29	Doppio vetro	Buono
Piani Bassi	PF05_vetrature lato scale P-1	Settore 5_O-SO	2	10,9	3,663	Doppio vetro	Buono
Piani Bassi	PF03porte finestre P-1	Settore 4_S-SO	2	21,6	4,094	Doppio vetro	Buono
Piani Bassi	PF04_vetrature chiuse P-1	Settore 3_S-SE	3	28,8	2,29	Doppio vetro	Buono
Piani Bassi	PF03porte finestre P-1	Settore 2_E-SE	1	7,2	4,094	Doppio vetro	Buono
Piani Bassi	PF04_vetrature chiuse P-1	Settore 2_E-SE	5	36	2,29	Doppio vetro	Buono
Piani Bassi	PF05_vetrature lato scale P-1	Settore 1_E-NE	2	10,9	3,663	Doppio vetro	Buono
Piani Bassi	V05_vetrature piano primo	Settore 1_E-NE	1	33,86	5,556	Singolo	Buono
Piani Bassi	V05_vetrature piano primo	Settore 8_N-NE	1	33,93	5,556	Singolo	Buono
Piani Bassi	V05a_vetrature P1 L=5.30	Settore 7_N-NO	3	33,3	5,556	Singolo	Buono
Piani Bassi	V05_vetrature piano primo	Settore 6_O-NO	1	33,95	5,556	Singolo	Buono
Piani Bassi	F02_finestre P2	Settore 1_E-NE	1	61,05	3,055	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Bassi	F02_finestre P2	Settore 8_N-NE	1	61,05	3,055	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Bassi	F02_finestre P2	Settore 7_N-NO	1	61,07	3,055	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Bassi	F02_finestre P2	Settore 6_O-NO	1	61,05	3,055	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Bassi	F01_finestra a nastro	Settore 1_E-NE	7	202,4	2,911	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono

Piani Bassi	F01_finestra a nastro	Settore 8_N-NE	7	202,4	2,911	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Bassi	F01_finestra a nastro	Settore 7_N-NO	7	202,4	2,911	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Bassi	F01_finestra a nastro	Settore 6_O-NO	7	202,4	2,911	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Bassi	V05_vetrare piano primo	Settore 4_S-SO	1	34,02	5,556	Singolo	Buono
Piani Bassi	V05_vetrare piano primo	Settore 5_O-SO	1	33,82	5,556	Singolo	Buono
Piani Bassi	V05c_vetrare P1 L4.7	Settore 3_S-SE	2	19,44	5,556	Singolo	Buono
Piani Bassi	V05_vetrare piano primo	Settore 2_E-SE	1	33,92	5,556	Singolo	Buono
Piani Bassi	V05b_vetrare P1 L=6.7	Settore 3_S-SE	1	13,96	5,556	Singolo	Buono
Piani Bassi	F02_finestre P2	Settore 4_S-SO	1	61,05	3,055	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Bassi	F02_finestre P2	Settore 3_S-SE	1	61,05	3,055	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Bassi	F02_finestre P2	Settore 2_E-SE	1	61,05	3,055	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Bassi	F02_finestre P2	Settore 5_O-SO	1	61,05	3,055	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Bassi	F01_finestra a nastro	Settore 4_S-SO	7	202,4	2,911	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Bassi	F01_finestra a nastro	Settore 5_O-SO	7	202,4	2,911	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Bassi	F01_finestra a nastro	Settore 2_E-SE	7	202,4	2,911	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Bassi	F01_finestra a nastro	Settore 3_S-SE	7	202,4	2,911	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Alti	V04_vetrare PT	Settore 4_S-SO	1	75,33	5,556	Singolo	Buono
Piani Alti	V04b_vatrate L=4.7	Settore 3_S-SE	2	43,04	5,556	Singolo	Buono
Piani Alti	V04_vetrare PT	Settore 2_E-SE	1	75,16	5,556	Singolo	Buono

Piani Alti	V04_vetrare PT	Settore 1_E-NE	1	75,03	5,556	Singolo	Buono
Piani Alti	V04_vetrare PT	Settore 8_N-NE	1	75,23	5,556	Singolo	Buono
Piani Alti	V04e_vetrare L=1.00	Settore 7_N-NO	1	4,24	5,556	Singolo	Buono
Piani Alti	V04a_vetrare L=5.30	Settore 7_N-NO	1	24,65	5,556	Singolo	Buono
Piani Alti	V04_vetrare PT	Settore 6_O-NO	1	75,16	5,556	Singolo	Buono
Piani Alti	V04_vetrare PT	Settore 5_O-SO	1	74,89	5,556	Singolo	Buono
Piani Alti	V04d_vetrare L=4.30	Settore 7_N-NO	1	20	5,556	Singolo	Buono
Piani Alti	PF09_P-2	Settore 3_S-SE	1	2,21	6,338	Singolo	Buono
Piani Alti	PF08_P-2	Settore 3_S-SE	4	26	6,214	Singolo	Buono
Piani Alti	PF07_P-2	Settore 3_S-SE	2	12	6,108	Singolo	Buono
Piani Alti	PF07_P-2	Settore 1_E-NE	2	12	6,108	Singolo	Buono
Piani Alti	PF04_P-1	Settore 1_E-NE	1	6	6,06	Singolo	Buono
Piani Alti	PF05_P-2	Settore 1_E-NE	4	24	5,986	Singolo	Buono
Piani Alti	PF06_P-2	Settore 1_E-NE	1	6	6,06	Singolo	Buono
Piani Alti	PF05_P-2	Settore 7_N-NO	6	36	5,986	Singolo	Buono
Piani Alti	PF06_P-2	Settore 7_N-NO	2	12	6,06	Singolo	Buono
Piani Alti	PF02_porte finestre P24	Settore 3_S-SE	1	38,4	2,602	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Alti	PF02_porte finestre P24	Settore 4_S-SO	1	38,4	2,602	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Alti	PF02_porte finestre P24	Settore 5_O-SO	1	38,4	2,602	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Alti	PF02_porte finestre P24	Settore 2_E-SE	1	38,4	2,602	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Alti	PF02_porte finestre P24	Settore 1_E-NE	1	38,4	2,602	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Alti	PF02_porte finestre P24	Settore 8_N-NE	1	38,4	2,602	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono

Piani Alti	PF02_porte finestre P24	Settore 7_N-NO	1	38,4	2,602	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Alti	PF02_porte finestre P24	Settore 6_O-NO	1	38,4	2,602	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Alti	F01_finestra a nastro	Settore 1_E-NE	14	404,7	2,911	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Alti	F01_finestra a nastro	Settore 2_E-SE	14	404,7	2,911	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Alti	F01_finestra a nastro	Settore 3_S-SE	14	404,7	2,911	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Alti	F01_finestra a nastro	Settore 4_S-SO	14	404,7	2,911	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Alti	F01_finestra a nastro	Settore 5_O-SO	14	404,7	2,911	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Alti	F01_finestra a nastro	Settore 6_O-NO	14	404,7	2,911	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Alti	F01_finestra a nastro	Settore 7_N-NO	14	404,7	2,911	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono
Piani Alti	F01_finestra a nastro	Settore 8_N-NE	14	404,7	2,911	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	Buono

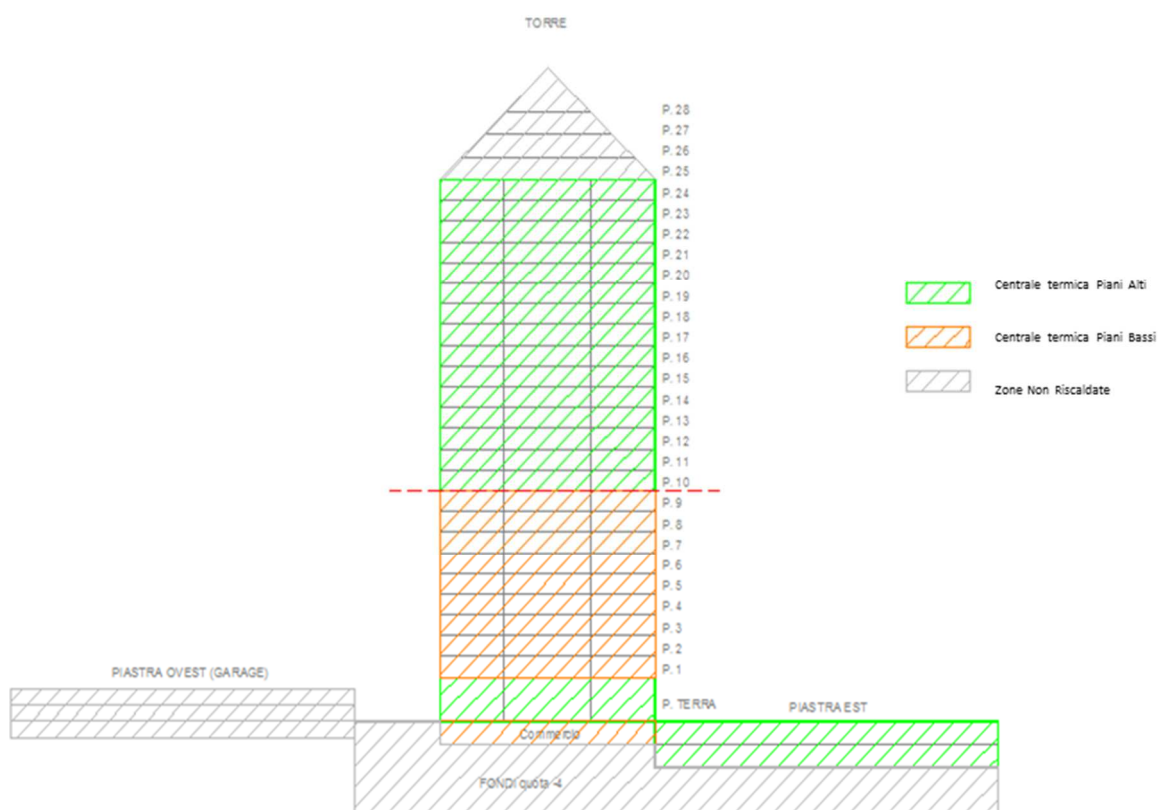
L'elenco completo dei componenti dell'involucro trasparente, rilevati in sede di sopralluogo, e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 4.2 dell' Allegato H – Schede di audit.

4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Il complesso edilizio presenta due distinti sistemi edificio-impianto: la climatizzazione sia estiva che invernale dei fabbricati è realizzata con due differenti impianti di climatizzazione invernale/ estiva dedicati rispettivamente alle porzioni identificate come Piani Bassi e Piani Alti. Tale logica è figlia delle specifiche funzioni e caratteristiche con cui è stato realizzato il complesso: ospitare ai Piani Alti Italimpianti, società di ingegneria, con ingresso dedicato ed esclusivo attraverso una porzione dell'atrio fisicamente separata dalla restante porzione dell'atrio che invece garantiva l'accesso ai Piani Bassi, occupati da diverse società.

La descrizione di seguito è quindi sviluppata tenendo conto di questa struttura impiantistica: Piani Bassi e Piani Alti. Si riporta per maggiore comodità e chiarezza lo schema già presente al § 5.1 con indicazione delle diverse porzioni servite dalle centrali caldo/freddo Piani Bassi e Piani Alti.

Figura 4.4 – Schema di sintesi edificio – impianto Piani Alti e Piani Bassi



4.2.1 Sottosistema di emissione

Il sottosistema di emissione è costituito dalle seguenti tipologie di terminali:

- Termoconvettori

I rendimenti di emissione desunti dal modello di calcolo delle DE sono i seguenti:

Tabella 4.3 - Rendimenti del sottosistema di emissione per le varie zone termiche per i Piani Bassi e Alti

ZONA TERMICA	TIPOLOGIA DI TERMINALE	RENDIMENTO
Intera struttura	Modelli vari (Atisa SV M PX 3 ranghi; Sabiana)	90%

Le caratteristiche dei terminali di emissione installati sono sintetizzate nella Tabella 4.4.

Tabella 4.4 - Riepilogo caratteristiche dei terminali di emissione installati

PIANO	TIPO DI INSTALLAZIONE	NUMERO	POTENZA TERMICA UNITARIA [kW]	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA [kW]	POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA [kW]	POTENZA FRIGORIFERA COMPLESSIVA [kW]
Intera struttura	Varie tipologie	432	0,038	16,416	-	-
TOTALE		432	0,038	16,416		

L'elenco dei componenti del sottosistema di emissione per il riscaldamento degli ambienti, rilevati in sede di sopralluogo, e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 6.5 dell'Allegato H – Schede di audit.

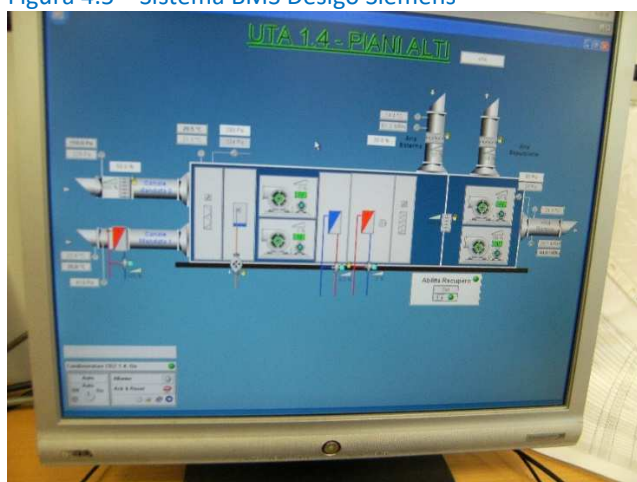
4.2.2 Sottosistema di regolazione

a) Piani Bassi

La termoregolazione in ambiente è gestita in remoto attraverso sistema BMS Desigo Siemens:

in funzione della temperatura rilevata dalla sonda in ambiente (T_{set} point ambiente inverno = 21°C) la centralina di controllo agisce contemporaneamente sull'attuatore della valvola a 4 vie (apertura/chiusura) e sul ventilatore a bordo fancoil (accensione/spegnimento). Il sistema non consente l'intervento manuale da parte dell'utente, per correggere i parametri di regolazione sopradescritti.

Figura 4.5 – Sistema BMS Desigo Siemens

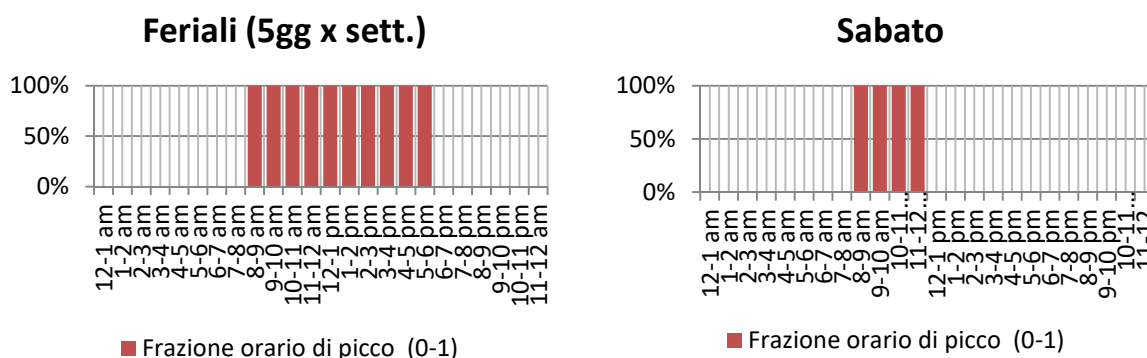


b) Piani Alti

La regolazione dei fluidi, sia per il corpo Torre che per la Piastra Est, viene gestita manualmente dai manutentori non essendo correttamente funzionante il sistema di regolazione e controllo: parte delle apparecchiature risultano ancora sotto il vecchio BMS “Controlli”, ormai non funzionante in modo efficace, la parte restante risulta invece gestita dal BMS Designo di Siemens, che sta subentrando al precedente. Tuttavia tale passaggio non è il frutto di un organico intervento sull'impianto, ma piuttosto di un insieme di interventi puntuali, di portata ridotta e parziale, conseguenza di guasti e/o malfunzionamenti. L'assenza quindi di un sistema di controllo e gestione unica non consente di operare correttamente la regolazione dei fluidi termovettori, aria ed acqua.

Di seguito sono riportati i profili orari di funzionamento degli impianti

Figura 4.6 - Profilo di funzionamento invernale dell'impianto per la zona termica



Il dettaglio dei profili orari di funzionamento, rilevati in sede di sopralluogo, è riportato nella Sezione 12 dell' Allegato H – Schede di audit.

I rendimenti di regolazione desunti dal modello di calcolo delle DE sono riportati nella Tabella 4.5:

Tabella 4.5 - Rendimenti del sottosistema di regolazione per le varie zone termiche

ZONA TERMICA	TIPO DI REGOLAZIONE	RENDIMENTO
Piani Bassi	BMS Desigo Siemens	99 %
Piani Alti	Manuale	64 %

L'elenco dei componenti del sottosistema di regolazione per il riscaldamento degli ambienti, rilevati in sede di sopralluogo, e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 6.5 dell' Allegato H – Schede di audit.

4.2.3 Sottosistema di distribuzione

Nel corso della fase di sopralluogo sono stati acquisiti dati utili al fine di caratterizzare gli impianti meccanici rispetto ai seguenti parametri: l'obsolescenza delle apparecchiature, la validità della tecnologia, la frequenza storica dei guasti avvenuti durante l'esercizio e la facilità di sostituzione in termini di spazi disponibili e movimentazione.

Tenuto conto di questi aspetti, il sopralluogo e l'analisi successiva delle informazioni hanno messo in evidenza una situazione della struttura impiantistica del sito non pienamente performante ed efficiente, conseguenza della vetustà di alcuni componenti impiantistici e/o malfunzionamenti dei diversi sottosistemi.

a. Piani Bassi

Si riporta di seguito lo schema funzionale per il sistema edificio/impianto Piani Bassi

Figura 4.7 – Schema funzionale (Piani Bassi)

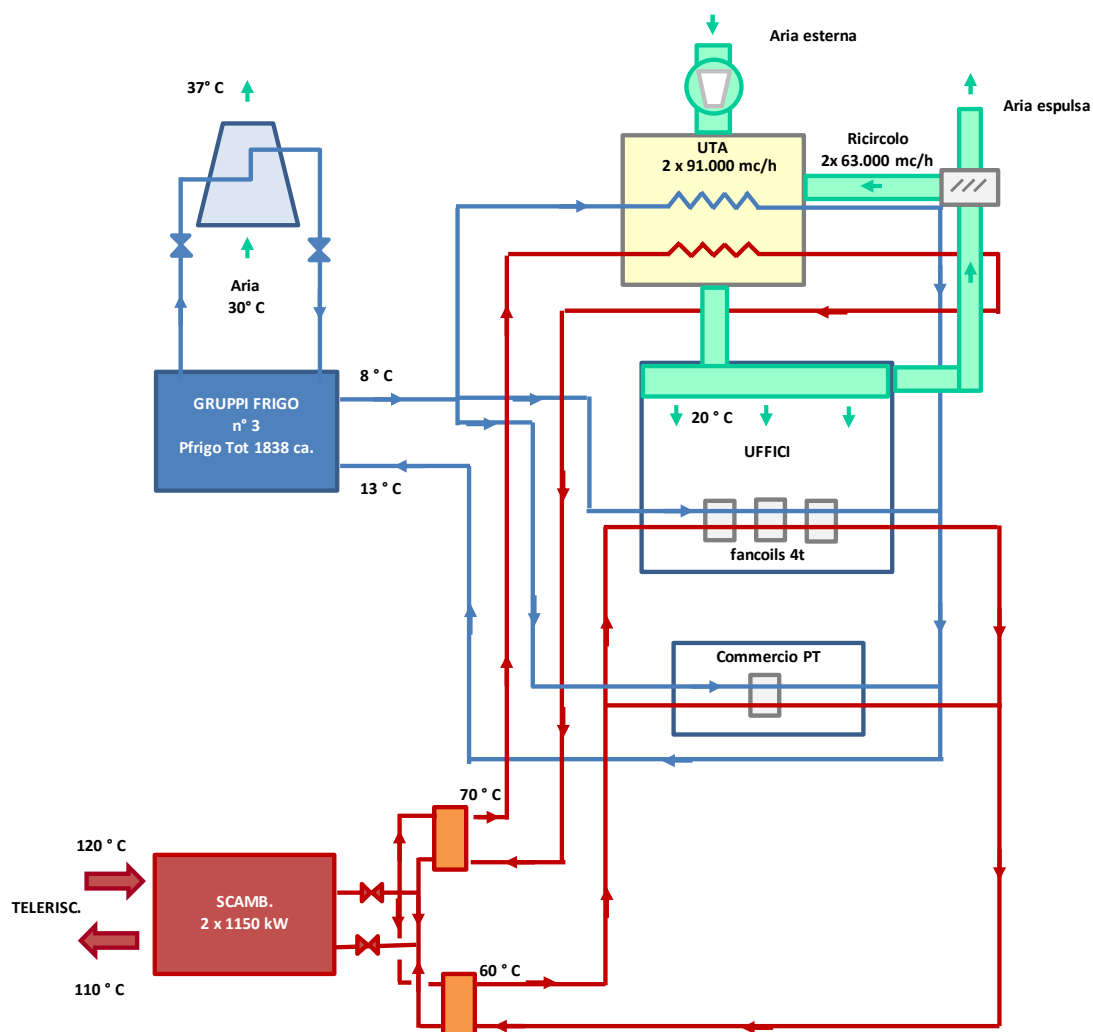
SCHEMA funzionale (Piani Bassi)

Figura 4.8 – Schema funzionale primario caldo

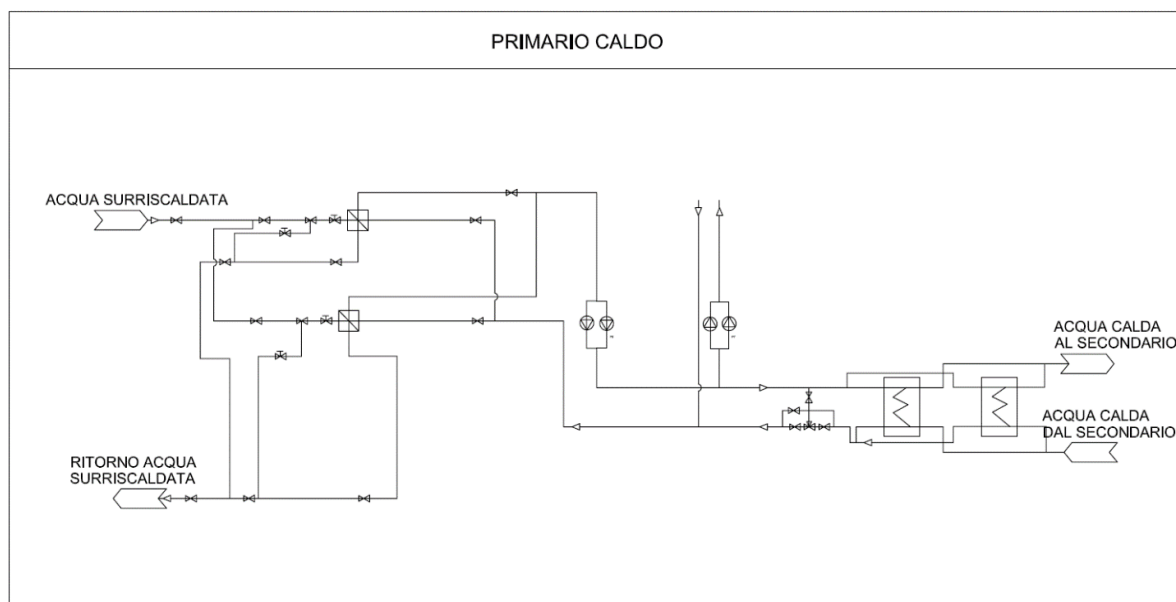
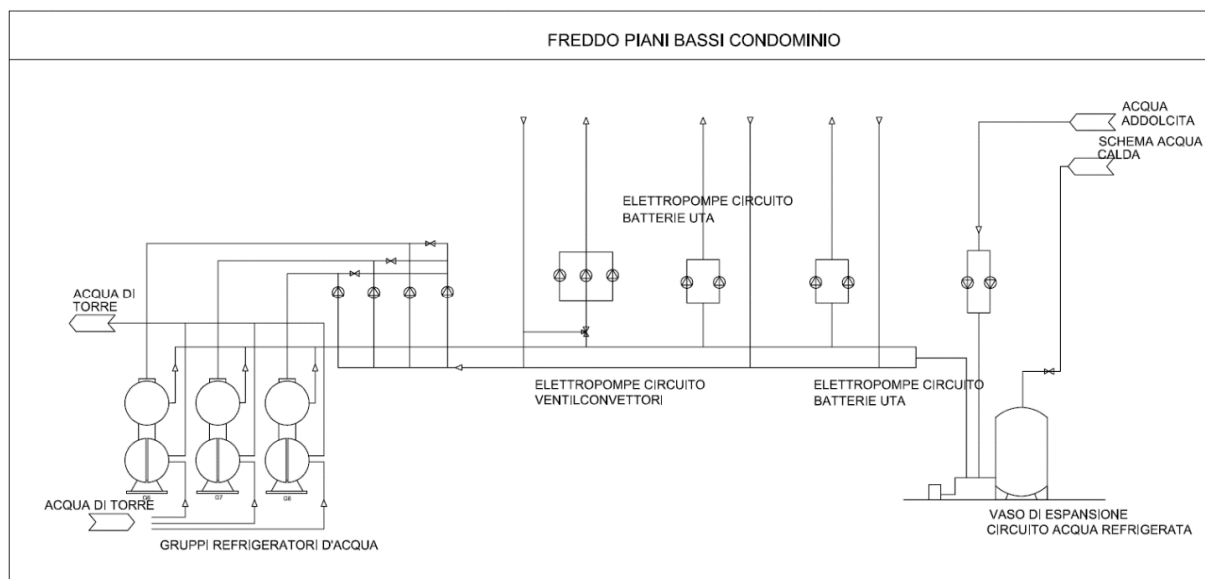


Figura 4.9 – Schema funzionale primario freddo (Pani bassi)





Il riscaldamento è realizzato con un servizio di teleriscaldamento (acqua surriscaldata $T=120^{\circ}\text{C}$): la rete di teleriscaldamento proveniente dalla Centrale di Genova Sampierdarena va ad alimentare n°2 scambiatori di calore da 1.000.000 kcal/h cad installati nella sottostazioni denominata “centrale Piani Bassi”.

La tipologia impiantistica dei Piani Bassi presenta terminali di emissione in ambiente (ventilconvettori) + aria primaria. Il fluido primario riscaldato viene distribuito attraverso un collettore primario in alta temperatura ($T_{\text{mandata}} 70^{\circ}\text{C}$) alle batterie di pre e post riscaldamento delle unità di trattamento aria ed in temperatura ridotta (n° 2 scambiatori secondari - $T_{\text{mandata}} 60^{\circ}-55^{\circ}\text{C}$) ai ventilconvettori in ambiente. La distribuzione del fluido termovettore alle diverse utenze avviene con impianto a 4 tubi.

Otto colonne montanti per la distribuzione del fluido termovettore ai piani bassi risalgono l’edificio perimetralmente fino al piano nono (i cavedi impianti sono alloggiati in ogni vertice della pianta ottagonale). In ambiente sono presenti terminali di emissione ventilconvettori, posizionati lungo la facciata.

b. Piani Alti

Figura 4.10 – Schema funzionale (Piani Alti)

SCHEMA funzionale (Piani Alti)

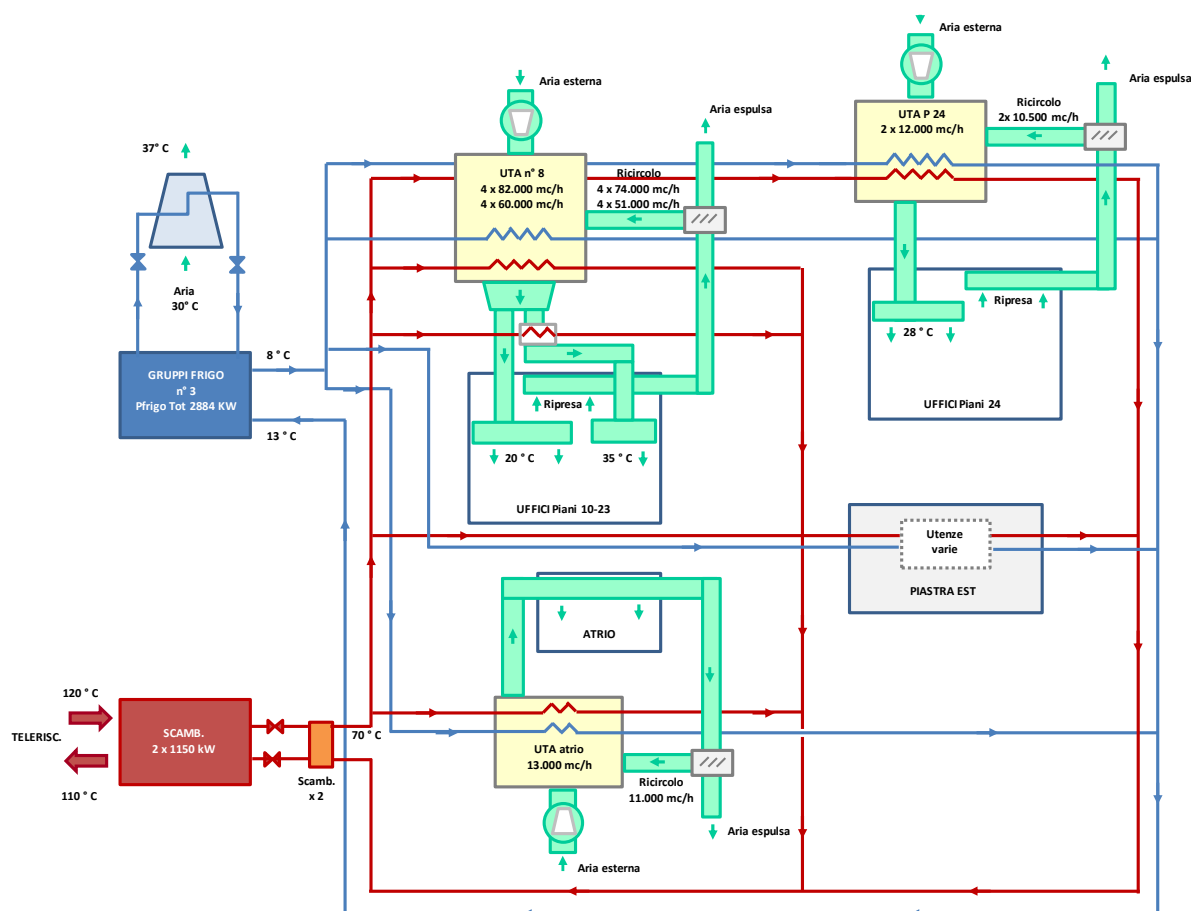
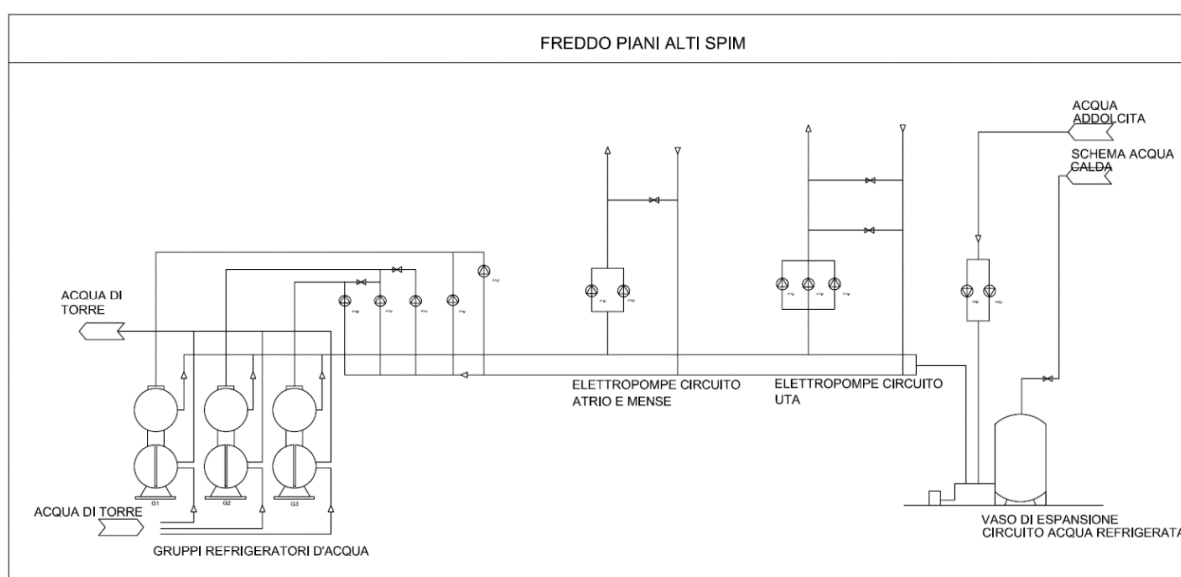


Figura 4.11 – Schema funzionale primario freddo (Piani alti)





Il riscaldamento dei piani alti è realizzato con un servizio di teleriscaldamento (acqua surriscaldata $T=120^{\circ}\text{C}$): la rete di teleriscaldamento proveniente dalla Centrale di Genova Sampierdarena va ad alimentare n°2 scambiatori di calore da 1.000.000 kcal/h cad installati nella sottostazioni denominata “centrale Piani Alti”.

La tipologia impiantistica dei Piani Alti: Sistema a tutt’aria; il fluido termovettore primario riscaldato viene distribuito attraverso un collettore primario in alta temperatura ($T_{mandata} 65^{\circ}\text{C}$):

- alle batterie di pre e post riscaldamento delle 8 unità di trattamento aria (UTA 1.1-8) posizionate al piano 26, a servizio degli uffici dal piano 10 al 23;
- alle batterie di pre e post riscaldamento delle 2 unità di trattamento aria (UTA 4-5) posizionate al piano 25, a servizio del piano 24;
- alla batterie di pre riscaldamento della unità di trattamento aria (UTA 3) dedicata all’atrio.

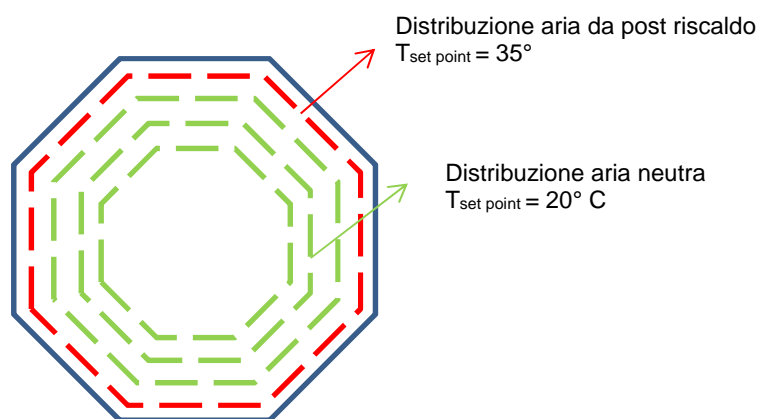
La centrale Piani Alti fornisce i fluidi anche alle diverse utenze della Piastra Est:

- UTA mensa (principale e minori) ed auditorium (piano -1);
- fancoils zona bar ed “ex agenzia viaggi”, scambiatore secondario dedicato (piano -2).

La distribuzione del fluido termovettore, acqua calda, avviene attraverso pompe e circolatori presenti nei locali tecnici del piano quota – 4; le colonne montanti corrono all’interno del cavedio nel nucleo della torre fino alle UTA poste ai piani 25 e 26. La tabella di seguito riporta le caratteristiche di dettaglio dei diversi circuiti.

La climatizzazione dei piani della torre dal 10 al 24 è realizzata con sistema a tutt’aria con cassette a doppio condotto (caldo/freddo); l’impianto, realizzato per essere a portata variabile, attualmente funziona come un impianto a portata fissa in conseguenza delle carenze funzionali del sistema di regolazione che dovrebbe sovrintendere all’apertura/chiusura delle serrande sulle cassette di mandata a portata variabile.

Figura 4.12 – Schema funzionale impianto climatizzazione



Come illustrato dallo schema soprastante, in ambiente l'immissione dell'aria avviene attraverso 3 linee di diffusori disposte in modo concentrico dalla facciata verso il nucleo con Tset point= 20°C (tratto verde – da canale di mandata senza batteria di post riscaldamento); a ridosso della facciata una linea di bocchette immette l'aria a valle della batteria di post riscaldamento con Tset point= 35°C (tratto rosso - da canale di mandata con batteria di post riscaldamento). Questa distribuzione in ambiente, era stata sviluppata in fase progettuale, pensando ad una distribuzione degli spazi open space; in questo modo l'aria a temperatura neutra e l'aria calda si sarebbero miscelate direttamente in ambiente. Attualmente, in conseguenza della nuova suddivisione spaziale, uffici singoli, tale movimentazione dell'aria non è più possibile, pertanto si vengono a creare stratificazioni dell'aria con zone calde e fredde che creano forte discomfort indoor agli utenti, rendendo pressochè impossibile un'adeguata regolazione degli impianti.

Le caratteristiche dei circolatori a servizio del circuito primario sono riportate nella Tabella 4.6.

Tabella 4.6 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito primario Piani Bassi

NOME			SERVIZIO	PORTATA ⁽⁵⁾ [m³/h]	PREVALENZA ⁽⁵⁾ [kPa]	POTENZA ASSORBITA ⁽⁶⁾ [kW]
P. Bassi	P01. 1-2	primario		-	-	15
P. Bassi	P02. 1-2	pre-risc UTA 2.1 e 2.2		-	-	2,2
P. Bassi + carige	P03. 1-2	commercio (bar+posta+mps+carige)		-	-	2,2
P. Bassi	P04. 1-2	fc		-	-	15
P. Bassi	P05. 1-2	post risc UTA 2.1 e 2.2		-	-	15
TOTALE						49,5

Nota (5): Non è stato possibile ricavare tali valori

Nota (6): Valori ricavati da dati di targa

Tabella 4.7 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito primario Piani Alti

NOME			SERVIZIO	PORTATA ⁽⁵⁾ [m³/h]	PREVALENZA ⁽⁵⁾ [kPa]	POTENZA ASSORBITA ⁽⁶⁾ [kW]
P.alti	Px. 1-2	Primario		-	-	15
P.alti	P8. 1-2	UTA 1. 1-8 + UTA 24°		-	-	11
P.alti	P7. 1-2	UTA atrio+lancio a sottocentrale mensa		-	-	2,2
Piastra Est	Pest 1-2	piastra EST (2bar+ex ag.viaggi)		-	-	0,595
Piastra Est	P 01-2	"primario" di arrivo al collettore piastra est		-	-	0,8
Piastra Est	P 08-09	post risc uta mensa + auditorium + uta piccole mense		-	-	0,55

Piastra Est	P 16-17	pre risc uta mensa + auditorium + uta piccole mense	-	-	0,8
TOTALE					30,94

Nota (5): Non è stato possibile ricavare tali valori

Nota (6): Valori ricavati da dati di targa

Le temperature del fluido termovettore all'interno del circuito primario sono riportate nella Tabella 4.8.

Tabella 4.8 – Temperature di mandata e ritorno del circuito primario

CIRCUITO			TEMPERATURA RILEVATA ⁽⁸⁾	TEMPERATURA CALCOLO
			°C	°C
Centrale termica	teleriscaldamento	Caldo	-	70/60
Centrale termica	teleriscaldamento	Caldo	-	65

Nota (8): Valori non rilevati in quanto l'impianto era spento per la stagione in cui è stato svolto il sopralluogo

L'elenco dei componenti del sottosistema di distribuzione per il riscaldamento degli ambienti, rilevati in sede di sopralluogo, e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 6.4 dell' Allegato H – Schede di audit.

4.2.4 Sottosistema di generazione

a) Piani Bassi

Il riscaldamento avviene tramite servizio di teleriscaldamento (acqua surriscaldata T=120°C): la rete di teleriscaldamento proveniente dalla Centrale di Genova Sampierdarena va ad alimentare n°2 scambiatori di calore da 1.000.000 kcal/h cad installati nella sottostazioni denominata “centrale Piani Bassi”.

b) Piani alti e Piastra EST

Il riscaldamento avviene tramite servizio di teleriscaldamento (acqua surriscaldata T=120°C): la rete di teleriscaldamento proveniente dalla Centrale di Genova Sampierdarena va ad alimentare n°2 scambiatori di calore da 1.000.000 kcal/h cad installati nella sottostazioni denominata “centrale Piani Alti”.

Le caratteristiche dei sistemi di generazione sono riportate nella Tabella 4.9.

Tabella 4.9 - Riepilogo caratteristiche sistemi di generazione

Servizio		MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE	POTENZA TERMICA UTILE	RENDIMENTO	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA
					[kW]	[kW]		[kW]
Scambiatore 1 Piani bassi	Riscaldamento	Alfa laval	-	1990	-	1150	85%	-
Scambiatore 2 Piani bassi	Riscaldamento	Alfa laval	-	1990	-	1150	85%	-
Scambiatore 1 Piani alti	Riscaldamento	Alfa laval	-	1990	-	1150	85%	-
Scambiatore 2 Piani alti	Riscaldamento	Alfa laval	-	1990	-	1150	85%	-

L'elenco dei componenti del sottosistema di generazione per il riscaldamento degli ambienti rilevati in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 6.1 dell' Allegato H – Schede di audit.

4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

Figura 4.12 - Particolare di un boiler elettrico per la produzione di acqua calda sanitaria



- **Piani Bassi**

Nei servizi igienici del corpo torre sono presenti boiler elettrici di potenza elettrica 1,2 kW; gli stessi risultano però staccati dall'alimentazione elettrica ad eccezione dei piani 2 e 7. Questi hanno un rendimento di produzione dell'ordine del 40 %.

- **Piani Alti e Piastra Est**

Nei servizi igienici del corpo torre sono presenti boiler elettrici; gli stessi risultano però staccati dall'alimentazione elettrica ad eccezione dei piani dal 20 al 23.

Con riferimento alla Piastra Est, la fornitura di acqua calda per la mensa è garantita dall'impianto centralizzato – centrale termica Piani Alti. Le utenze al piano -2 della Piastra Est sono invece servite da boiler elettrico dedicato di capacità 1000 litri. Di seguito si riportano i dati tecnici relativi alle apparecchiature installate.

Tabella 4.10 – Produzione ACS piastra est p-2

PRODUZIONE ACS – PIASTRA EST Piano P -2_Autonoma				
Utenze	Tipo Attrezzatura	Pel (kW)	Capacità (litri)	Provenienza dei dati
Piastra Est_2 bar+spogliatoi manutentori	Boiler elettrico	10	1000	Rilievo

Tabella 4.11 – Produzione ACS piastra est p-1 mensa

PRODUZIONE ACS - PIASTRA EST Piano P -1 MENSA_Combinata con Riscaldamento			
ACCUMULI	Marca	Capacità (litri)	T accumulo
2 serbatoi	Cordivari	800	50-60° C

Tabella 4.12 – Distribuzione ACS piastra est p-1 mensa

DISTRIBUZIONE ACS PIASTRA EST Piano P -1_ Combinata con Riscaldamento								
Utenze	Codice	Circuito	Distribuzione		Pe, ass KW	inverter (Si/No)	localizzazione	Provenienza dei dati
Piatra est_Mensa	P 04-05	Piastra Est	ACS mensa	scambiatore ACS/accumuli mensa	0,79	N	Coll. Piastra Est	Rilievo
Piatra est_Mensa	P 00-00	Piastra Est	ACS mensa	ricircolo ACS accumuli mensa	0,14	N	Coll. Piastra Est	Rilievo

I rendimenti caratteristici dei sottosistemi dell’impianto di produzione acqua calda sanitaria sono riportati nella Tabella 4.13.

Tabella 4.13 – Rendimenti dell’impianto di produzione acqua calda sanitaria

SOTTOSISTEMA DI EROGAZIONE	SOTTOSISTEMA DI DISTRIBUZIONE	SOTTOSISTEMA DI RICIRCOLO ⁽¹⁾	SOTTOSISTEMA DI ACCUMULO	SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE	RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE
95%	92,6%	-	-	75%	70%

L’elenco dei componenti dell’impianto di produzione acqua calda sanitaria rilevati in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 7 dell’ Allegato H – Schede di audit.

4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RAFFRESCAMENTO/CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

Anche per la climatizzazione gli impianti possono suddividersi in impianti che servono i piani bassi ed i piani alti e piastra est.

- **Piani Bassi**

In centrale frigo Piani Bassi, posizionata nei locali tecnici quota -4, sono installati 3 gruppi frigoriferi con sistema di raffreddamento a torri evaporative per una potenza frigorifera complessiva pari a 1.838 kW. I tre generatori garantiscono la produzione del fluido termovettore freddo per servire le batterie fredde delle unità di trattamento aria dei Piani Bassi e i ventilconvettori in ambiente. Le tabelle di seguito sintetizzano i dati dei diversi componenti dei sottosistemi di generazione, distribuzione, emissione.

Figura 4.13 - Particolare circuito



Tabella 4.14 – centrale frigorifera - generatori

CENTRALE FRIGO - Generatori												
cod.	Centrale Frigo	In uso/ sostituita	Marca	Modello	anno	Pfrigo utile kW	tipologia	Fluido	EER	P,el ass. kW	NOTE	Provenienza dati
G.F.6	P. Bassi	in uso	RC group	Screw up 610 V2	2015	607	aria/ acqua	R134a	5,06	119,8	2 compress.	Rilievo

G.F.7	P. Bassi	in uso	RC group	Screw up 610 V2	2016	607	aria/acqua	R134a	5,06	119,8	2 compress.	Rilievo
G.F.7 a*	P. Bassi	sostituito	RC group	MRC 240/4/S T	1989	624	aria/acqua	R422	3,1	203	Compress. 4 x 44 kW	Rilievo
G.F.8	P. Bassi	in uso	RC group	MRC 240/4/S T	1989	624	aria/acqua	R422 retrofi t	3,1	203	Compress. 4 x 44 kW	Rilievo
TOT Potenza installata (kW)										525,8	Kw	

Per completezza è stato riportato il vecchio gruppo sostituito.

Tabella 4.15 – centrale frigorifera – torri evaporative

CENTRALE FRIGO - Torri evaporative				
Torre evaporativa	GF Associati	n° ventilatori	Pelettrica assorbita (kW)	Calcolo
EVAPCO	GF. 6-7-8	2	18	Rilievo
EVAPCO	GF. 6-7-8	2	18	Rilievo

Ad integrazione dei gruppi frigo principali (G.F. 6-8) e della fornitura di acqua calda da teleriscaldamento, sono presenti 8 VRF Mitsubishi a servizio di alcuni uffici posizionati in prossimità del nucleo centrale compresi tra il piano 1° e 7°. Le unità esterne sono alloggiare in facciata, nelle bucaure del piano secondo, mentre le unità interne nei controsoffitti. I Vrf sono utilizzati con profilo occasionale durante l'intero arco dell'anno.

Tabella 4.16 – VRF ad integrazione dell'impianto centralizzato

POMPE DI CALORE ad integrazione													
cod	Utenze servite	Marca	Modello	anno	Tipol.	Ptermi ca utile kW	COP	P,el H ass. kW	Pfrigo utile kW	gas refr.	EER	P,el ass kW	Calcol o
8 VRF	alcuni settori P 1°-7°	Mitsubishi	PUHY-P300YH M-A	2008	aria/aria	37,5	4,0	9,39	33,5	R410	3,7	9,07	Riliev o
TOT Potenza installata (kW)												72,56	Kw

L'acqua refrigerata prodotta dai tre gruppi frigo dell'impianto centralizzato viene distribuita ad una temperatura di mandata pari a circa 8° C alle batterie delle UTA e ai ventilconvettori attraverso la centrale di pompaggio dettagliata di seguito, con indicazione dei circuiti e gruppi di pompe asservite.

Tabella 4.17 – distribuzione circuito freddo

DISTRIBUZIONE							
Codice	Utenze	Circuito caldo/freddo	Distribuzione	Pel,ass KW	inverter	localizzazione	Provenienza dei dati
P10. 1-2-3-4	P. Bassi	F	primario	16,5	N	C.F. piani bassi	Rilievo
P21. 1-2-3-4	P. Bassi	F	alle torri	25,9	N	C.F. piani bassi	Rilievo
P11. 1-2-3	P. Bassi	F	fc	30	N	C.F. piani bassi	Rilievo
P12. 1-2	P. Bassi	F	UTA 2.1 e 2.2	15	N	C.F. piani bassi	Rilievo
P13. 1-2	P. Bassi	F	commercio (bar+posta+mps)	4	N	C.F. piani bassi	Rilievo

Tabella 4.18 – sistema di emissione

SISTEMA DI EMISSIONE						
Tipologia	n°/piano	n° piani	n° TOT	Pel,ass kW	TOT Pel,ass kW	Provenienza dei dati
Modelli vari (Atisa SV M PX 3 ranghi; Sabiana)	48	9	432	0,038	16,416	Rilievo
TOT Potenza installata (kW)					16,416	kW

La termoregolazione in ambiente è gestita in remoto attraverso sistema BMS Desigo Siemens: in funzione della temperatura rilevata dalla sonda in ambiente (Tset point ambiente estate = 24°C) la centralina di controllo agisce contemporaneamente sull’attuatore della valvola a 4 vie (apertura/chiusura) e sul ventilatore a bordo fancoil (accensione/spegnimento). Il sistema non consente l’intervento manuale da parte dell’utente, per correggere i parametri di regolazione sopradescritti.

- **Piani Alti**

In centrale frigo Piani Alti, posizionata nei locali tecnici quota – 4, sono installati 3 gruppi frigoriferi con sistema di raffreddamento a torri evaporative per una potenza frigorifera complessiva pari a 2.884 kW. I tre generatori garantiscono la produzione del fluido termovettore freddo (Tmandata = 8°C ca.) per servire le batterie fredde delle unità di trattamento aria dei Piani Alti (UTA 1.1-1.8, UTA 4 e 5 e UTA 3). Nei locali tecnici al piano 28 sono localizzati due gruppi frigo RC group a servizio dei locali ascensori e cabine elettriche.

La regolazione dei fluidi, sia per il corpo Torre che per la Piastra Est, viene gestita manualmente dai manutentori. Le tabelle di seguito sintetizzano i dati dei diversi componenti dei sottosistemi di generazione, distribuzione, emissione.

Tabella 4.19 – Centrale frigo - caratteristiche

CENTRALE FRIGO Piani Alti- Caratteristiche	
Tipologia generatore	Chiller
Sistema Climatizzazione	Centralizzato
Tipologia impianto	Tutt’aria
Tipologia distributiva fluido termovettore	4 tubi
Funzionamento	parallelo
Distribuzione fluidi	colonne montanti
Tset point ambiente	24° C
Temperatura mandata/ritorno acqua	8-11° C

Tabella 4.20 – Centrale frigo - generatori

CENTRALE FRIGO Piani Alti - Generatori											
cod.	Centrale Frigo	Utenze servite	Marca	Modello	anno	Pfrigo utile kW	tipologia	EER	P _{el} assorbita kW	gas refr.	Provenienza dei dati
G.F. 1	CF P. Alti	P. Alti	RC group	MRC 240/4/ST	1989	624,4	aria/acqua	3,1	203	R422 - intervento di retrofit	Rilievo
G.F. 2	CF P. Alti	P. Alti	Trane	CVCD 034	1990	1130	aria/acqua	4,4	254	R422 - intervento di retrofit	Rilievo
G.F. 3	CF P. Alti	P. Alti	Trane	CVCD 034	1990	1130	aria/acqua	4,4	254	R422 - intervento di retrofit	Rilievo

SPIM-1-DE – Grattacielo “Matitone”

G.F. 4	CF 28° piano	sala mcch asce + cabina el. 108 + uta 4 e 5	RC group	MRE/A 30/2/S	1990	76,6	aria/aria	2,5	31,2	R22	Rilievo
G.F. 5 (ascen.)	CF 28° piano	Locale macchine ascensori p.alti e p. bassi	RC group	MRE/A 10/2/E	1990	28,2	aria/aria	2,8	10	R22	Rilievo
TOT Potenza elettr. installata (kW)									752,2	Kw	

Tabella 4.21 – Centrale frigo – torri evaporative

CENTRALE FRIGORIFERA Piani Alti- Torri evaporative					
Torre evaporativa	Modello	GF Associati	n° ventilatori	Pelettrica assorbita (kW)	Provenienza dei dati
EVAPCO	n.d.	GF. 1-2-3	2	22	Rilievo
EVAPCO	n.d.	GF. 1-2-3	2	22	Rilievo

Tabella 4.22 – Distribuzione – Piani alti

DISTRIBUZIONE Piani Alti							
Codice	Utenze	Circuito caldo/freddo	Distribuzione	Pel,ass KW	inverter	localizzazione	Provenienza dei dati
P 15. 1-2-3	P.alti	F	Primario GF Trane	37	N	C.F. piani alti	Rilievo
P 14 . 1-2	P.alti	F	Primario GF RC	13,5	N	C.F. piani alti	Rilievo
P 20. 1-2	P.alti	F	alle Torri evap	44	N	C.F. piani alti	Rilievo
P 22. 1-2-3	P.alti	F	alle Torri evap	15	N	C.F. piani alti	Rilievo
P 17. 1-2-3	P.alti	F	UTA 1. 1-8 + UTA 24°	90	N	C.F. piani alti	Rilievo
P 16. 1-2	P.alti	F	UTA atrio 3	13,5	N	C.F. piani alti	Rilievo

Tabella 4.23 – Gruppi frigo piastra est (dati stimati)

GRUPPI FRIGO Piastra Est - Generatori										
cod.	Utenze servite	Marca	Modello	an no	tipol ogia	Pfrigo utile kW	gas refr.	EER	P,el assorbita kW	Proveni enza dei dati
G.F. est 1	Mensa_UTA piccole + auditorium (p -1)	System Air	VLS 804 BLN R410 A	20 12	aria/ acqu a	198,8	R 410 a	2,1	96,4	Rilievo
G.F. est 2	freddo Piastra est (p -2)	RC (vicino alle torri)	Easy.A R407 c	20 10	aria/ acqu a	107	R407 c	2,8	96,4*	Rilievo
TOT Potenza installata (kW)									192,8	Kw

Tabella 4.24 – Distribuzione – piastra est

DISTRIBUZIONE Piastra Est							
Codice	Utenze	Circuito caldo/ freddo	Distribuzione	Pel,ass KW	inverter	localizzazione	Provenienza dei dati
Pest A. 1-2	Piastra Est	F	primario piastra Est (GF RC vicino torri)	16,6	N	C.F. piani alti	Rilievo
Pest B. 1-2	Piastra Est	F	primario piastra Est (GF System Air)	5,5	N	C.F. piani alti	Rilievo
P 12-13	Piastra Est	F	UTA mensa	1,82	N	C.F. piani alti	Rilievo
P 10-11	Piastra Est	F	UTA mensa piccole + auditorium	2,2	N	C.F. piani alti	Rilievo

Ai fini della presente analisi si segnala la presenza dei gruppi frigo ad integrazione dell'impianto principale centralizzato di seguito indicati a servizio del piano 10, in virtù della particolare destinazione d'uso degli uffici (uffici COA e protezione civile), operanti h24.

Tabella 4.25 – Gruppi frigoriferi ad integrazione

GRUPPI FRIGO Piani Alti – ad integrazione							
cod.	Utenze servite	Marca	Modello	anno	Pfrigo utile kW	P _{el} assorbita kW	Provenienza dei dati
G.F. p10_p.civ.	P10_protez. Civile	RC group	smart hp pf	n.d.	n.d.	17,6	Rilievo
G.F. p10_coa	P10_protez. Civile	Panasonic	U20ME1E81	2012	n.d.	16,8	Rilievo
TOT Potenza installata (kW)						34,4	Kw

I rendimenti caratteristici dei sottosistemi dell'impianto di climatizzazione estiva dell'intero sito sono riportati nella tabella Tabella 4.26.

Tabella 4.26 – Rendimenti dell'impianto di climatizzazione estiva

Sottosistema di Emissione	Sottosistema di Regolazione	Sottosistema di Distribuzione	Sottosistema di Accumulo	Sottosistema di Generazione	Rendimento Globale medio stagionale
0,95	0,68	0,98	0,98	2,35	1,84

L'elenco dei componenti dell'impianto di climatizzazione estiva rilevati in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 11 dell' Allegato H – Schede di audit.

4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA

Si definiscono di seguito gli impianti presenti all'interno dell'edificio distinguendo sempre tra Piani bassi e Piani alti.

• Piani Bassi

Sono presenti due unità di trattamento aria (UTA 2.1 e UTA 2.2 – come indicato nella tabella sottostante) posizionate nei locali tecnici quota - 4, trattano l'aria primaria da immettere in ambiente per i piani dal 1 al 9. I volumi d'aria esterna trattati dalle due UTA, una dedicata alle aree esposte a Nord l'altra per quelle a Sud, sono complessivamente pari a 180.000 mc/h.

Entrambe le UTA presentano le seguenti caratteristiche tecniche:

- Ripresa dell'aria dagli ambienti con ventilatore assiale con una portata di 63.700 m³/h;
- Sistema a tre serrande per miscelare l'aria esterna con quella di ripresa;
- Una batteria di preriscaldamento;
- Sezione di deumidificazione (non funzionante);
- Una batteria di raffreddamento;

Figura 4.14 - Particolare del sistema di ventilazione meccanica



- Mandata agli ambienti tramite ventilatore assiale con portata di 91.000 m³/h;
- Una batteria di post riscaldamento sul canale di mandata dell'aria agli ambienti.

Il sistema di supervisione e controllo Desigo Siemens consente di visionare da remoto il funzionamento delle due unità, senza però essere ancora abilitato a comandare da remoto azioni specifiche (l'apertura e chiusura delle serrande. La tabella di seguito sintetizza i principali dati tecnici delle UTA.

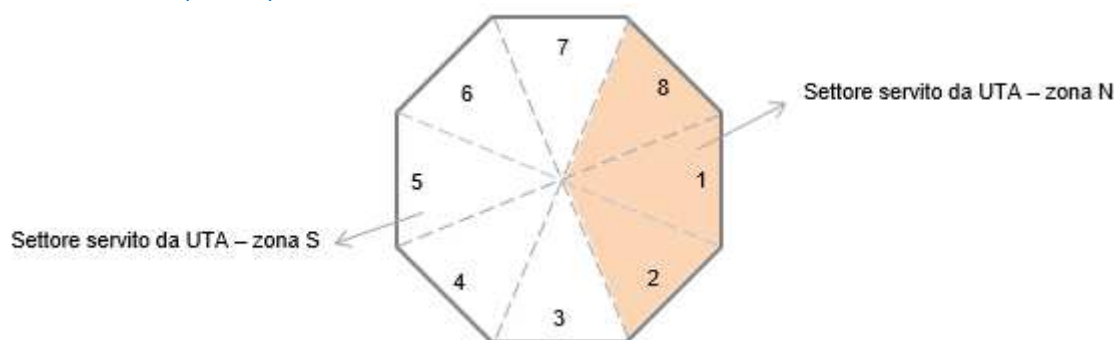
Tabella 4.27 – Dettaglio UTA

UNITA' DI TRATTAMENTO ARIA - Mandata e ricircolo									
Nome UTA	MANDATA		Interver (S/N)	RICIRCOLO		Interver (S/N)	Tipologia UMIDIFICATORE	Tipologia POST RISCALDO	Provenienza dei dati
	Portata m ³ /h	Pel, motore kW		Portata m ³ /h	Pel, motore kW				
UTA 2.1 (nord)	91.000	85	N	63.700	36	N	non in funzione	batteria su canale mandata	Rilievo
UTA 2.2 (sud)	91.000	85	N	63.700	36	N	non in funzione	batteria su canale mandata	Rilievo

• Piani Alti

Ai piani alti della torre sono presenti otto unità di trattamento aria (UTA 1.1 -1.8 – come indicato nella tabella sottostante) posizionate nei locali tecnici P 26, trattano l'aria da immettere in ambiente per i ricambi orari e la climatizzazione invernale ed estiva per i piani dal 10 al 23. Ciascuna UTA serve uno “spicchio”, come illustrato in figura.

Figura 4.15 – Pianta piano tipo con indicazione dei settori serviti dalle diverse UTA



Il volume d'aria esterna trattato dalle singole UTA è pari a 82.000 m³/h, per le unità che servono i settori a Sud (settori 6, 7, 8, 1), e 60.000 m³/h per le unità che servono i settori a Nord (settori 2, 3, 4, 5).

Le 8 UTA presentano le seguenti caratteristiche tecniche:

- Ripresa dell'aria dagli ambienti con n.2 ventilatori assiale con una portata di 74.000 m³/h (settori Sud) e 51.000 m³/h (settori Nord);
- Sistema a tre serrande per miscelare l'aria esterna con quella di ripresa;
- Una batteria di preriscaldamento;
- Sezione di deumidificazione (non funzionante);
- Una batteria di raffreddamento;
- Mandata agli ambienti tramite n. 2 ventilatori assiale con portata di 82.000 m³/h e 60.000 m³/h;
- Una batteria di post riscaldamento sul canale di mandata dell'aria agli ambienti.

Tabella 4.28 – Unità di trattamento aria

UNITA' DI TRATTAMENTO ARIA - Mandata e ripresa												
Nome UTA	MANDATA		Inter ver (Si/No)	RIPRESA / RICIRCOLO		Inver ter (Si/No)	Tipologia UMIDIFICATORE	Potenza Elettrica UMIDIFICATORE kW	Tipologia POST RISCALDO	Provenienza dei dati	Fluidi Caldi	Fluidi Freddi
	Portata m ³ /h	Pel, motore kW		Portata m ³ /h	Pel, motore kW							
UTA 1.1_nord	60.000	54	N	51.000	42	N	non in funzione	non in funzione	batteria su canale mandata	Rilievo	C.T. piani alti	C.F. piani alti
UTA 1.2_nord	60.000	54	N	51.000	42	N	non in funzione	non in funzione	batteria su canale mandata	Rilievo	C.T. piani alti	C.F. piani alti
UTA 1.3_sud	82.000	85	N	74.000	48	N	non in funzione	non in funzione	batteria su canale mandata	Rilievo	C.T. piani alti	C.F. piani alti
UTA 1.4_sud	82.000	85	N	74.000	48	N	non in funzione	non in funzione	batteria su canale mandata	Rilievo	C.T. piani alti	C.F. piani alti
UTA 1.5_sud	82.000	85	N	74.000	48	N	non in funzione	non in funzione	batteria su canale mandata	Rilievo	C.T. piani alti	C.F. piani alti
UTA 1.6_sud	82.000	85	N	74.000	48	N	non in funzione	non in funzione	batteria su canale mandata	Rilievo	C.T. piani alti	C.F. piani alti
UTA 1.7_sud	82.000	85	N	74.000	48	N	non in funzione	non in funzione	batteria su canale mandata	Rilievo	C.T. piani alti	C.F. piani alti
UTA 1.8_nord	60.000	54	N	51.000	42	N	non in funzione	non in funzione	batteria su canale mandata	Rilievo	C.T. piani alti	C.F. piani alti
UTA 4_x 24° piano	12.000	7,5	N	10.500	2,98	N	non in funzione	non in funzione	batteria su canale mandata	Rilievo	C.T. piani alti	C.F. piani alti
UTA 5_x 24° piano	12.500	7,5	N	11.800	2,98	N	non in funzione	non in funzione	batteria su canale mandata	Rilievo	C.T. piani alti	C.F. piani alti
UTA 3_Atrio	13.000	5,6	N	11000	2,99	N	non in funzione	non in funzione	//	Rilievo	C.T. piani alti	C.F. piani alti
UTA mensa piastra est	20.000	5,5	N	20.000	3	N	//	//	//	Rilievo	C.T. piani alti	G.F. est 2
UTA piccola mensa (spogliatoi, ecc) + auditorium	22.000	6,05	N	//	//	//	//	//	//	Stima	C.T. piani alti	G.F. est 2

Oltre alle 8 UTA 1.1 - 1.8 evidenziante in blu in tabella, sono inoltre presenti:

- ✓ 2 UTA (UTA 4 e 5) a servizio del piano 24, con le seguenti caratteristiche tecniche:
 - Ripresa dell'aria dagli ambienti con ventilatore centrifugo con una portata di 10.500 m³/h e 11.800 m³/h;
 - Sistema a tre serrande per miscelare l'aria esterna con quella di ripresa;
 - Una batteria di preriscaldamento;
 - Sezione di deumidificazione (non funzionante);
 - Una batteria di raffreddamento;
 - Mandata agli ambiente tramite ventilatore centrifugo con portata di 12.000 m³/h e 12.500 m³/h;
 - Una batteria di post riscaldamento sul canale di mandata dell'aria agli ambienti.

In fase di sopralluogo si è appreso come l'UTA 5, a partire da dicembre 2015 risulta spenta a causa della foratura della batteria calda, la cui riparazione, in conseguenza di posizione ed accessibilità, risulta molto difficoltosa. L'unità ha già subito diversi interventi di manutenzione nel tempo e ad oggi si presenta obsoleta e non performante.

- ✓ UTA (UTA 3) a servizio dell'atrio, con le seguenti caratteristiche tecniche:
 - Ripresa dell'aria dagli ambienti con ventilatore centrifugo con una portata di 11.000 m³/h;
 - Sistema a tre serrande per miscelare l'aria esterna con quella di ripresa;
 - Una batteria di preriscaldamento;
 - Sezione di deumidificazione (non funzionante);
 - Una batteria di raffreddamento;
 - Mandata agli ambienti tramite ventilatore centrifugo con portata di 13.000 m³/h;
- ✓ UTA (UTA mensa) a servizio della mensa Piastra Est, con le seguenti caratteristiche tecniche:
 - Ripresa dell'aria dagli ambienti con ventilatore centrifugo con una portata di 20.000 m³/h;
 - Sistema a tre serrande per miscelare l'aria esterna con quella di ripresa;
 - Una batteria di preriscaldamento;
 - Sezione di deumidificazione (non funzionante);
 - Una batteria di raffreddamento;
 - Mandata agli ambienti tramite ventilatore centrifugo con portata di 20.000 m³/h;
- ✓ 3 UTA minori a servizio di utenze varie della Piastra Est (mensa secondarie, auditorium, spogliatoi).

Come visibile in Tabella 4.28 – Unità di trattamento aria, le UTA a servizio della Piastra Est ricevono i fluidi caldi dalla centrale Piani Alti, mentre i fluidi freddi sono prodotti da due gruppi frigo dedicati alla sola Piastra Est.

Di seguito si riportano i dati tecnici degli estrattori:

Tabella 4.29 – Estrattori

UNITA' DI TRATTAMENTO ARIA - Estrattori			
Descrizione Estrattore	Portata (mc/h)	Potenza el. (KW)	Provenienza dei dati
VT 2.B	5.400	1,5	Rilievo
VT 5.B	3.100	0,7	Rilievo
VT 4.B	750	0,4	Rilievo
VT 3.B	17.650	5,6	Rilievo

L'elenco dei componenti dell'impianto di ventilazione meccanica controllata rilevati in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 8 dell' Allegato H – Schede di audit.

4.6 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE

Le utenze sottese all'impianto elettrico, oltre a quelle precedentemente descritte, sono costituite essenzialmente da utenze locali quali PC, monitor, stampanti, fotocopiatrici, apparecchiature aree break e simili presenti nelle aree destinate ad uffici.

In conseguenza della destinazione d'uso principale dell'immobile, uso uffici, tali utenze sono state di seguito analizzate e ricompresi all'interno dei consumi di forza motrice al piano.

Tali tipologie di utenze sono state raggruppate insieme ed identificate con la denominazione di forza elettromotrice (FEM) e sono riportate nella Tabella 4.30.

Tabella 4.30 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [KW]	POTENZA COMPLESSIVA [KW]	ORE ANNUE DI UTILIZZO [ore]
P. Bassi	UFF_illuminazione + FM	-	-	347	1.760
P. Alti	UFF_illuminazione + FM + office equip	-	-	188	1.760
P. Bassi + P. Alti	PC e UFF_atrio e loc. tecnici, illuminazione + FM	-	-	3	1.760
Piastra est	PC e UFF_illuminazione + FM	-	-	50	2.640

Figura 4.16 – Office equipment



L'elenco delle altre utenze elettriche rilevate in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 11 dell' Allegato H – Schede di audit.

4.7 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione interna presente risulta costituito da lampade a fluorescenza per la maggior parte ed alogene.

Per il rilievo della tipologia e del numero di lampade sono state assunte come veritiere le informazioni fornite dalla Proprietà in un prospetto riassuntivo realizzato dai manutentori. Tuttavia tali informazioni potrebbero non essere del tutto aggiornate in quanto le lampade a fluorescenza guaste vengono progressivamente sostituite da lampade a led.

Figura 4.17 - Particolare dei corpi illuminanti





L'elenco e le caratteristiche dei corpi illuminanti sono riportati nella Tabella 4.31. A seguito del rilievo si è considerato un tempo di accensione delle lampade di 12 ore al giorno.

Tabella 4.31 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti Piani Bassi

ZONA TERMICA	Tipologia	n°/piano	n° Lampade/ Elemento	POTENZA UNITARIA	POTENZA COMPLESSIVA
				[W]	[KW]
Piano Terra	Fluorescenti	23	2	26	1,196
	Fluorescenti	52	1	24	1,248
	Fluorescenti	27	1	18	0,486
	Fluorescenti	25	4	18	1,8
	Alogene	36	1	45	1,62
	Vapori di sodio	5	1	400	2
	LED	16	2	6	0,192
	Fluorescenti	12	1	11	0,132
	Fluorescenti	2	2	26	0
Piano 1	Fluorescenti	150	1	38	5,7
	Fluorescenti	28	1	18	0,504
	LED	8	2	6	0,096
	Fluorescenti	12	1	11	0,132
	Fluorescenti	67	2	26	3,484
Piani tipo P2-P4 e P8-P9	Fluorescenti	300	1	38	11,4
	Fluorescenti	28	1	18	0,504
	LED	8	2	6	0,096
	Fluorescenti	12	1	11	0,132
	Fluorescenti	67	2	26	3,484
Piani tipo P5-P7	Fluorescenti	300	4	18	21,6

Fluorescenti	28	1	18	0,504
LED	8	2	6	0,096
Fluorescenti	12	1	11	0,132

Tabella 4.32 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti Piani Alti

ZONA TERMICA	Tipologia	n°/piano	n° Lampade/ Elemento	POTENZA UNITARIA [W]	POTENZA COMPLESSIVA [KW]
Piano Tipo P10-P19	Fluorescenti	76	2	26	3,952
	Fluorescenti	312	1	38	11,856
	Fluorescenti	36	1	18	0,648
	Fluorescenti	12	1	36	0,432
	LED	8	2	6	0,096
Piano P24	Fluorescenti	8	2	26	0,416
	Alogene	70	1	45	3,15
	Fluorescenti	27	4	18	1,944
	Fluorescenti	8	1	36	0,288
	LED	8	2	6	0,096
	Vapori di sodio	15	1	400	6
Piano P25	Fluorescenti	45	2	36	3,24
	Fluorescenti	17	1	36	0,612
Piano P26	Fluorescenti	48	2	36	3,456
	Fluorescenti	24	1	36	0,864
Piano P27	Fluorescenti	21	2	36	1,512
	Fluorescenti	7	1	36	0,252
Piano P28	Fluorescenti	21	2	36	1,512
	Fluorescenti	7	1	36	0,252

Il totale dei corpi illuminanti dell'intero edificio è di circa 8932 unità, per un apotenza di 403 kW.

L'elenco completo dei corpi illuminanti rilevati in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 10 dell' Allegato H – Schede di audit.

4.8 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DI IMPIANTI DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA O COGENERAZIONE

L'edificio non è dotato di un impianto a fonte rinnovabile o di tipo cogenerativo per la produzione di energia elettrica e/o termica.

5 CONSUMI RILEVATI

5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA

Prima della descrizione dei servizi energetici è opportuno fare qualche precisazione sulla natura dell’edificio in oggetto; l’edificio, per quanto concerne la gestione energetica, è diviso in due sezioni:

- Piani bassi (dal 1 al 9)
- Piani alti (dal 10 al 24)

Questa suddivisione, che nel corso del tempo si è persa a livello di occupazione, ha comportato la realizzazione di due sistemi di impianti completamente separati.

L’analisi dei consumi storici termici ed elettrici dell’edificio oggetto della DE è stata effettuata facendo riferimento al triennio 2016, 2017, 2019 per il teleriscaldamento mentre fanno riferimento al quadriennio 2016, 2017, 2018 e 2019 per i consumi elettrici.

I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Energia termica;
- Energia elettrica

5.1.1 Energia termica

L’edificio è alimentato da una fornitura di teleriscaldamento a servizio delle centrali termiche sia dei piani bassi che dei piani alti. Questa utenza è unica per tutto il condominio ed è gestita dall’amministrazione; il consumo medio registrato nel quadriennio 2016-2019 risulta essere di 1.486 MWh. Si è deciso di escludere dall’analisi l’anno 2018 poiché i valori di consumi disponibili risultavano sostanzialmente differenti dalla baseline dell’edificio degli ultimi sette anni, per di più non giustificabili in relazione ai GG reali.

La rete di teleriscaldamento deriva dalla centrale termoelettrica a ciclo combinato presente nel quartiere di Genova Sampierdarena avente una potenza elettrica installata pari a 29 MWe e una potenza termica installata in cogenerazione di 33 MWt.

La fornitura di Teleriscaldamento risulta a servizio dei seguenti utilizzi:

- Scambiatori di calore per il riscaldamento degli ambienti dell’intero edificio;

L’analisi dei consumi storici si basa sulla base dei kWh di teleriscaldamento rilevati dai documenti forniti dall’amministrazione di condominio del triennio di riferimento.

Tali consumi sono riportati nella Tabella 5.1.

Tabella 5.1 - Consumi annuali di energia termica per il triennio di riferimento – Dati forniti dalla società di distribuzione

Teleriscaldamento	Utilizzo	2016	2017	2019	2016	2017	2019
		[Sm ³]	[Sm ³]	[Sm ³]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
-	Riscaldamento	-	-	-	1.391.000	1.410.000	1.681.000

Parallelamente all’analisi dei consumi storici forniti dalla società di distribuzione si è provveduto alla valutazione dei consumi fatturati nel triennio di riferimento.

I consumi rilevati dall’amministrazione di condominio sono riportati nella Tabella 5.2.

Tabella 5.2 - Consumi mensili di energia termica per il triennio di riferimento – Dati fatturati da società di fornitura

Teleriscaldamento	2016	2017	2019	2016	2017	2019
Mese	[Sm ³]	[Sm ³]	[Sm ³]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
1° trim				780.000	867.000	841.000
2° trim				111.000	52.000	239.000
3° trim				94.000	66.000	123.000
4° trim				406.000	425.000	478.000
Totale				1.391.000	1.410.000	1.681.000

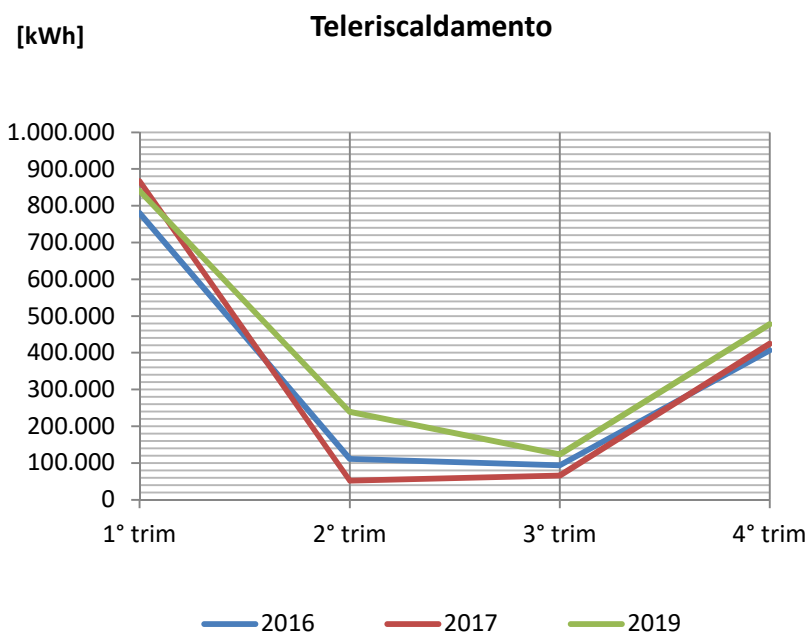
Di seguito viene riportata una tabella di riepilogo dei consumi relativi al teleriscaldamento ripartiti per le due sottostazioni.

Tabella 5.3 – Ripartizione consumi teleriscaldamento

	Piani bassi (MWh)	Piani alti (MWh)	totale (MWh)	Piani bassi (%)	Piani alti (%)
2016	484	907	1391	35%	65%
2017	499	911	1410	35%	65%
2019	601	1080	1681	36%	64%
Media	528	966	1494	35%	65%

L'andamento dei consumi mensili fatturati è riportato nei grafici in Figura 5.1.

Figura 5.1 – Andamento mensile dei consumi termici fatturati



Dall'analisi effettuata è emerso che il prelievo termico del triennio è caratterizzato da un valore minimo pari a 1.391.000 KWh nel 2016, e un valore di massimo di 1.681.000 KWh nel 2019. I consumi annui hanno subito un incremento nel 2019 dovuti probabilmente ad incremento di utilizzo.

Prima dell'analisi e della normalizzazione di questi consumi si è provveduto a defalcare la quota di energia utilizzata dalla società CAMST. Questo prelievo, come riscontrato durante il sopralluogo,

alimenta l'UTA relativa alla zona pranzo della mensa ed alcuni accumuli relativi all'acqua calda sanitaria.

Di seguito viene riportato il calcolo:

Tabella 5.4 - Consumi mensili di energia termica per il triennio di riferimento – Dati fatturati da società di fornitura

	2016	2017	2019
	[kWh]	[kWh]	[kWh]
CAMST	180.223	75.832	89.444
totale	1.210.777	1.334.168	1.591.556

Considerando che i consumi del teleriscaldamento a servizio degli impianti di riscaldamento degli ambienti sono soggetti a variazioni dovute all'andamento degli effettivi dati climatici che hanno caratterizzato il triennio di riferimento, si è reso necessario riportare tali consumi ad un comportamento normalizzato e non più strettamente dipendente dalle caratteristiche climatiche dell'anno a cui si riferiscono, con lo scopo di ottenere un consumo destagionalizzato che possa poi essere utilizzato per effettuare la taratura del modello energetico di cui al capitolo 6.1.

Per effettuare tale processo di normalizzazione si sono utilizzati i GG reali del triennio di riferimento ed i GG di riferimento come valutati al Capitolo 3, definendo il fattore di normalizzazione \bar{a}_{rif} come di seguito riportato:

$$\bar{a}_{rif} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{real,i}}{\sum_{i=1}^n GG_{real,i}}$$

Dove:

$GG_{real,i}$ = Gradi giorno valutati considerando le temperature esterne reali, nell'anno *i-esimo*, così come definiti al Capitolo 3.2;

n = numero di annualità di cui si hanno a disposizione i consumi.

$Q_{real,i}$ = Consumo termico reale per riscaldamento dell'edificio nell'anno *i-esimo*, kWh/anno.

E' ora quindi possibile valutare il consumo destagionalizzato, come di seguito riportato:

$$Q_{baseline} = \bar{a}_{rif} \times GG_{rif} + \bar{Q}_{ACS} + \bar{Q}_{ALTRO}$$

GG_{rif} = Gradi giorno di riferimento utilizzati nella modellazione dell'edificio, così come definiti al Capitolo 3.1;

\bar{Q}_{ACS} = Consumo termico reale per ACS dell'edificio, kWh/anno, valutato come la media dei consumi per l'ACS nel triennio di riferimento;

\bar{Q}_{ALTRO} = Consumo termico reale per eventuali altri utilizzi dell'edificio, kWh/anno, valutato come la media dei consumi per altri usi, nel triennio di riferimento.

Si sottolinea che ai fini della normalizzazione e della successiva validazione del modello energetico si utilizzeranno per la definizione dei consumi reali, $Q_{real,i}$, i consumi di Gas naturale forniti dalla società di distribuzione.

Tabella 5.5 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica

ANNO	GG _{REALI} SU 144 GIORNI	GG _{RIF} SU 166 GIORNI	CONSUMO REALE RISC.	CONSUMO REALE RISC.	α_{rif}	CONSUMO NORMALIZZATO	CONSUMO ACS	CONSUMO ALTRO
			[Smc]	[kWh]		[kWh]	[kWh]	[kWh]
2016	1.134	1.223	0	1.210.777	1.068	1.305.803	0	0
2017	1.190	1.223	0	1.334.168	1.121	1.371.166	0	0

2019	1.260	1.223	0	1.591.556	1.263	1.544.820	0	0
Media	1.195	1.223	0	1.378.834	1.151	1.407.263	0	0

Come si può notare dai dati riportati il comportamento energetico dell’edificio, negli anni considerati, è stato caratterizzato da un progressivo aumento dei consumi, in relazione ad una continua diminuzione delle temperature esterne medie mensili.

Si sono pertanto definiti per il calcolo della Baseline i parametri riportati nella Tabella 5.6:

Tabella 5.6 –Individuazione della Baseline termica

GRANDEZZA	VALORE
	[kWh]
\overline{Q}_{ACS}	-
\overline{Q}_{ALTRO}	-
$\overline{a}_{rif} \times GG_{rif}$	1.407.263
$Q_{baseline}$	1.407.263

Il modello è già validato indipendentemente dalla normalizzazione poiché i profili di funzionamento sono stati adattati sulle reali condizioni di funzionamento e i relativi consumi.

L’energia media prelevata nei mesi estivi è inferiore ad 1/5 (17% circa) rispetto a quella dei mesi invernali.

Analizzando il profilo dei consumi del teleriscaldamento, si può notare come sia presente un prelievo anche nei mesi estivi. Si è cercato di dare una risposta a questo consumo analizzando a fondo i dati a disposizione. La prima cosa che si nota è che questi prelievi avvengono sugli scambiatori adibiti al riscaldamento dei Piani Alti; i Piani Alti, come già detto in precedenza, sono climatizzati da 8 UTA tutte dotate di post-riscaldamento. È plausibile assegnare questi consumi, perciò, a queste batterie.

5.1.2 Energia elettrica

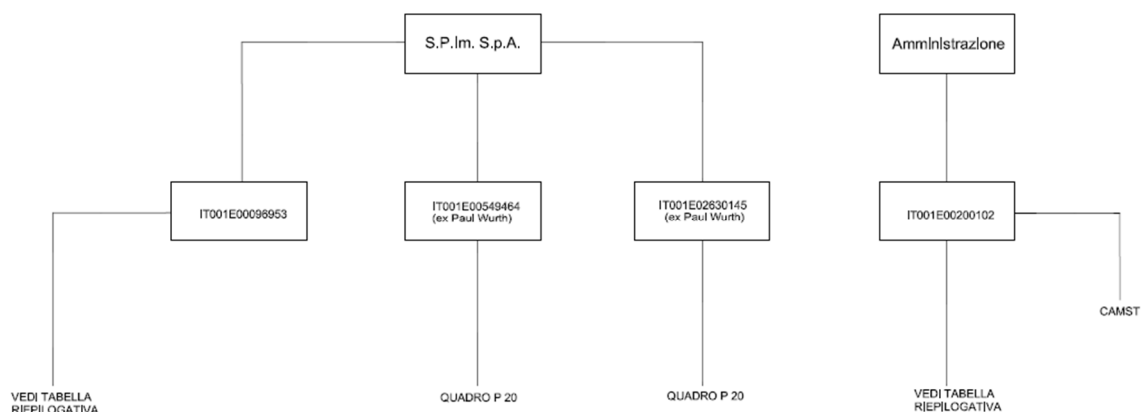
Per quanto riguarda la fornitura e l’utilizzo dell’energia elettrica il discorso è più complesso rispetto al vettore termico. Sono presenti due utenze principali, IT001E00096953 intestata alla società S.P.Im S.p.A. e IT001E00200102 all’amministrazione di condominio.

Sono presenti poi altre tre utenze minori all’interno della torre; una è riferibile alla società Irasco srl, localizzata all’ottavo piano; questa non è stata analizzata in questa analisi. Le altre due utenze etrambe localizzate al ventesimo piano; queste ultime due sono identificabili con il POD IT001E00549464 di potenza 101 kW e il POD IT001E02630145 di potenza 10 kW precedentemente intestate alla società Paul Wurth ed ora intestate a Spim.

Vi è poi una quota di energia attribuibile alla società CAMST e ricadente sul POD intestato all’amministrazione di condominio che verrà defalcata dalla baseline elettrica poiché attribuibile ad uso cottura (per quanto la cucina sia alimentata a gas) e illuminazione.

Di seguito viene riportato uno schema a blocchi riassuntivo:

Figura 5.2 – Diagramma a blocchi utenze Matitone



Di seguito viene riportata la tabella riepilogativa delle utenze in capo al POD condominiale:

Piani bassi
C.T. piani bassi (pompe)
C.F. piani bassi (g.f. + pompe)
Torri evap.
UTA piani Bassi
Quadro P 1-7
1/2 Atrio
Ascensori

Di seguito, invece, vengono riportate le tabelle riepilogative delle utenze in capo al POD principale di S.P.Im. S.p.A.:

Piani bassi	
Piano 0°	Illuminazione e FM uffici
Piano 1°	Illuminazione e FM uffici
Piano 2°	Illuminazione e FM uffici
piano 2°	Alimentazione UTA aggiuntive (VRV)
Piano 3°	Illuminazione e FM uffici
Piano 4°	Illuminazione e FM uffici
Piano 5°	Illuminazione e FM uffici
Piano 6°	Illuminazione e FM uffici
Piano 7°	Illuminazione e FM uffici
Q. P. 9	Quadro Piano 9°

Impianti vari	
AUSILIARIO UPS	A disposizione
AUSILIARIO	Servizi cabina
ATRIO P.T.	Linea Atrio piano terra (S.C. e Reception)
Locali Tecnici Q. 4,00	Officina, spogliatoi, idrica
CDZ Cabina elettrica Q. 4,00	Condizionamento locale cabina q. 4,00
UPS PILLER	Alimentazione in entrata su Piller
BLINDOSBARRA PRIVILEGIATA	Linea Protetta Privilegiata
IDRICA IT/A	Centrale Idrica
IDRICA IT/B	Centrale Idrica

Piani Alti	
Q. CTA	Centrale Termica
Q. CFA	Centrale Frigo
AUSILIARIO	di scorta
G. FRIGO G1	Gruppo Frigorifero RC
G. FRIGO G3/1	Gruppo Frigorifero TRANE
G. FRIGO G3/2	Gruppo Frigorifero TRANE
ASCENSORI	Macchine Ascensori
Q. LUCE ASC.	Luce e Ausiliari Ascensori
Q. CDZ A/1	Trattam. Aria - UTA 1.1 / 1.2
Q. CDZ A/2	Trattam. Aria - UTA 1.3 / 1.4
Q. CDZ A/3	Trattam. Aria - UTA 1.5 / 1.6
Q. CDZ A/4	Trattam. Aria - UTA 1.7 / 1.8
Q. P. 23	Quadro Piano 23°
AUSILIARIO	a disposizione Piano 23°
24/25 piano	UTA 24 - Estrazione aria 24°
Q. P. 24 LUCE	Quadro Piano Luce 24°
Q. P. 24 FM	Quadro Forza Motrice Piano 24°
Q. I. IVA	UTA 24° piano
COMUNE Privilegiata	COA
Q. P. 10	Quadro Piano 10°
Q. P. 11	Quadro Piano 11°
Q. P. 12	Quadro Piano 12°
Q. P. 13	Quadro Piano 13°
Q. P. 14	Quadro Piano 14°
Q. P. 15	Quadro Piano 15°
Q. P. 16	Quadro Piano 16°
Q. P. 17	Quadro Piano 17°
Q. P. 18	Quadro Piano 18°
Q. P. 19	Quadro Piano 19°
Q. P. 20	Quadro Piano 21
Q. P. 22	Quadro Piano 22
SERVIZI	Servizi piano 10°
SERVIZI	Servizi piano 11°
SERVIZI	Servizi piano 12°
SERVIZI	Servizi piano 13°
SERVIZI	Servizi piano 14°
SERVIZI	Servizi piano 15°
SERVIZI	Servizi piano 16°
SERVIZI	Servizi piano 17°
SERVIZI	Servizi piano 18°
SERVIZI	Servizi piano 19°
SERVIZI	Servizi piano 20°
SERVIZI	Servizi piano 21°
SERVIZI	Servizi piano 22°
SERVIZI	Servizi piano 23°

Piastra ovest	
GARAGE Q. 13,00	Illuminazione e FM

Piastra est	
AUDITORIUM	Auditorium e spogliatoi PM
CENTRALE TERMICA Mensa	Condizionamento Mensa
UTA Vent. 1 MENSA	Trattamento Aria Mensa Sala pranzo
EX LUCE CED	di scorta
CENTRALE TEL. CDZ	Centrale Telefonica condizionamento
PIASTRA EST	CDZ piastra est
ASCENSORE ESTERNO	F.M. e illuminazione
SEZIONE UTENZE PRIV.	Piastra Est
Sez P.M. San Teodoro	Ufficio Polizia Municipale sezione S. Teodoro
Locali vari	Uffici e corridoi piastra Est

I POD secondari (IT001E00549464 e IT001E02630145) sempre intestati a SPIM servono il quadro del piano ventesimo.

Di seguito vengono riportati gli schemi unifilari elettrici delle cabine di media tensione così come rilevati sul campo:

Figura 5.3 – Schema unifilare cabina Spim piano -1

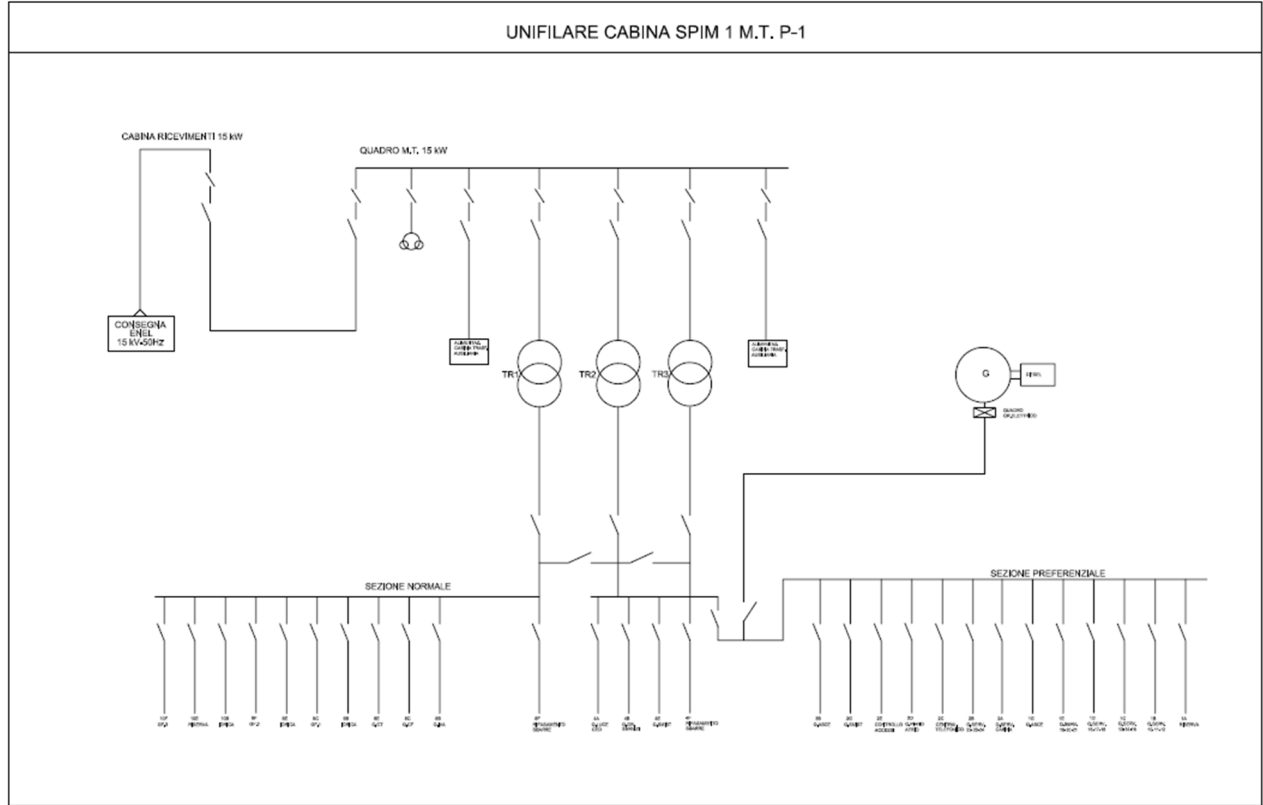




Figura 5.4 – Schema unifilare cabina Spim piano 26

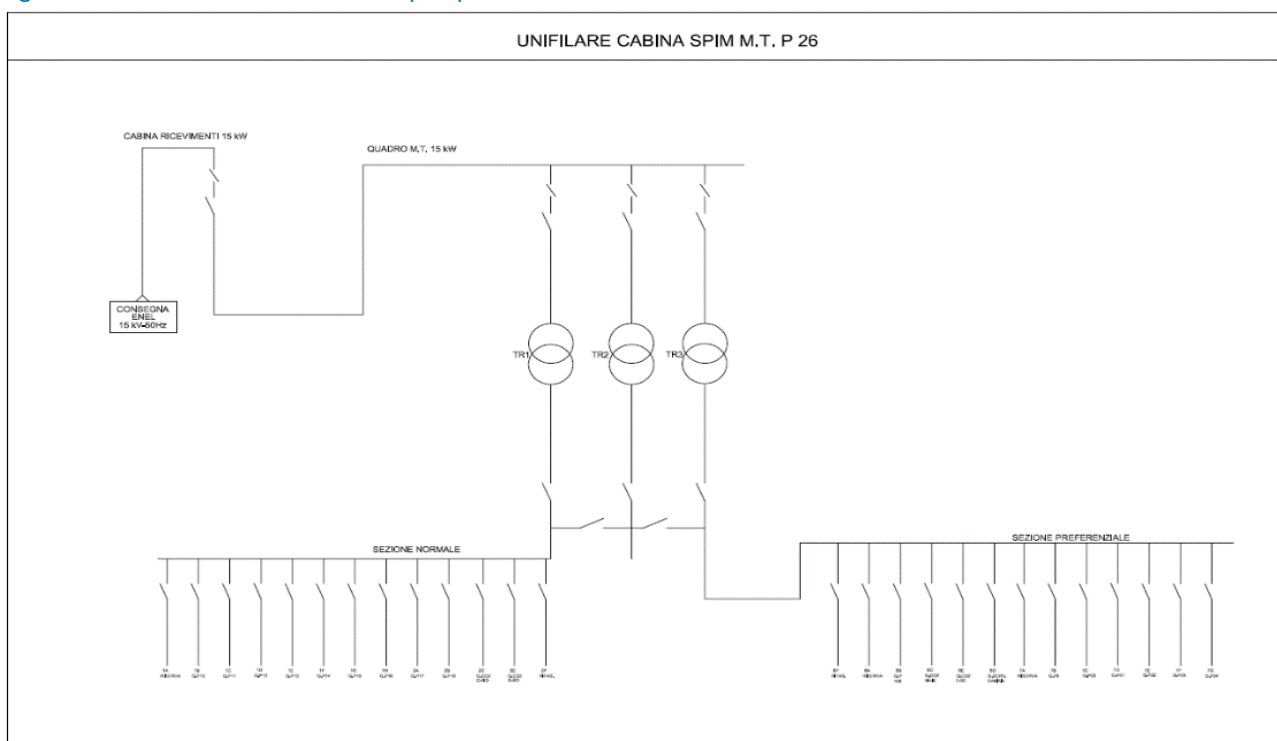
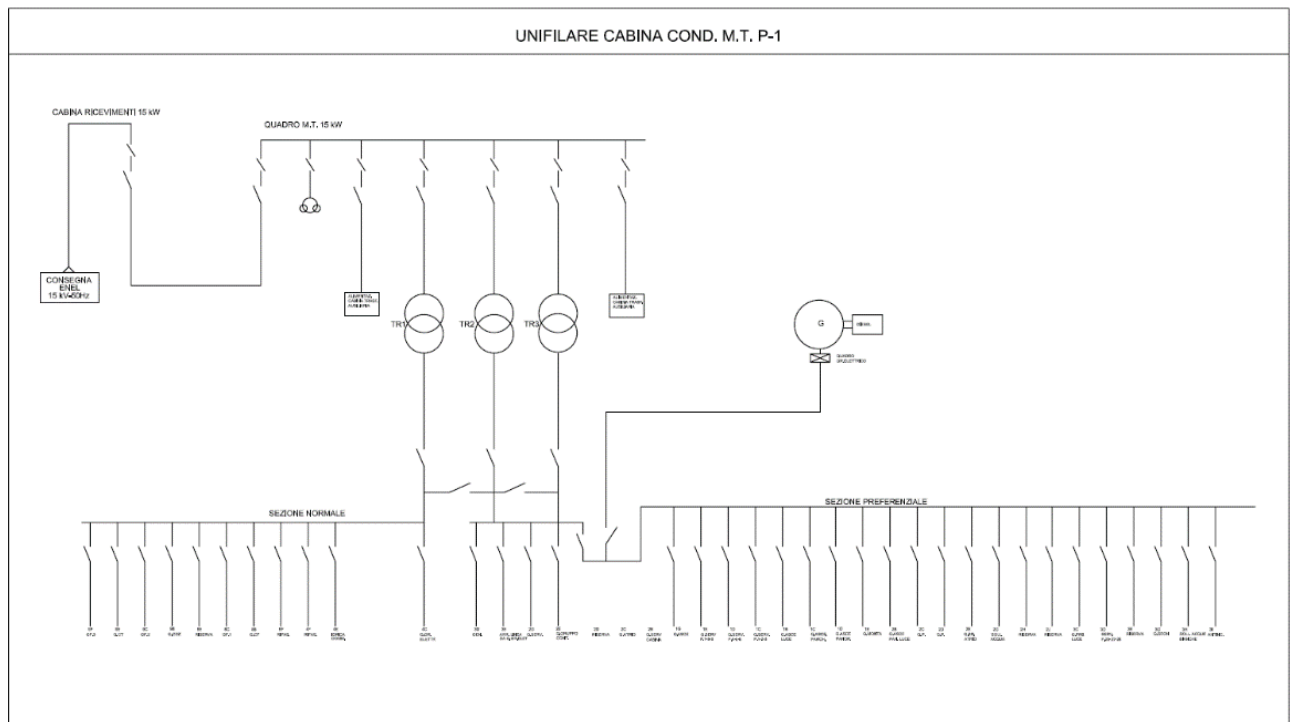




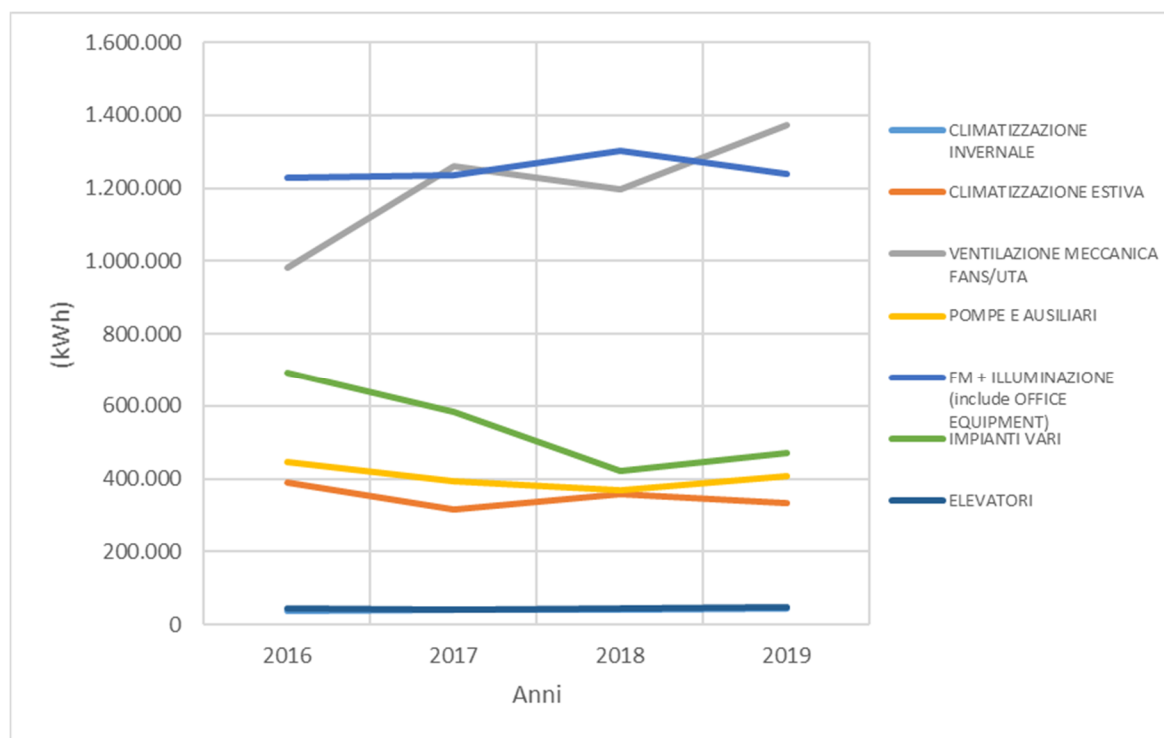
Figura 5.5 – Schema unifilare cabina condominio P-1



In tutto le cabine di media tensione sono quattro; una non si è potuta rilevare adeguatamente. Si rimanda agli allegati alla diagnosi per una visione adeguata.

Dall’analisi delle letture dei contatori fornite si è potuto elaborare il seguente grafico:

Figura 5.6 – Andamento letture contatori per macroservizi



Solo il consumo relativo alla ventilazione meccanica ha subito un aumento consistente; al contrario il consumo riguardante gli impianti vari (idrici, UPS, loc. tecnici ecc) dell’edificio ha subito un’importante riduzione.

L’analisi delle fatture è stata eseguita sui due POD principali mentre si è tenuto conto dei consumi delle utenze del piano ventesimo nel modello elettrico, e di conseguenza nella Baseline elettrica. Di seguito vengono identificati i POD:

- IT001E00096953 – S.P.Im S.p.A.
- IT001E00549464 – S.P.Im S.p.A. piano 20
- IT001E02630145 – S.P.Im S.p.A. piano 20
- IT001E00200102 – Amministrazione di condominio - L’elenco delle fatture analizzate è riportato all’ Allegato A – Elenco documentazione fornita dalla committenza.

L’analisi dei consumi storici di energia elettrica si basa sulla base dei kWh ottenuti dai dati di fatturazione rilevati nel triennio di riferimento.

Tali consumi annuali sono riportati nella

Tabella 5.7 con indicazione dei POD di riferimento.

Tabella 5.7 – Elenco POD e relativi consumi annuali per il triennio di riferimento

POD	ZONA SERVITA	2016 [kWh]	2017 [kWh]	2018 [kWh]	2019 [kWh]	MEDIA [kWh]
IT001E00200102	Amministrazione di condominio	1.651.120	1.577.877	1.544.025	1.617.999	1.672.684
IT001E00096953	S.P.Im. S.p.A.	4.839.948	4.428.020	4.461.236	4.632.096	4.590.325

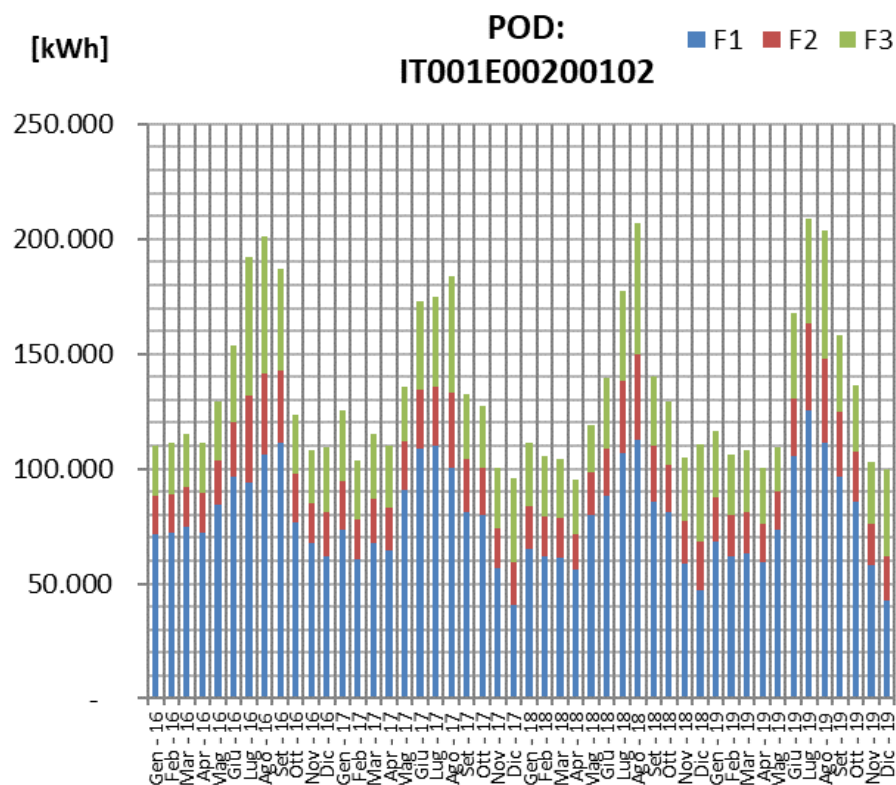
IT001E00549464	S.P.Im. S.p.A.	-	-	-	29.584	29.584
IT001E02630145	S.P.Im. S.p.A.	-	-	-	3.924	3.924
TOTALE		6.491.068	6.005.897	6.005.261	6.250.095	6.221.588

L'individuazione della baseline elettrica di riferimento è calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali, per il triennio di riferimento al netto della quota attribuita alla società CAMST e considerando le utenze del piano ventesimo. Si è pertanto definito un consumo $EE_{baseline}$ pari a 5.948.257 kWh. Per la suddivisione in fasce dell'utenza del condominio si sono prese di riferimento le fatture relative all'utenza di Spim, non avendole a disposizione.

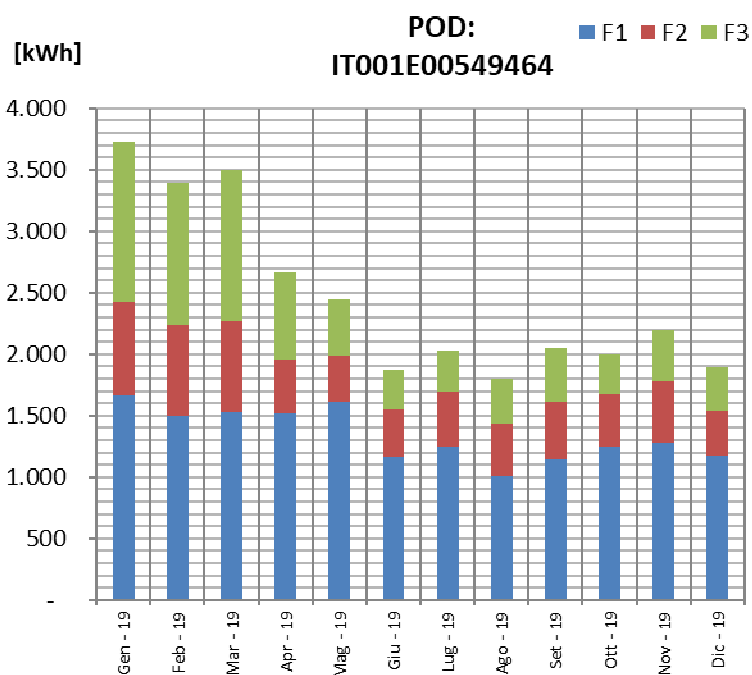
Tabella 5.8 – Consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fasce, per il triennio di riferimento

POD: IT001E00200102	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 16	71.295	16.712	21.702	109.709
Feb - 16	72.140	16.910	21.959	111.009
Mar - 16	74.722	17.515	22.745	114.982
Apr - 16	72.277	16.942	22.001	111.221
Mag - 16	84.076	19.708	25.593	129.377
Giu - 16	96.693	23.852	32.865	153.410
Lug - 16	93.857	37.731	60.695	192.283
Ago - 16	106.079	35.290	59.714	201.084
Set - 16	111.058	31.816	43.827	186.701
Ott - 16	76.442	21.352	25.873	123.667
Nov - 16	67.893	17.391	22.763	108.047
Dic - 16	62.123	18.876	28.631	109.630
Totale	988.656	274.096	388.368	1.651.120
POD: IT001E00200102	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2017	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 17	73.704	20.757	31.143	125.605
Feb - 17	60.822	17.130	25.700	103.652
Mar - 17	67.595	19.037	28.562	115.193
Apr - 17	64.648	18.207	27.316	110.171
Mag - 17	90.991	20.800	23.810	135.601
Giu - 17	109.043	25.368	38.701	173.112
Lug - 17	110.101	25.614	39.077	174.792
Ago - 17	100.092	32.998	50.756	183.846
Set - 17	80.949	23.235	28.355	132.539
Ott - 17	79.695	20.672	26.943	127.309
Nov - 17	56.448	17.372	26.271	100.090
Dic - 17	40.815	18.735	36.418	95.967
Totale	934.902	259.923	383.051	1.577.877
POD: IT001E00200102	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2018	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 18	65.217	18.367	27.557	111.141

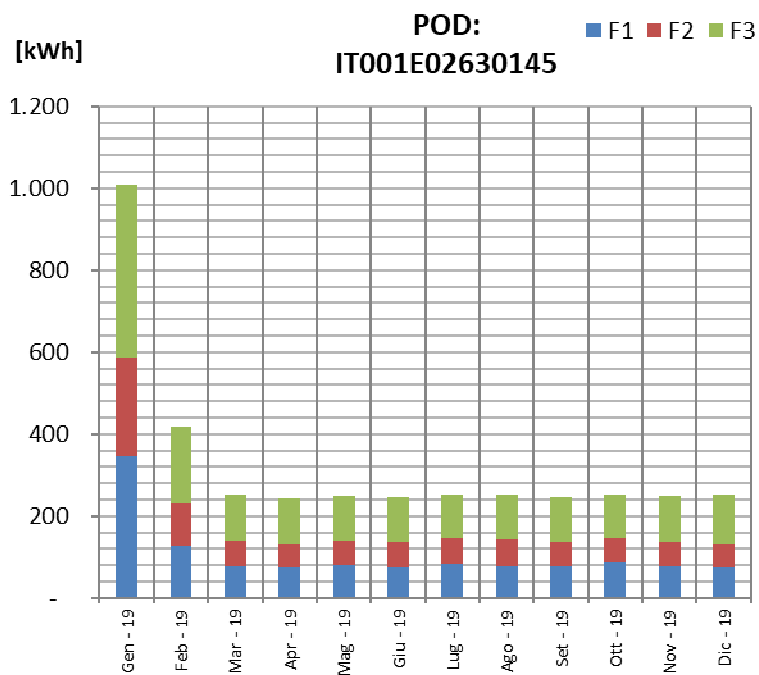
Feb - 18	61.898	17.432	26.155	105.485
Mar - 18	61.347	17.277	25.922	104.546
Apr - 18	55.818	15.720	23.586	95.124
Mag - 18	79.932	18.272	20.916	119.120
Giu - 18	88.040	20.482	31.247	139.769
Lug - 18	106.505	31.990	38.847	177.342
Ago - 18	112.744	37.169	57.172	207.085
Set - 18	85.590	24.567	29.980	140.137
Ott - 18	80.936	20.994	27.362	129.292
Nov - 18	58.984	18.153	27.451	104.588
Dic - 18	46.951	21.551	41.893	110.396
Totale	903.963	261.975	378.087	1.544.025
POD: IT001E00200102	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2019	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 19	68.241	19.219	28.835	116.295
Feb - 19	62.171	17.509	26.270	105.950
Mar - 19	63.286	17.823	26.741	107.850
Apr - 19	59.067	16.635	24.958	100.661
Mag - 19	73.213	16.736	19.158	109.107
Giu - 19	105.727	24.596	37.524	167.847
Lug - 19	125.483	37.691	45.769	208.942
Ago - 19	111.013	36.599	56.294	203.905
Set - 19	96.695	27.754	33.870	158.319
Ott - 19	85.339	22.136	28.851	136.326
Nov - 19	58.104	17.882	27.042	103.028
Dic - 19	42.432	19.477	37.861	99.769
Totale	950.770	274.057	393.172	1.617.999



POD: IT001E00549464	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2019	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 19	1.668	761	1.303	3.732
Feb - 19	1.499	735	1.161	3.395
Mar - 19	1.526	746	1.226	3.498
Apr - 19	1.514	438	718	2.670
Mag - 19	1.614	374	455	2.443
Giu - 19	1.161	389	323	1.873
Lug - 19	1.245	450	334	2.029
Ago - 19	1.013	426	361	1.800
Set - 19	1.146	470	437	2.053
Ott - 19	1.248	426	324	1.998
Nov - 19	1.276	499	423	2.198
Dic - 19	1.172	372	351	1.895
Totale	16.082	6.086	7.416	29.584



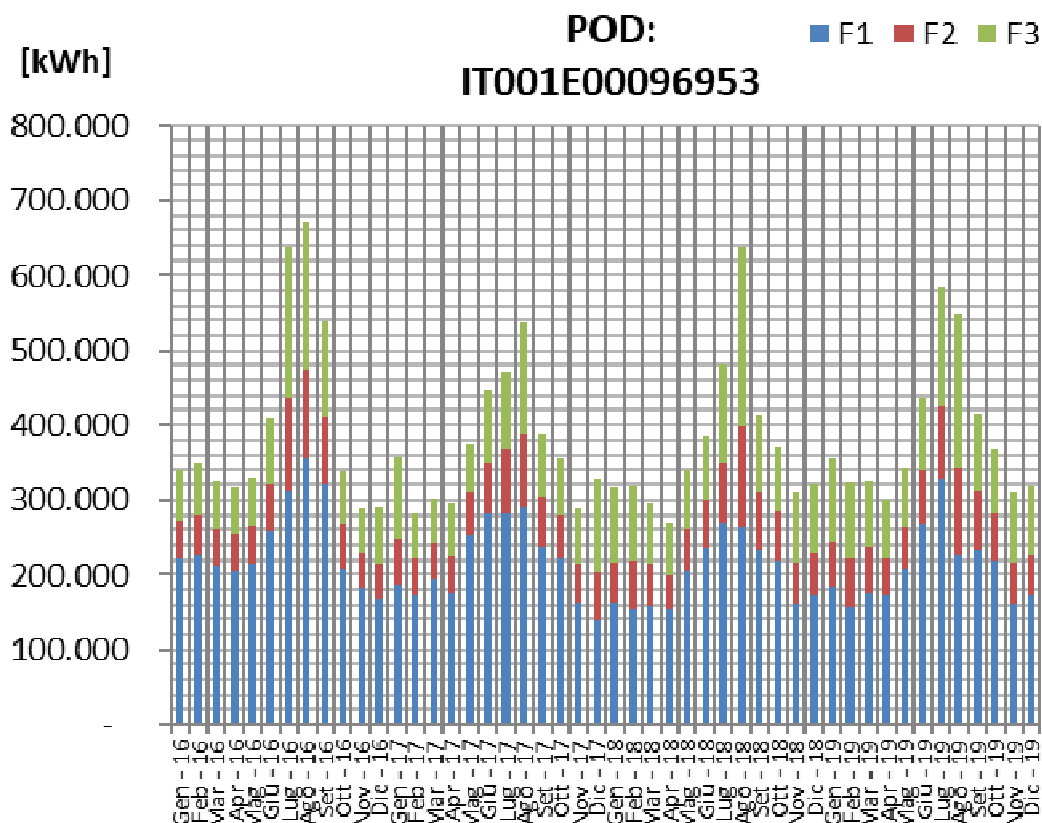
POD: IT001E02630145	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2019	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 19	346	242	422	1.010
Feb - 19	127	103	189	419
Mar - 19	78	62	111	251
Apr - 19	74	56	114	244
Mai - 19	82	58	110	250
Giu - 19	75	61	109	245
Lug - 19	85	61	105	251
Ago - 19	79	63	112	254
Set - 19	79	57	109	245
Ott - 19	86	61	106	253
Nov - 19	76	62	110	248
Dic - 19	75	56	123	254
Totale	1.262	942	1.720	3.924



POD: IT001E00096953	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 16	221.115	51.831	67.307	340.253
Feb - 16	226.793	53.162	69.036	348.991
Mar - 16	212.167	49.733	64.584	326.484
Apr - 16	205.269	48.116	62.484	315.869
Mag - 16	215.122	50.426	65.483	331.031
Giu - 16	257.631	63.552	87.565	408.748
Lug - 16	311.782	125.340	201.623	638.745
Ago - 16	354.848	118.050	199.752	672.650
Set - 16	320.554	91.832	126.501	538.887
Ott - 16	208.757	58.312	70.656	337.725
Nov - 16	181.309	46.442	60.788	288.539
Dic - 16	165.480	50.280	76.266	292.026
Totale	2.880.827	807.076	1.152.044	4.839.948

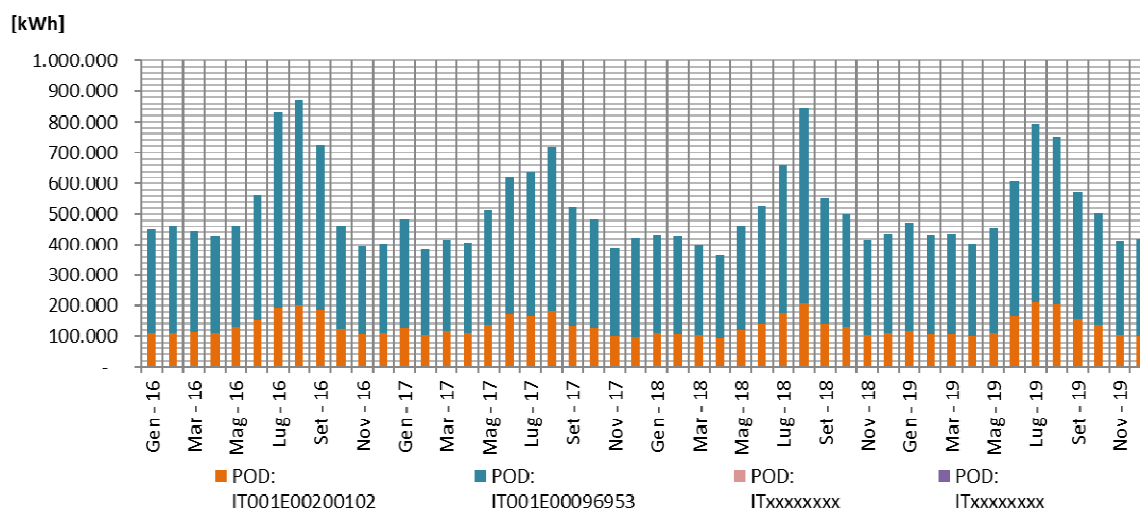
POD: IT001E00096953	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2017	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 17	186.572	61.916	108.987	357.475
Feb - 17	173.903	47.165	61.656	282.724
Mar - 17	193.175	49.743	59.216	302.134
Apr - 17	174.776	49.541	71.316	295.633
Mag - 17	251.905	57.584	65.918	375.407
Giu - 17	282.073	65.621	100.113	447.807
Lug - 17	282.859	84.961	103.170	470.990

Ago - 17	291.671	96.158	147.905	535.734
Set - 17	237.020	68.032	83.022	388.074
Ott - 17	222.129	57.617	75.096	354.842
Nov - 17	163.400	50.287	76.046	289.733
Dic - 17	139.271	63.928	124.268	327.467
Totale	2.598.754	752.553	1.076.713	4.428.020
POD: IT001E00096953	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2018	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 18	164.396	53.654	98.459	316.509
Feb - 18	154.253	65.456	100.140	319.849
Mar - 18	158.145	57.425	79.795	295.365
Apr - 18	154.292	43.823	72.309	270.424
Mag - 18	206.106	55.270	77.551	338.927
Giu - 18	236.490	63.327	86.385	386.202
Lug - 18	269.780	79.323	131.759	480.862
Ago - 18	264.273	133.095	240.676	638.044
Set - 18	232.985	77.702	102.310	412.997
Ott - 18	219.512	64.014	86.107	369.633
Nov - 18	160.986	56.666	92.626	310.278
Dic - 18	174.005	55.197	92.944	322.146
Totale	2.395.223	804.952	1.261.061	4.461.236
POD: IT001E00096953	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2019	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 19	185.308	60.479	110.984	356.771
Feb - 19	156.413	66.373	101.542	324.328
Mar - 19	174.537	63.377	88.066	325.980
Apr - 19	171.995	48.851	80.606	301.452
Mag - 19	207.984	55.774	78.258	342.016
Giu - 19	267.774	71.704	97.812	437.291
Lug - 19	328.135	96.481	160.259	584.875
Ago - 19	227.015	114.331	206.745	548.091
Set - 19	234.028	78.050	102.768	414.845
Ott - 19	218.229	63.640	85.604	367.472
Nov - 19	160.522	56.503	92.359	309.383
Dic - 19	172.626	54.759	92.207	319.592
Totale	2.504.566	830.321	1.297.209	4.632.096



Considerando la presenza di più POD a servizio dell’edificio oggetto della DE si riporta nella Figura 5.7 un confronto grafico tra i profili elettrici reali relativi a ciascuna utenza elettrica per il triennio di riferimento.

Figura 5.7 – Confronto tra i profili elettrici reali relativi a ciascun POD per il triennio di riferimento



Dall’analisi effettuata è stato possibile definire i profili mensili dei consumi elettrici di Baseline, valutati come la media dei valori mensili analizzati nel triennio di riferimento, decurtati della quota di consumi attribuibile alla società CAMST.

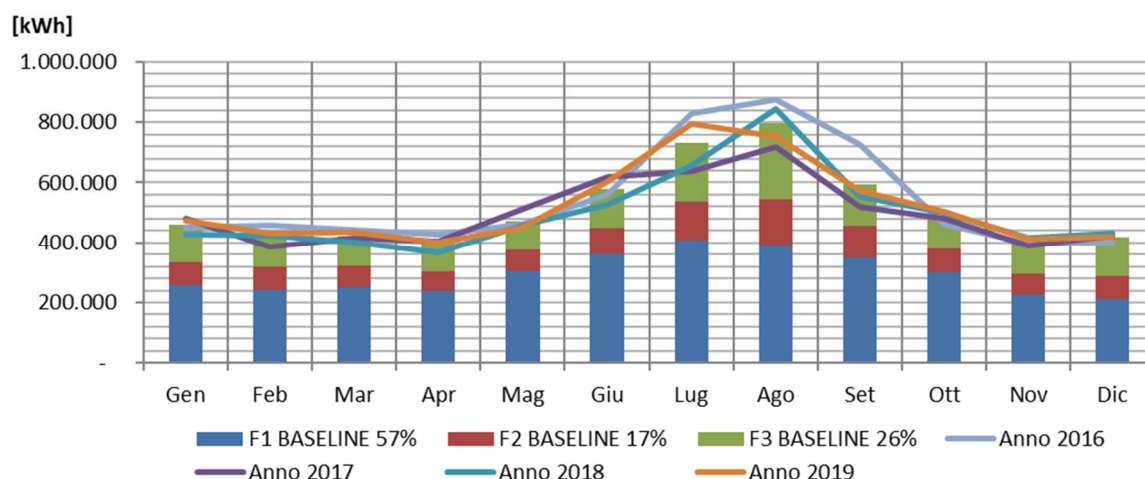
Tali valori sono riportati nella Tabella 5.9.

Tabella 5.9 – Consumi mensili di Baseline

BASLINE	F1	F2	F3	TOTALE
Mese	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen	260.976	76.737	125.468	463.182
Feb	243.724	76.122	109.464	429.311
Mar	252.847	73.791	100.244	426.883
Apr	241.124	64.953	96.976	403.053
Mag	304.028	74.074	94.737	472.840
Giu	362.104	90.075	128.485	580.665
Lug	408.455	130.294	195.739	734.488
Ago	393.026	151.412	255.227	799.664
Set	350.945	106.274	138.204	595.423
Ott	299.094	82.671	107.053	488.818
Nov	228.264	70.735	106.869	405.868
Dic	212.173	76.129	133.096	421.397
Totale	3.556.759	1.073.266	1.591.563	6.221.588
CAMST				356.874
Totale Baseline				5.864.714

L'andamento dei consumi elettrici mensili nel triennio di riferimento e di Baseline è riportato nel grafico in Figura 5.8.

Figura 5.8 – Confronto tra i profili mensili elettrici reali e i valori di Baseline per il triennio di riferimento



I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano andamenti con picco nei mesi più caldi come giugno. Luglio agosto, man mano diminuendo nei mesi più freddi.

Non è stato possibile rappresentare i profili giornalieri medi dei consumi elettrici per i POD accedendo alle informazioni disponibili dalle fatture e dalle informazioni fornite dalla società di distribuzione dell'energia elettrica.

Di seguito viene riportata la ripartizione dei consumi termici ed elettrici in base alla loro destinazione per le parti comuni e le parti private per le due utenze principali:

SPIM				
<i>Parti comuni</i>				
Torre	2016	2017	2018	2019
Q. CTA	25.775	41338	56455	69393
Q. CFA	393.923	331406	292431	318723
IDRICA IT/A	6.795	18239	17891	2761
IDRICA IT/B	109.500	9358	8423	15078
AUSILIARIO	0	0	0	0
G. FRIGO G1	122.677	15539	32058	35475
G. FRIGO G3/1	58.036	95686	95022	25916
G. FRIGO G3/2	60.566	36033	51694	123083
ASCENSORI	41.764	36379	41332	46389
Q. LUCE ASC.	2.288	2687	2372	2558
BLINDOSBARRA PRIVILEGIATA	111.971	118349	0	0
Q. CDZ A/1	351.152	345025	352341	382011
Q. CDZ A/2	278.513	338647	261894	316114
Q. CDZ A/3	253.399	214259	203625	237366
Q. CDZ A/4	285.411	193494	176569	217471
UPS PILLER	329.656	334146	259546	317885
ATRIO P.T.	1.213	1447	2537	2661
Locali Tecnici Q. 4,00	2.326	1856	1692	2924
CDZ Cabina elettrica Q 4.00	5.721	6145	6105	229
AUSILIARIO	0	0	0	0
AUSILIARIO UPS	0	0	0	0
AUSILIARIO	4.769	4772	4680	4567
Alimentazione UTA aggiuntive (VRV)	83.531	90786	92689	99541
UTA 24° piano	72.496	101144	116060	129816
UTA 24 - Estrazione aria 24°	28.114	69523	72247	77894
	2.629.596	2.406.258	2.147.663	2.427.855

CDZ Piastra E	2016	2017	2018	2019
CDZ piastra est	84.286	99.772	109.709	81.881
Centrale Telefonica condizionamento	13.263	12.737	12.961	13.183
	97.549	112.509	122.670	95.064

CDZ Mensa	2016	2017	2018	2019
Condizionamento Mensa	24.951	21.747	20.889	17.959
Trattamento Aria Mensa Sala pranzo	17.738	13.697	14.027	10.780
	42.689	35.444	34.916	28.739

Altro	2016	2017	2018	2019
GARAGE Q. 13,00	13.902	22.390	25.536	38.349
Auditorium e spogliatoi PM	37.171	36.062	40.197	38.119
EX LUCE CED	563	19	67	73
ASCENSORE ESTERNO	1.747	1.803	256	477
	53.383	60.274	66.056	77.018

Parti private

Piani alti (10-24)	2016	2017	2018	2019
Quadro Piano 10°	52.152	45.676	45.631	34.006
Quadro Piano 11°	21.561	20.112	18.729	18.374
Quadro Piano 12°	49.470	53.503	65.507	50.096
Quadro Piano 13°	42.812	47.500	55.622	43.491
Quadro Piano 14°	41.799	49.739	56.984	43.494
Quadro Piano 15°	32.758	38.736	49.924	39.389
Quadro Piano 16°	47.975	53.139	60.211	42.778
Quadro Piano 17°	39.062	45.752	55.773	40.754
Quadro Piano 18°	39.101	44.940	56.572	43.342
Quadro Piano 19°	43.597	50.609	60.326	49.392
Quadro Piano 20°	0	0	0	33.508
Quadro Piano 21	0	0	20.548	49.080
Quadro Piano 22	0	0	8.268	38.911
Quadro Piano Luce 24°	15.488	13.879	10.898	14.217
Quadro Forza Motrice Piano 24°	19.622	18.929	17.356	14.773
Servizi piano 10°	8.080	7.966	7.994	7.516
Servizi piano 11°	6.321	6.121	6.527	6.078
Servizi piano 12°	9.775	9.748	9.088	8.082
Servizi piano 13°	8.866	8.013	7.992	7.299
Servizi piano 14°	6.963	6.904	7.413	7.016
Servizi piano 15°	7.641	7.702	8.283	7.414
Servizi piano 16°	7.867	7.157	6.951	6.636
Servizi piano 17°	8.809	8.083	8.192	7.501
Servizi piano 18°	10.496	10.173	9.831	9.929
Servizi piano 19°	9.604	8.607	8.378	7.546
Servizi piano 20°	11.492	10.245	7.633	8.937
Servizi piano 21°	4.830	7.991	2.109	2.623

Servizi piano 22°	7.503	6.167	3.319	6.586
Servizi piano 23°	6.178	6.258	5.598	5.767
Quadro Piano 23°	3.798	4.038	17.972	51.391
	563.620	597.687	699.629	705.926

Piani bassi (0-9)	2016	2017	2018	2019
Piano 0°	4.740	5.699	4.869	6.060
Piano 1°	18.184	17.290	17.501	23.003
Piano 2°	64.902	63.682	63.389	54.482
Piano 3°	50.535	49.435	48.906	53.764
Piano 4°	94.057	85.845	84.823	78.713
Piano 5°	62.085	57.261	60.730	60.243
Piano 6°	57.235	51.367	53.892	45.747
Piano 7°	55.123	54.353	61.505	62.268
Q. P. 9	36.312	36.303	39.215	23.289
	443.173	421.235	434.830	407.569

Piastra Est	2016	2017	2018	2019
Uffici e corridoi piastra Est	57.250	66.006	71.643	55.462
	57.250	66.006	71.643	55.462

COA	2016	2017	2018	2019
COA	77.264	74.477	0	0
	77.264	74.477	0	0

Totale	2016	2017	2018	2019
	3.964.524	3.773.890	3.577.407	3.764.125

Condominio	
Parti comuni	Valori ricavati da modellazione
CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	0
CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	160.800
VENTILAZIONE MECCANICA FANS/UTA	689.457
POMPE E AUSILIARI	191.697

FM + ILLUMINAZIONE (include OFFICE EQUIPMENT)	117.451
ELEVATORI	36.010
IMPIANTI COMUNI	63.601
PRODUZIONE ACS	7.051
	1.266.068

CAMST	2016	2017	2018	2019
Elettrico	422.526	375.467	317.241	312.262

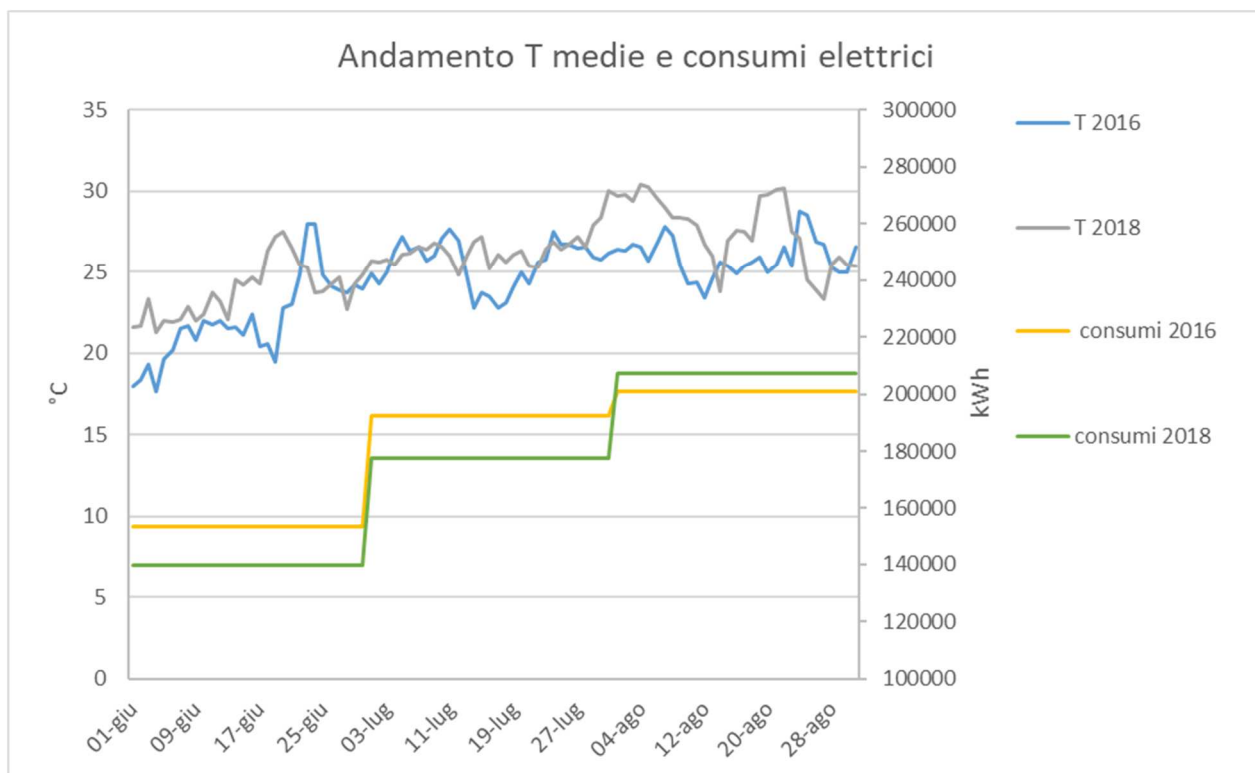
Condominio	2016	2017	2019
<i>Teleriscaldamento</i>	1.210.777	1.334.168	1.591.556

CAMST	2016	2017	2019
Teleriscaldamento	180.223	75.832	89.444

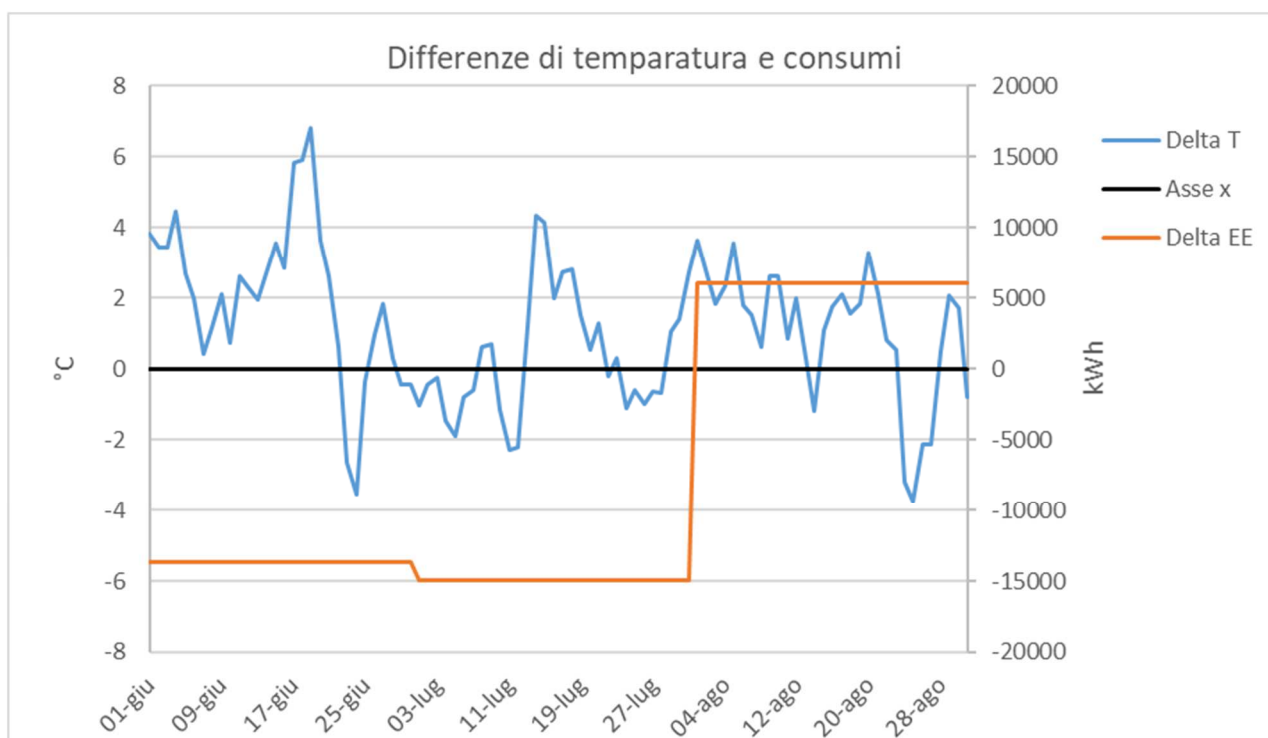
Totale	2016	2017	2019
	1.391.000	1.410.000	1.681.000

Per tutte le voci relative a S.P.Im i consumi sono riferiti a letture puntuali dei vari sottocontatori; solo la voce “Quadro Piano 20°” deriva da lettura di bolletta dedicata (POD IT001E00549464 e IT001E02630145). Per quanto riguarda i dati relativi all’amministrazione di condominio, questi derivano direttamente dal modello elettrico.

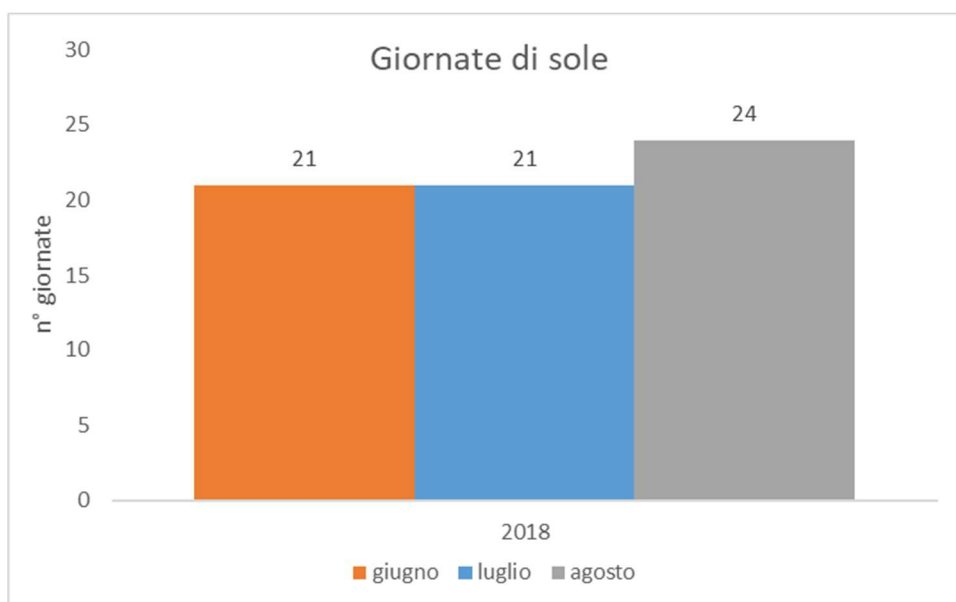
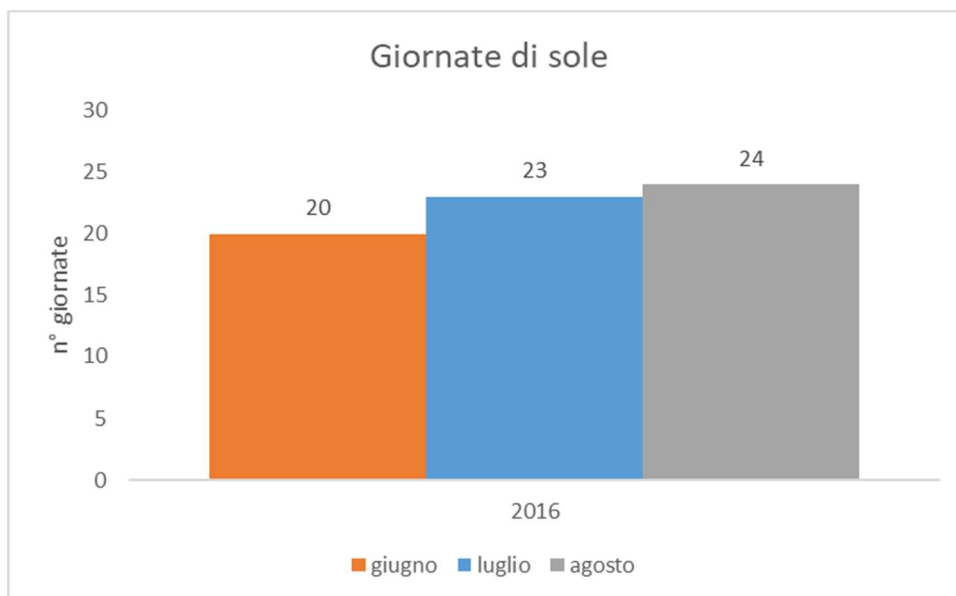
Dagli andamenti dei consumi annuali si può riscontrare come nell’anno 2016 ci sia un consumo elettrico superiore alla media e non giustificato dalle temperature medie nei mesi estivi. Si è perciò provato a fare una analisi per capire se questa differenza fosse comunque correlata alle condizioni atmosferiche, andando ad analizzare le condizioni giornaliere dei mesi di giugno, luglio e agosto. Di seguito vengono riportati i risultati comparando l’anno 2016 con il 2018:



Come si può vedere non c'è un'effettiva correlazione fra consumi e temperature medie giornaliere. Questo risulta più chiaramente deducibile analizzando i delta di temperatura e consumi fra i due anni:



Essendo, però, il Matitone molto influenzato dagli apporti solari, si è provato a fare un'analisi anche sulle condizioni meteo delle due annualità analizzate per capire se ci potesse essere una correlazione con questo parametro. Di seguito vengono riportati i grafici relativi alle giornate di sole per il 2016 e per il 2018 sempre riferite ai tre mesi considerati:



Come si può vedere anche da quest'analisi non risulta una corrispondenza chiara fra i parametri di consumo e condizioni esterne. Sicuramente questi dati non possono essere considerati esaustivi poiché non rappresentano l'effettivo grado di apporti interni incidenti sull'edificio che potrebbe, perciò, essere superiore rispetto a quanto evidenziato.

Viene svolta una normalizzazione relativa ai consumi derivanti dalla climatizzazione estiva. Questa è stata svolta sia per quanto riguarda il consumo totale, sia per quanto riguarda la sola quota letta dai contatori S.P.Im. S.p.A. relativi ai tre gruppi frigo. Si è fatto riferimento ai GGE così come da Allegato G della diagnosi; per quanto riguarda i consumi relativi al POD condominiale, non avendo contatori, si è definito il consumo per la climatizzazione estiva come la differenza tra il “base load” ricavato dai mesi di mezza stagione ed il consumo totale dei mesi estivi con l'impianto di climatizzazione in funzione. Di seguito vengono riportate le tabelle riassuntive:

Tabella 5.10 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia elettrica sul consumo totale per la climatizzazione estiva

ANNO	GGEreali su TOT giorni reali di utilizzo	GGE _{RIF}	CONSUMO REALE [Smc]	CONSUMO REALE [kWh]	α_{rif}	CONSUMO NORMALIZZATO A 511 GGE [kWh]	CONSUMO ACS [kWh]	CONSUMO ALTRO [kWh]
2016	546	511	0	621.907	1.139	582.041	-	-
2017	439	511	0	534.356	1.217	621.995	-	-
2018	545	511	0	633.023	1.162	593.532	-	-
Media	510	511	0	596.429	1.173	599.189	-	-

Tabella 5.11 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia elettrica sul consumo dei soli GF piani alti

ANNO	GGEreali su TOT giorni reali di utilizzo	GGE _{RIF}	CONSUMO REALE [Smc]	CONSUMO REALE [kWh]	α_{rif}	CONSUMO NORMALIZZATO A 511 GGE [kWh]	CONSUMO ACS [kWh]	CONSUMO ALTRO [kWh]
2016	546	511	0	241.279	442	225.812	-	-
2017	439	511	0	161.254	367	187.701	-	-
2018	545	511	0	184.474	338	172.649	-	-
Media				195.669	382	195.387	-	-

Tabella 5.12 – Validazione del modello energetico elettrico per la sola climatizzazione estiva (valutazione adattata all’utenza consumi tot)

EE _{teorico} [kWh/anno]	EE _{baseline} [kWh/anno]	Congruità [%]
615.026	599.189	3%

Tabella 5.13 – Validazione del modello energetico elettrico per la sola climatizzazione estiva (valutazione adattata all’utenza consumi GF piani alti)

EE _{teorico} [kWh/anno]	EE _{baseline} [kWh/anno]	Congruità [%]
202.976	195.387	4%

5.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DI IMPIANTI DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA O COGENERAZIONE ED ENERGIA AUTOCONSUMATA

Non è presente nessun impianto di produzione di energia elettrica o cogenerazione

5.3 CONSUMI COMPLESSIVI DI ENERGIA ELETTRICA PER GLI USI FINALI

Non è presente nessun impianto di produzione di energia elettrica o cogenerazione.

5.4 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI

L'esito della DE deve inoltre consentire la valutazione del fabbisogno energetico caratteristico del sistema edificio-impianto ed individuare gli indicatori specifici di performance energetica ed ambientale caratteristici della prestazione energetica dell'edificio, rispetto ai consumi energetici reali.

Gli indici di performance sono stati calcolati già al netto della quota di CAMST.

I fattori di emissione di CO₂ utilizzati sono riportati nella Tabella 5.14 - Fattori di emissione di CO₂. Tabella 5.14.

Tabella 5.14 - Fattori di emissione di CO₂.

COMBUSTIBILE	FATTORE DI CONVERSIONE
	kgCO ₂ /kWh
Energia elettrica	* 0,467
Gas naturale	* 0,202
GPL	* 0,227
Olio combustibile	* 0,267
Gasolio	* 0,267
Benzina	* 0,249

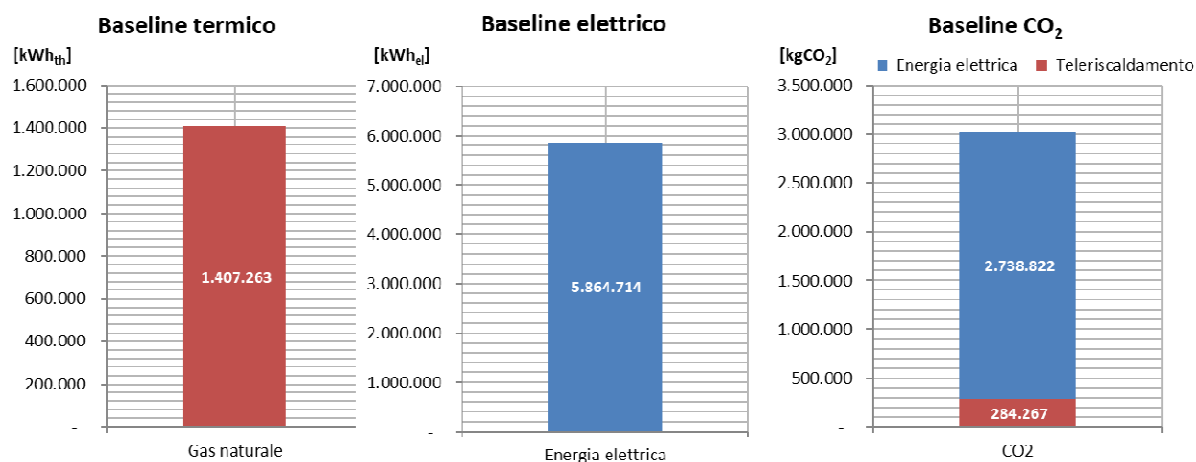
* da “Linee Guida Patto dei Sindaci” per anno 2010

Applicando tali fattori di conversione è stato possibile valutare la Baseline delle emissioni di CO₂, come riportato nella Tabella 5.15 – Baseline delle emissioni di CO₂. Tabella 5.15 e nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Tabella 5.15 – Baseline delle emissioni di CO₂.

COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE	EMISSIONI DI CO ₂
	[kWh]	[kgCO ₂ /kWh]	[kgCO ₂]
Gas naturale	-	0,202	-
Energia elettrica	5.864.714	0,467	2.738.822
GPL	-	0,227	-
Gasolio	-	0,267	-
Teleriscaldamento	1.407.263	0,202	284.267
Altro Combustibile	-	-	-
TOTALE			3.023.089

Figura 5.9 – Rappresentazione grafica della Baseline dei consumi e delle emissioni di CO₂.



Ai fini del calcolo degli indici di performance è necessario effettuare la conversione dei consumi di baseline in energia primaria, utilizzando i fattori di conversione indicati dal Decreto Interministeriale 26 giugno 2015 “Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici” nell’Allegato 1-Tabella 1.

Tabella 5.16 - Fattori di conversione in energia primaria dei vettori energetici

COMBUSTIBILE	F _{P,ren}	F _{P,ren}	F _{P,tot}
Gas naturale	1,05	0	1,05
Energia elettrica da rete	1,95	0,47	2,42

La valutazione degli indicatori di performance è stata effettuata parametrizzando i consumi reali di Baseline di cui al Capitolo 5, in funzione dei fattori riportati nella Tabella 5.17. Il fattore 1 è la superficie netta riscaldata, il fattore 2 è la superficie totale (riscaldata e non riscaldata) ed il fattore 3 è il volume lordo riscaldato.

Tabella 5.17 – Fattori di riparametrizzazione

FATTORE 1	m2	43.109	FATTORE 1
FATTORE 2	m2	71.611	FATTORE 2
FATTORE 3	m3	161.565	FATTORE 3

Nella Tabella 5.18 e Tabella 5.19 sono riportati gli indicatori di performance valutati coerentemente con quanto riportato nella sezione 2.5 dell’Allegato H – Schede di audit.

Tabella 5.18 – Indicatori di performance calcolati con riferimento all’energia primaria totale

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA TOTALE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3
	[kWh/anno]		[kWh/anno]	[kWh/m²]	[kWh/m³]	[kWh/m³]	[Kg CO ₂ /m²]	[Kg CO ₂ /m²]	[Kg CO ₂ /m³]
Gas naturale	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GPL o gasolio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Energia elettrica	5.864.714	2,42	14.192.608	329,2	198,2	87,8	63,53	38,25	16,95
Teleriscaldamento	1.407.263	1,106	1.556.433	36,1	21,7	9,6	6,59	3,97	1,76
Altro	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTALE			15.749.041	365	220	97	70	42	19

Tabella 5.19 – Indicatori di performance calcolati con riferimento all’energia primaria non rinnovabile

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE E ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	FATTOR E 1	FATTOR E 2	FATTOR E 3
	[kWh/anno]		[kWh/anno]	[kWh/m²]	[kWh/m²]	[kWh/m³]	[Kg CO ₂ /m²]	[Kg CO ₂ /m²]	[Kg CO ₂ /m³]
Gas naturale	-	1,05	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-
Energia elettrica	5.864.714	1,95	11.436.193	265,3	159,7	70,8	63,53	38,25	16,95
GPL	-	1,05	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-
Gasolio	-	1,07	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-
Teleriscaldamento	1.407.263	1,106	1.556.433	36,1	21,7	9,6	6,59	3,97	1,76
Altro Combustibile	-	0	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-
TOTALE			12.992.625	301	181	80	70	42	19

Figura 5.10 – Indicatori di performance e relative emissioni di CO₂ valutati in funzione della superficie utile riscaldata

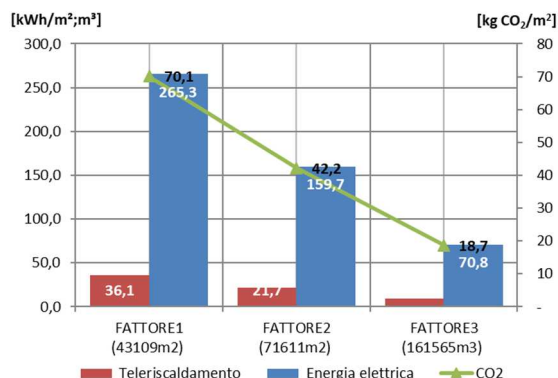
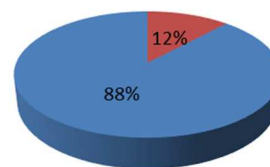
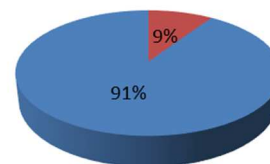


Figura 5.11 – Ripartizione % dei consumi di energia primaria e delle relative emissioni di CO₂

Ripartizione % energia primaria



Ripartizione % emissioni CO₂



■ Gas naturale ■ Energia elettrica

Per definire il benchmark degli edifici non scolastici è stato scelto lo studio condotto da ENEA Assoimmobiliare “Benchmark di consumo energetico degli edifici per uffici in Italia” (maggio 2019).

L'indice di riferimento assunto (IPE) si ottiene dal rapporto tra consumo annuo totale (in tep) e superficie dell'edificio.

La formula definita è sotto riportata:

$$IPE_{medio} = \frac{\text{Consumo annuo totale}}{\text{superficie edificio}}$$

L'indicatore di performance energetico definito dal Rapporto ENEA-Assoimmobiliare per i consumi di energia totale è un semplice indicatore espresso in tep.

Tabella 5.20 – Indicatori di performance energetici

INDICE	tep/(m² anno)		
	2016	2017	2018
IPE _{medio}	22,6	21,8	22,0

Per tener conto della variabilità climatica indotta dalla rigidità del clima invernale, nel Rapporto ENEA-Assoimmobiliare sono stati elaborati indici differenziati per edifici in zone climatiche E, F (Nord-Italia) e zona climatica D (Centro Italia).

Energia generale Totale NORD ITALIA				
Unità misura utilizzate	Superficie		m ²	
	Energia		tep	
	IPE		10 ⁻³ tep/m ²	
Campo variazione produzione		IPE	Campo di variazione indice	
Min	Max		Min	Max
m ²	m ²	10 ⁻³ tep/m ²	10 ⁻³ tep/m ²	10 ⁻³ tep/m ²
500	60.700	37,8 ± 31,0	6,8	68,8

Energia generale Totale CENTRO ITALIA				
Unità misura utilizzate	Superficie		m ²	
	Energia		tep	
	IPE		10 ⁻³ tep/m ²	
Campo variazione produzione		IPE	Campo di variazione indice	
Min	Max		Min	Max
m ²	m ²	10 ⁻³ tep/m ²	10 ⁻³ tep/m ²	10 ⁻³ tep/m ²
800	95.700	24,9 ± 13,7	11,1	38,6

Si propone quindi di utilizzare i seguenti indici:

- $IPE_{E,F} = 37,8 * 10^{-3} \text{ tep/m}^2$ per gli edifici situati in zona climatica E, F
- $IPE_D = 24,9 * 10^{-3} \text{ tep/m}^2$ per gli edifici situati in zona climatica D

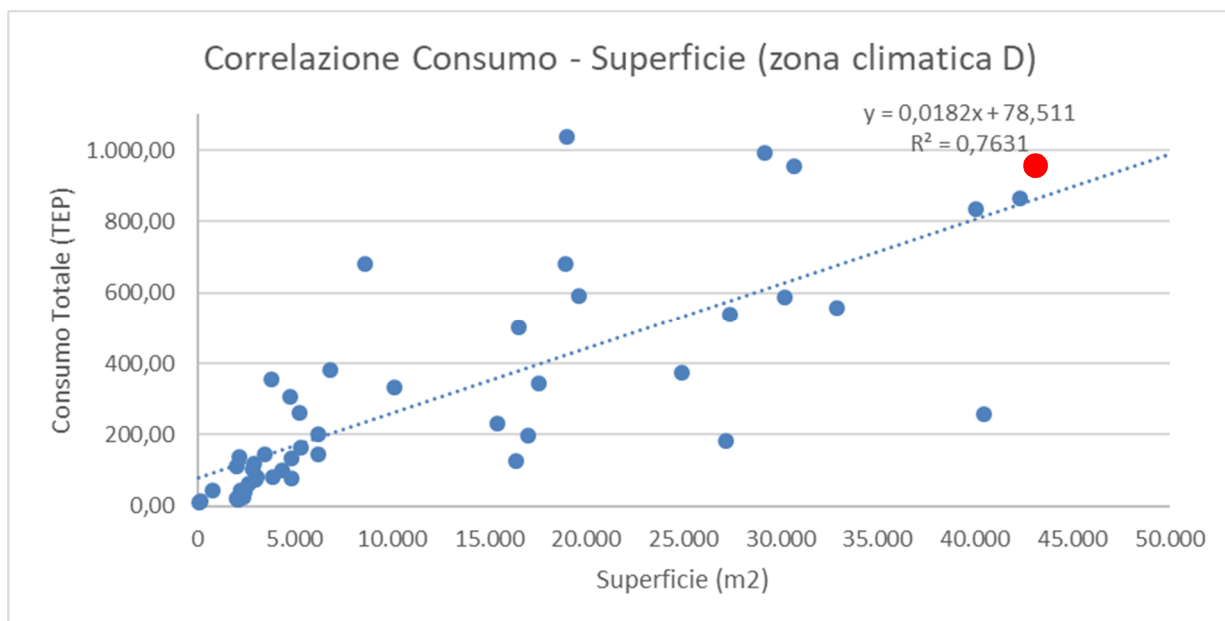
L'analisi del confronto con le linee guida ENEA nell'Allegato M – Report di Benchmark.

Dal confronto con le linee guida ENEA si deduce che la classe di merito dei consumi totali rientra nell'indice di benchmark del campione analizzato per il triennio considerando il range di variazione dello stesso.

Partendo dai dati dello studio ENEA-Assoinmobiliare è stata tracciata una retta di correlazione tra superficie e consumi. Si riporta in rosso la posizione del campione rispetto al campione di riferimento. Inserire in rosso il punto dell'edificio in esame.

Edificio in zona climatica D:

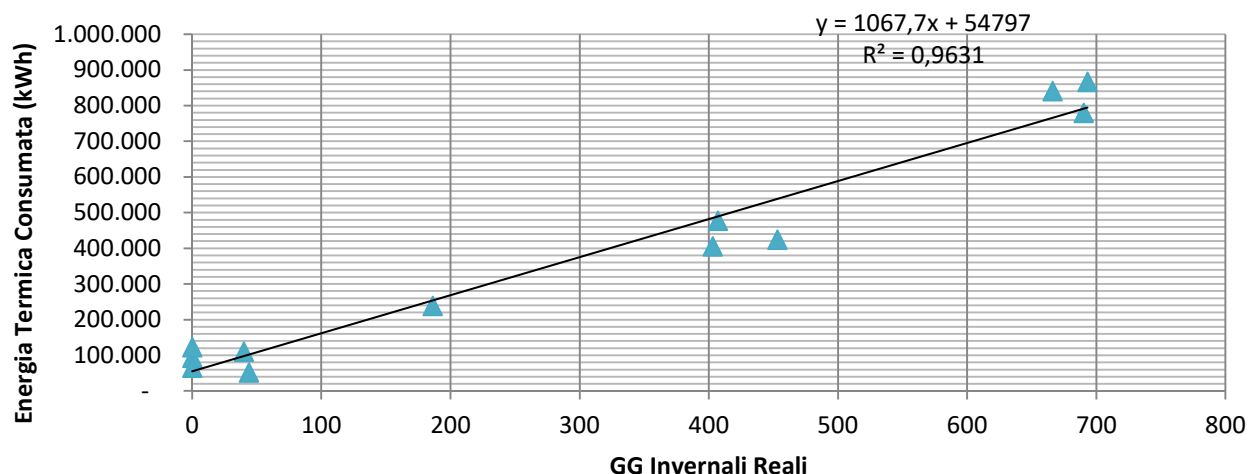
L'edificio si trova al di sopra della retta interpolante quindi le prestazioni sono migliori della media.



Per l'edificio in esame sono stati resi disponibili consumi termici mensili, è stata quindi elaborata un'analisi di correlazione fra i gradi giorno mensili di temperatura ed i consumi termici su base annuale e pluriennale, al fine di verificare la presenza di una correlazione statisticamente significativa ($R^2 \geq 0.75$), definendo in tal caso una curva di regressione lineare di baseline.

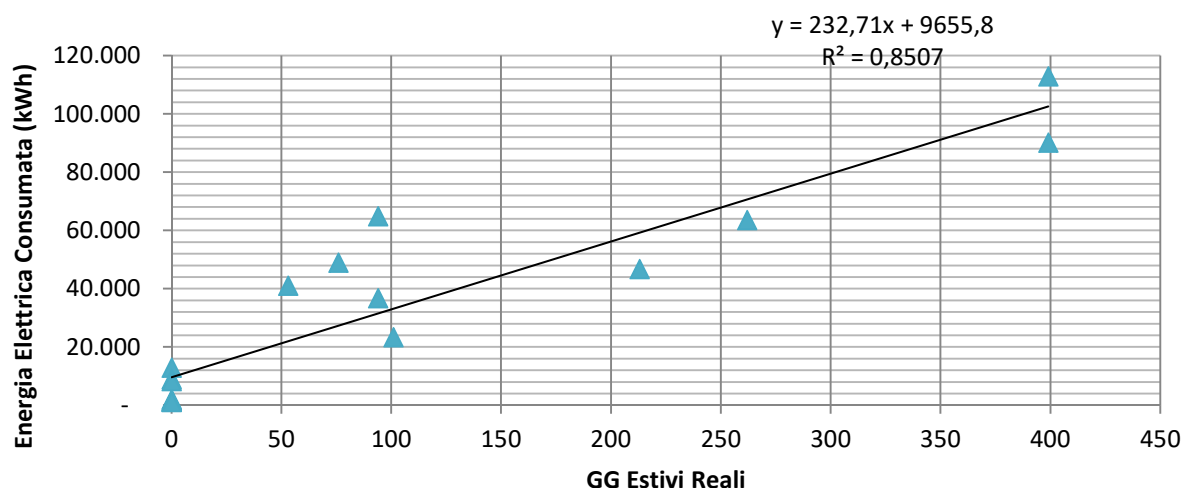
Nel caso in esame è risultato un valore di $R^2 = 0,96$ che evidenzia come la correlazione risulti significativa.

Figura 5.12 – Analisi di regressione e correlazione - Firma energetica invernale



Di seguito viene riportata la retta di regressione relativa ai consumi elettrici attribuibile ai soli gruppi frigo dei piani alti. I dati risultano particolarmente significativi poiché le misure derivano dalle letture dei contatori dedicati ai tre gruppi frigo, ed avvengono con periodicità bimestrale:

Figura 5.13 – Analisi di regressione e correlazione - Firma energetica estiva

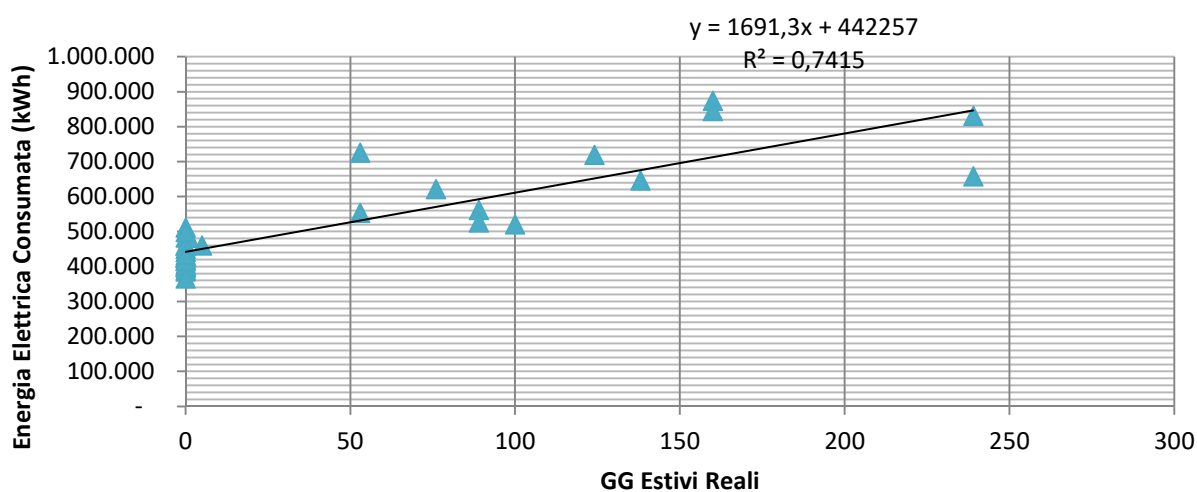


Al fine di verificare la presenza di una correlazione statisticamente significativa ($R^2 \geq 0,75$), si è definita la curva di regressione lineare di baseline.

Nel caso in esame è risultato un valore di $R^2 = 0,85$ che risulta maggiore rispetto al valore di riferimento.

Di seguito invece viene riportata la correlazione estiva relativa ad il consumo elettrico totale:

Figura 5.14 – Analisi di regressione e correlazione - Firma energetica estiva



6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO

6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO

Al fine di valutare la prestazione energetica del sistema edificio-impianti è stato necessario predisporre un modello energetico (termico ed elettrico) redatto ai sensi della normativa regionale e nazionale vigente per il calcolo della prestazione energetica degli edifici.

Relativamente all'involucro edilizio esso è stato determinato considerando le composizioni e gli spessori di ciascun elemento opaco e trasparente, i ponti termici e in generale tutti gli elementi che concorrono alla determinazione delle dispersioni e dunque del fabbisogno in accordo alle Norme UNI-TS 11300-1:2014 per il calcolo della prestazione energetica degli edifici.

Gli impianti termici ed elettrici sono stati simulati considerando le caratteristiche dei vari sottosistemi impiantistici presenti, secondo quanto previsto dalle norme UNI-TS 11300-2:2014, UNI-TS 11300-3:2010, UNI-TS 11300-4:2016, UNI-TS 11300-5:2016 e UNI-TS 11300-6:2016.

La creazione di un modello energetico dell'edificio oggetto della DE ha fornito come output un profilo di fabbisogno energetico valutato in condizioni standard di utilizzo dell'edificio come definite dal prospetto 2 della norma UNITS 11300 parte 1, considerando le temperature esterne come definite dalla norma UNI 10349:2016 e con una durata del periodo di riscaldamento come da DPR 74/2013

Nella Tabella 6.1 sono riportati gli indicatori di performance energetica ricavati dalla modellazione dell'edificio.

Tabella 6.1 – Indicatori di performance energetica e ambientali ricavati dalla modellazione (valutazione in modalità standard di utilizzo)

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	$EP_{gl,nren}$	kWh/mq anno	-	302,17
Climatizzazione invernale	EP_H	kWh/mq anno	151,24	148,22
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	kWh/mq anno	8,71	7,02
Ventilazione	EP_v	kWh/mq anno	26,94	21,71
Raffrescamento	EP_c	kWh/mq anno	71,08	57,28
Illuminazione artificiale	EP_L	kWh/mq anno	77,20	62,20
Trasporto di persone e cose	EP_T	kWh/mq anno	7,13	5,75
Emissioni equivalenti di CO ₂	CO_{2eq}	Kg/mq anno	79,94	-

Gli indici di prestazione energetica sopra riportati corrispondono ad un quantitativo annuo di vettore energetico consumato, riportato nella Tabella 6.2

Tabella 6.2 – Consumo di vettore energetico ricavato dalla modellazione (valutazione in modalità standard di utilizzo)

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	
	[m ³ /anno]	[kWh/anno]	
Gas Naturale	0	0	0
Energia Elettrica	0	12.397.688	
Teleriscaldamento	0	628.415	

Il modello di calcolo utilizzato deve essere validato attraverso il confronto dei fabbisogni energetici risultanti dal modello con i consumi energetici di baseline, secondo il seguente criterio di congruità:

$$\frac{|E_{teorico} - E_{baseline}|}{E_{baseline}} \times 100 \leq 5\%$$

Dove:

- $E_{teorico}$ è il fabbisogno teorico di energia dell’edificio, come calcolato dal software di simulazione;
 - Nel caso di consumo termico, $E_{teorico}$ è assunto pari al fabbisogno di energia per la combustione ($Q_{gn,in}$) così come definito dalla norma UNI TS 11300 parte 2;
- Nel caso di consumo elettrico, $E_{teorico}$ è assunto pari al fabbisogno complessivo di energia elettrica prelevata dalla rete (EE_{in}) valutata come sommatoria dei contributi riportati nella Tabella 6.3; $E_{baseline}$ è il consumo energetico reale di baseline dell’edificio assunto rispettivamente pari al $Q_{baseline}$ e a $EE_{baseline}$

Tale criterio di congruità deve, pertanto, essere soddisfatto sia per il consumo termico, che per il consumo elettrico.

Tabella 6.3 – Elenco dei fabbisogni che contribuiscono alla valutazione del fabbisogno complessivo di energia elettrica prelevata dalla rete

FABBISOGNO	Corrispondenza UNI TS 11300 [kWhel]
Energia ausiliaria complessiva assorbita dal sottosistema di generazione per la produzione di ACS	$E_{W, aux, gn}$
Energia ausiliaria complessiva assorbita dal sottosistema di generazione per il riscaldamento	$E_{H, aux, gn}$
Fabbisogno di energia elettrica dell’impianto di ventilazione meccanica e dei terminali di emissione	$E_{ve, el} + E_{aux, e}$
Fabbisogno di energia elettrica per gli ausiliari di distribuzione (Riscaldamento e ACS)	$E_{W, aux, d} + E_{W, aux, d}$
Fabbisogno di energia elettrica per l’illuminazione interna dell’edificio	$E_{L, int}$
Fabbisogno di energia elettrica per gli ausiliari degli impianti di climatizzazione	$Q_{c, aux}$
Fabbisogno di energia elettrica per i sistemi di trasporto (+ eventuali altri carichi interni)	$E_T + E_{altro}^{(*)}$
Perdite al trasformatore	$E_{trasf}^{(*)}$
Energia elettrica esportata dall’impianto a fonti rinnovabili	$E_{exp, el}$

6.1.1 Validazione del modello termico

A seguito della realizzazione del modello valutato secondo le modalità “Standard” di utilizzo (Asset Rating), si è provveduto ad effettuare una modellazione dell’edificio in modalità “Adattata all’utenza” (Tailored Rating) così come definita al prospetto 2 della UNI TS 11300-1:2014.

Si è quindi provveduto alla simulazione dei parametri reali di utilizzo dell’edificio considerando le informazioni avute a disposizione sull’utilizzo dell’edificio e sui sistemi di produzione dell’energia termica ed elettrica presenti al suo interno e i dati rilevati durante il sopralluogo.

Nella Tabella 6.4 sono riportati gli indicatori di performance energetica ricavati dalla modellazione dell’edificio in modalità “Adattata all’utenza”.

Tabella 6.4 – Indicatori di performance energetica ricavati dalla modellazione (valutazione in modalità adattata all’utenza)

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	$EP_{gl, nren}$	kWh/mq anno	257,5	244,5
Climatizzazione invernale	EP_H	kWh/mq anno	49,0	46,5
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	kWh/mq anno	0,2	0,2
Ventilazione	EP_v	kWh/mq anno	67,4	64,0
Raffrescamento	EP_c	kWh/mq anno	86,3	82,0

Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/mq anno	46,2	43,9
Trasporto di persone e cose	EP _T	kWh/mq anno	8,7	8,3
Emissioni equivalenti di CO ₂	CO _{2eq}	Kg/mq anno	-	-

Gli indici di prestazione energetica sopra riportati corrispondono ad un quantitativo annuo di vettore energetico consumato, riportato nella Tabella 6.5.

Tabella 6.5 – Consumo di vettore energetico ricavato dalla modellazione (valutazione in modalità adattata all’utenza)

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	
	[mc/anno]	[kWh/anno]
Teleriscaldamento	-	1.442.072
Energia Elettrica	-	5.863.119

La modellazione termica è avvenuta tramite software di calcolo mentre quella elettrica analiticamente tramite foglio di calcolo.

La validazione del modello energetico termico è stata effettuata confrontando il consumo energetico di baseline ($Q_{baseline}$) così come definito al precedente capitolo 5.1.1 ed il fabbisogno teorico ($Q_{teorico}$) derivante dalla modellazione energetica.

Tabella 6.6 – Validazione del modello energetico termico (valutazione adattata all’utenza)

$Q_{teorico}$	$Q_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
1.442.072	1.407.263	2%

Dall’analisi effettuata è emerso che il modello valutato in “Modalità adattata all’utenza” risulta validato.

6.1.2 Validazione del modello elettrico

La validazione del modello energetico elettrico è stata effettuata confrontando il consumo energetico di baseline ($EE_{baseline}$) così come definito al precedente capitolo 5.1.2 ed il fabbisogno teorico ($EE_{teorico}$) derivante dalla modellazione energetica.

Tabella 6.7 – Validazione del modello energetico elettrico (valutazione in modalità adattata all’utenza)

$EE_{teorico}$	$EE_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
5.863.119	5.864.714	0%

Dall’analisi effettuata è emerso che il modello risulta validato.

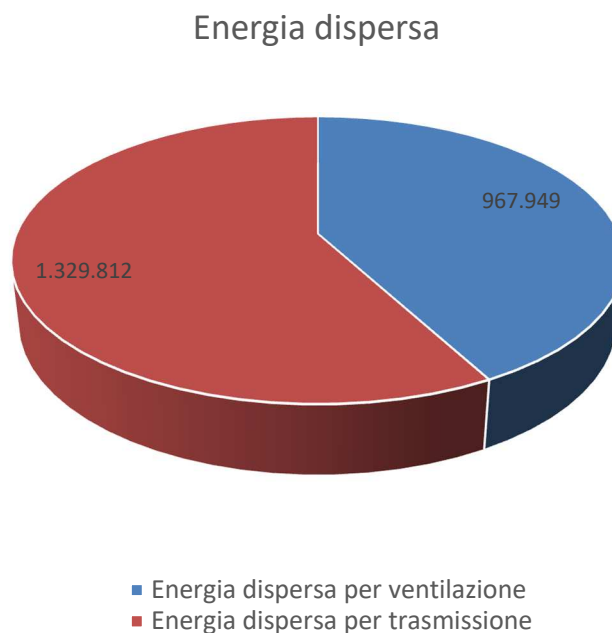
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

6.2.1 Fabbisogno di energia utile e dispersioni

Il fabbisogno ideale di energia termica utile risulta pari a 2.297.761 kWh.

In relazione al fabbisogno di energia termica utile per il riscaldamento e per la produzione di acqua calda sanitario, le dispersioni termiche per trasmissione sono pari a 1.329.812 kWh/anno, le dispersioni termiche per ventilazione sono pari a 967.949 kWh/anno con un ricambio d’aria pari a 1,9 vol/h.

Figura 6.1 – Energia dispersa



6.2.2 Potenza di progetto

La potenza di progetto invernale, calcolata con la normativa vigente, è pari a 1.673 kW. La potenza dispersa è inferiore alla metà della potenza del generatore installato.

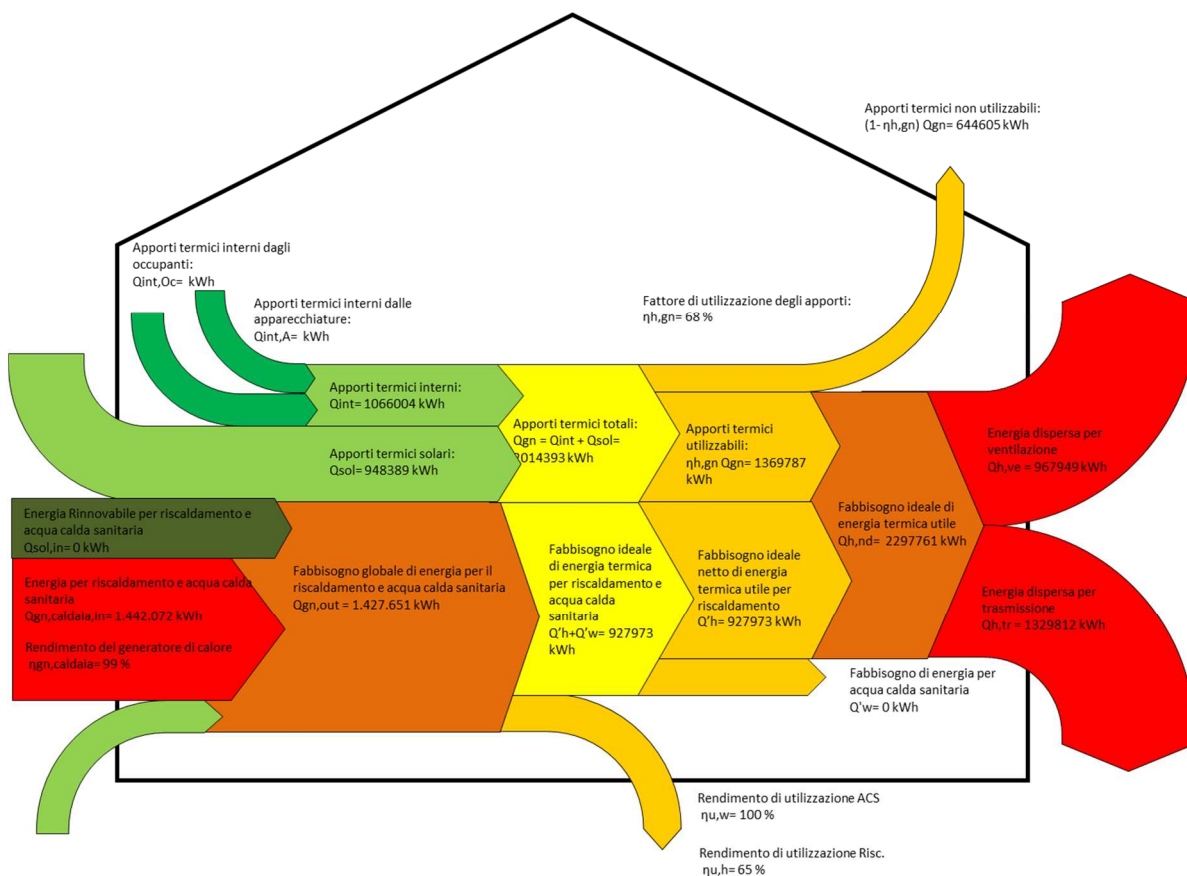
6.2.3 Bilancio energetico

Al fine di valutare la prestazione energetica del sistema edificio-impianti si è reso necessario predisporre i risultati della modellazione energetica nella forma di un bilancio energetico che descriva l'andamento dei flussi energetici caratteristici dell'edificio in modo da valutare in maniera puntuale i consumi specifici, le criticità e gli interventi da considerare, sia per quanto riguarda il bilancio termico, sia per quanto riguarda il bilancio elettrico.

A conclusione della procedura di calcolo del fabbisogno di energia primaria, i risultati del bilancio energetico sono quindi stati rappresentati mediante diagrammi di Sankey.

I risultati del bilancio energetico termico sono stati rappresentati nella forma di diagramma di Sankey riportato in Figura 6.2

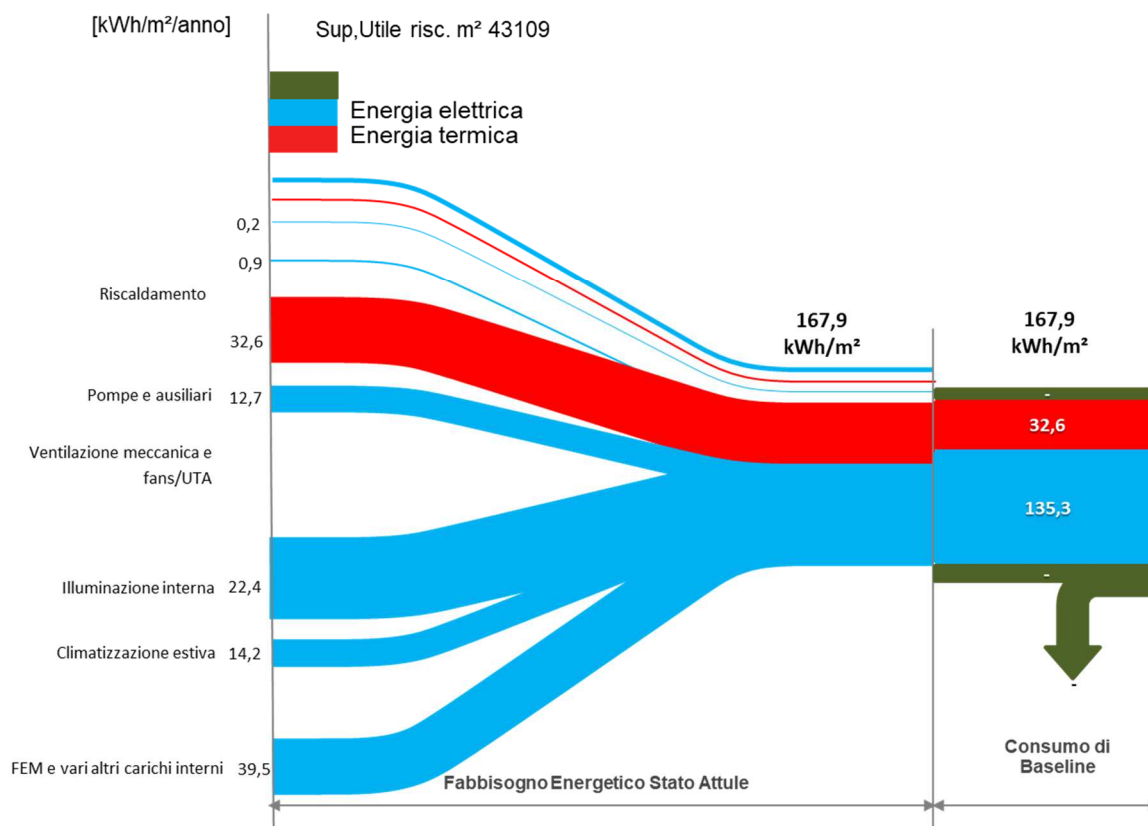
Figura 6.2 – Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell’edificio allo stato attuale



Dall’analisi del diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell’edificio è possibile notare che il rendimento di utilizzazione ACS è del 100% mentre il rendimento del riscaldamento è pari al 65%.

E’ quindi possibile creare un bilancio energetico complessivo dell’edificio, riportato nella Figura 6.3.

Figura 6.3 – Bilancio energetico complessivo dell’edificio allo stato attuale



I consumi specifici rappresentati a bilancio sono valori indicizzati in kWh/(m² anno), sulla base delle superfici utili delle zone riscaldate.

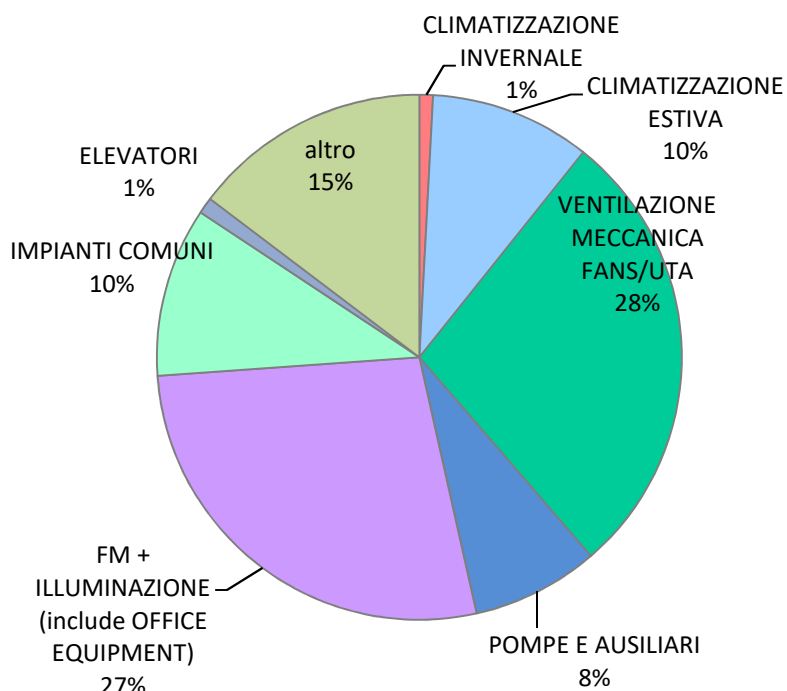
Il modello elettrico è stato tarato sulla base dei dati forniti dalle letture dei sottocontatori relativi all’utenza intestata alla società S.P.Im. S.p.A. e da rilievi sul campo; allo stesso modo sono stati ripartiti anche i consumi relativi al POD intestato all’amministrazione.

Di seguito vengono riportati i risultati di tale analisi:

CONSUMO ELETTRICO MEDIO ANNUO STIMATO (kWh) - Spim

Servizio	Consumi stimati (kWh)	%	Provenienza dei dati
CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	38.578	1%	Calcolo
CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	454.226	10%	Calcolo
VENTILAZIONE MECCANICA FANS/UTA	1.282.042	28%	
POMPE E AUSILIARI	359.513	8%	
FM + ILLUMINAZIONE (include OFFICE EQUIPMENT)	1.257.044	27%	Calcolo
IMPIANTI COMUNI	479.046	10%	Calcolo
ELEVATORI	46.084	1%	Calcolo
altro	674.192	15%	Calcolo
Consumo medio annuo stimato (kWh)	4.590.725	100%	
Consumo medio annuo reale (kWh)	4.590.325		
Scostamento percentuale dati reali/stima	0%	Modello attendibile	

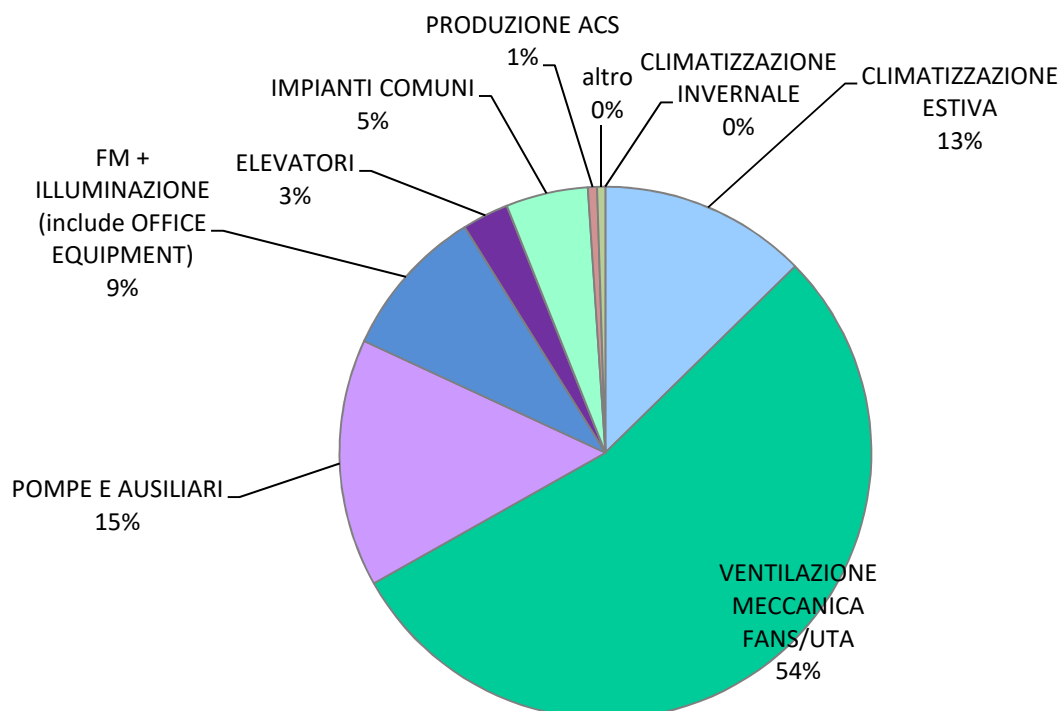
CONSUMO ELETTRICO MEDIO ANNUO STIMATO (kWh) - Spim



CONSUMO ELETTRICO MEDIO ANNUO STIMATO (kWh) - Condominiale

Servizio	Consumi stimati (kWh)	%	Provenienza dei dati
CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	0	0%	Calcolo
CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	160.800	13%	Calcolo
VENTILAZIONE MECCANICA FANS/UTA	689.457	54%	
POMPE E AUSILIARI	191.697	15%	
FM + ILLUMINAZIONE (include OFFICE EQUIPMENT)	117.451	9%	Calcolo
ELEVATORI	36.010	3%	Calcolo
IMPIANTI COMUNI	63.601	5%	Calcolo
PRODUZIONE ACS	7.051	0,6%	
altro	6.326	0%	Calcolo
Consumo medio annuo stimato (kWh)	1.272.394	100%	
Consumo medio annuo reale (kWh)	1.223.093		
Scostamento percentuale dati reali/stima	-4%	Modello attendibile	

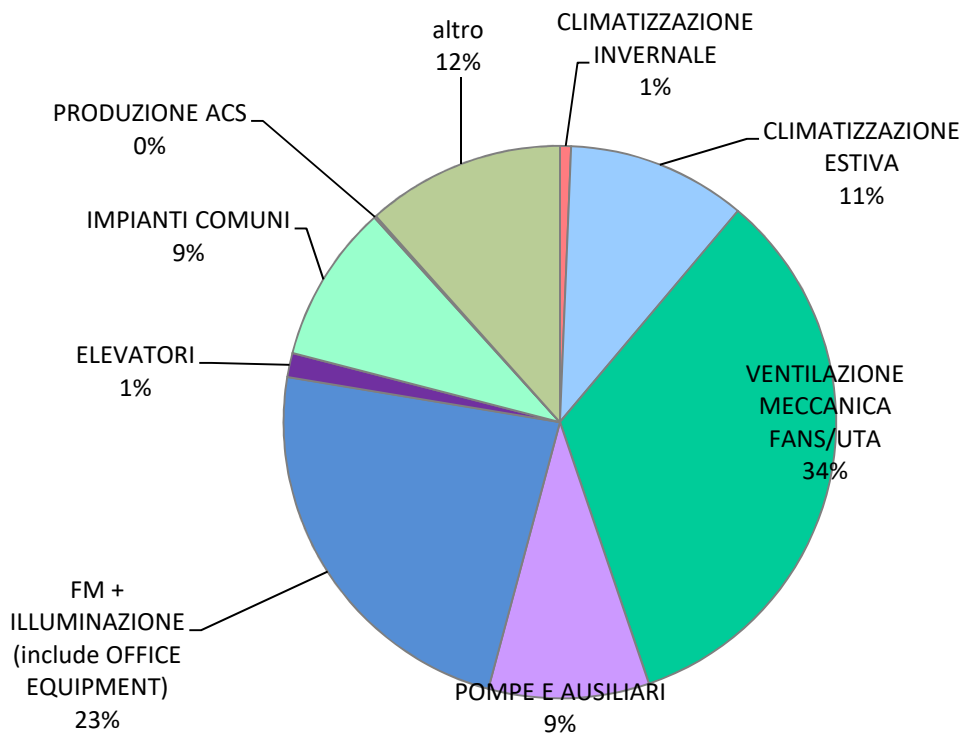
CONSUMO ELETTRICO MEDIO ANNUO STIMATO (kWh) - Condominiale



CONSUMO ELETTRICO MEDIO ANNUO STIMATO (kWh) - TOTALE

Servizio	Consumi stimati (kWh)	%	Provenienza dei dati
CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	38.578	1%	Calcolo
CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	615.026	10%	Calcolo
VENTILAZIONE MECCANICA FANS/UTA	1.971.499	34%	
POMPE E AUSILIARI	551.210	9%	
FM + ILLUMINAZIONE (include OFFICE EQUIPMENT)	1.374.495	23%	Calcolo
ELEVATORI	82.094	1%	Calcolo
IMPIANTI COMUNI	542.647	9%	Calcolo
PRODUZIONE ACS	7.051	0,1%	Calcolo
altro	680.518	12%	Calcolo
Consumo medio annuo stimato (kWh)	5.863.119	100%	
Consumo medio annuo reale (kWh)	5.864.714		
Scostamento percentuale dati reali/stima	0%	Modello attendibile	

CONSUMO ELETTRICO MEDIO ANNUO STIMATO (kWh) - TOTALE



Il contributo definito come “Altro – Congruità” è valutato in due modi differenti a seconda che i consumi teorici ricavati dalla modellazione siano sovrastimati o meno rispetto alla Baseline.

Nel caso in cui i consumi teorici ricavati dalla modellazione siano sovrastimati rispetto alla Baseline, i consumi specifici riportati nel diagramma vengono rappresentati come dei consumi normalizzati al baseline.

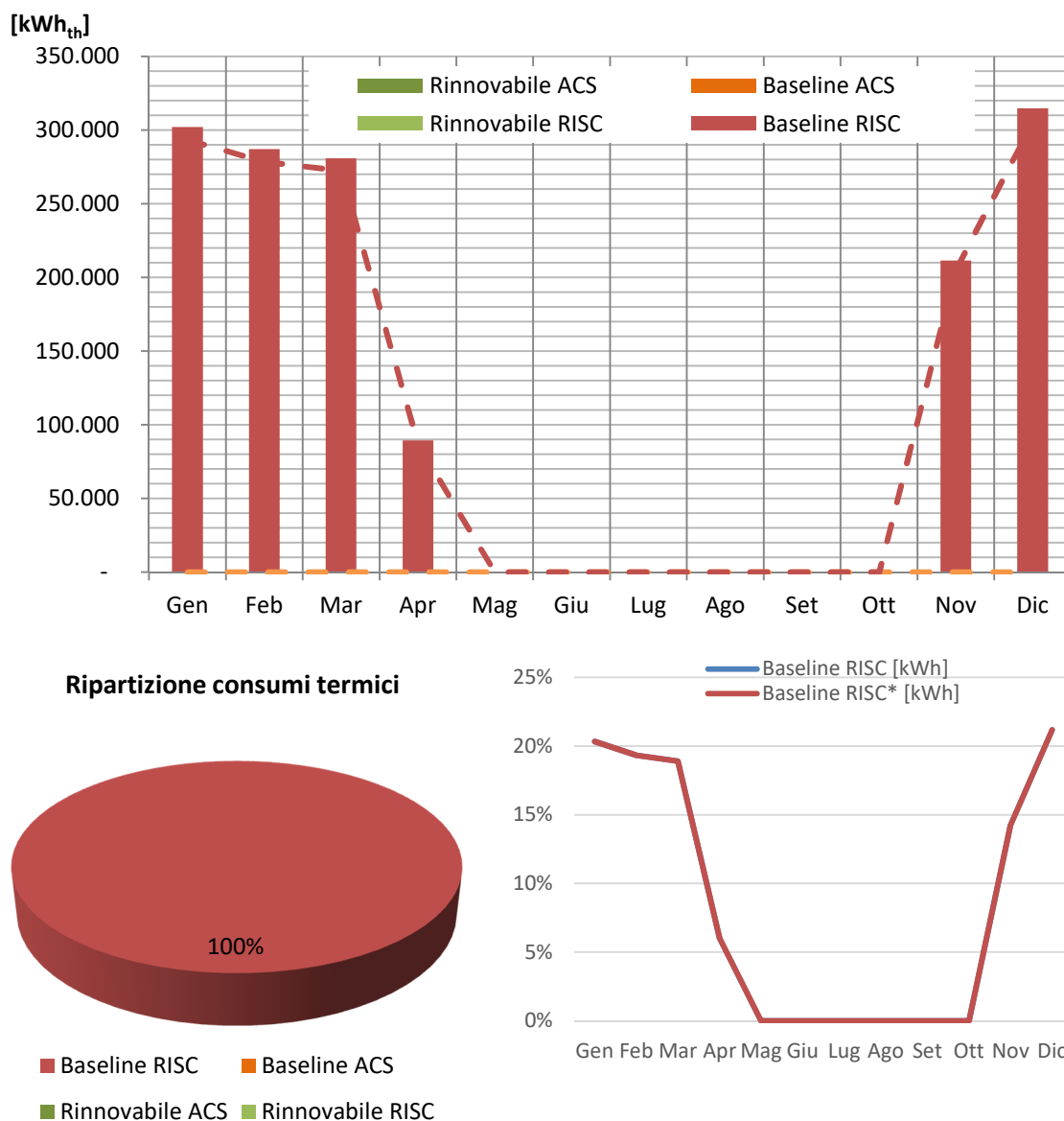
Nel caso in cui, invece i consumi teorici siano inferiori rispetto alla Baseline il termine “Altro – Congruità” rappresenta la differenza per eccesso tra i consumi specifici di Baseline ed i consumi teorici. In questo caso questa voce risulta molto bassa poiché il modello elettrico è molto congruente con i dati reali.

6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

La creazione di un modello energetico consente di effettuare una più corretta ripartizione dei consumi energetici di Baseline in funzione dei diversi utilizzi presenti all'interno dell'edificio oggetto della DE. Tale profilo può essere confrontato con il profilo mensile che si otterrebbe tramite la normalizzazione dei consumi di Baseline attraverso l'utilizzo dei GG di riferimento di cui al Capitolo 3.1.

Il confronto tra i due profili è riportato in Figura 6.4.

Figura 6.4 – Confronto tra il profilo mensile del Baseline Termico e il profilo mensile dei GG rif



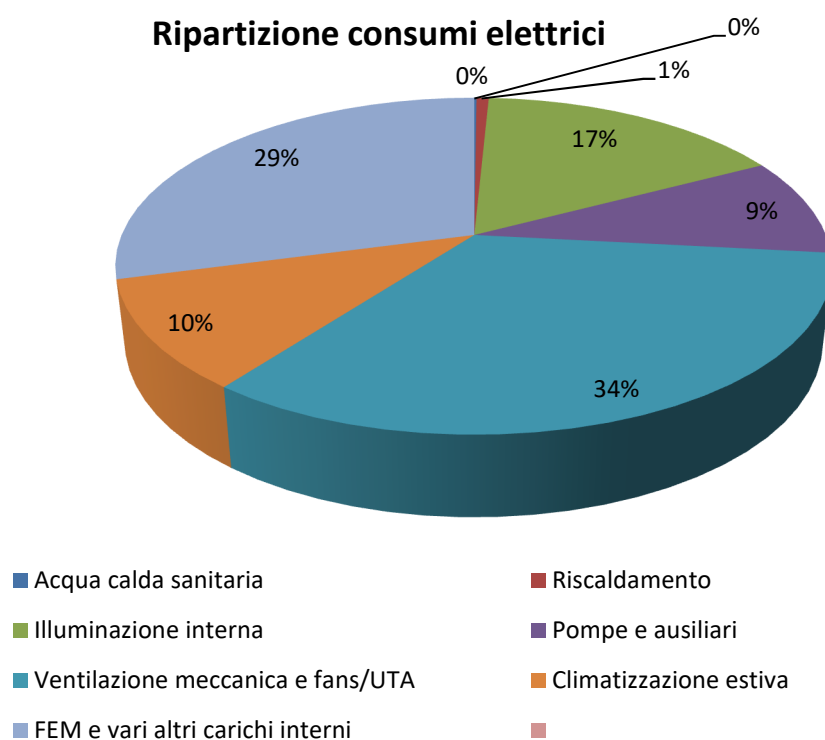
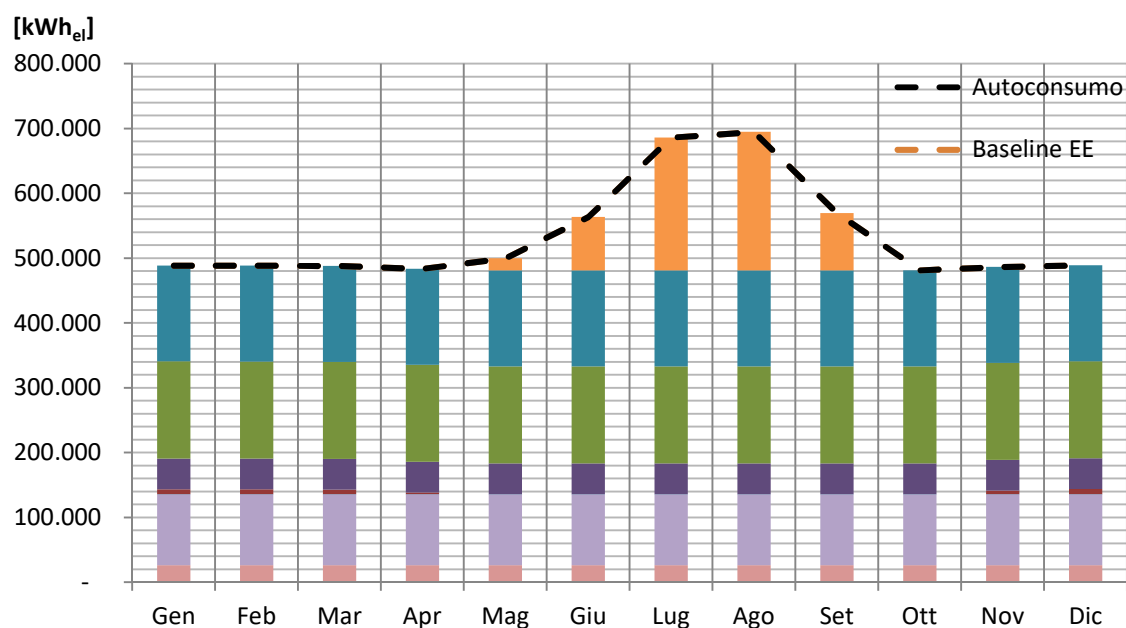
Si può notare come la maggior parte dei consumi termici sia da attribuirsi all'utilizzo per la climatizzazione dei locali (Polivalente estiva e invernale) e all'impianto di trattamento aria (UTA), pertanto gli interventi migliorativi proposti, andranno ad interessare principalmente tali componenti.

Anche relativamente all'analisi dei fabbisogni di energia elettrica, la ripartizione tra i vari utilizzi è stata effettuata in funzione degli esiti della modellazione.

Si è inoltre effettuato un confronto grafico tra i profili mensili ottenuti dalla modellazione elettrica ed i profili mensili di Baseline.

I risultati di tale valutazione sono riportati nella Figura 6.5.

Figura 6.5 – Andamento mensile dei consumi elettrici ricavati dalla modellazione energetica, ripartiti tra i vari utilizzi



Si può notare come la maggior parte dei consumi sia da attribuirsi alla ventilazione meccanica col 34% di attribuzione consumi sul totale. Di minore impatto il riscaldamento, pompe ed ausiliari.

7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO

7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI

L'analisi dei costi relativi alla fornitura dei vettori energetici dell'edificio riguarda le annualità per le quali sono stati rilevati i consumi storici, pertanto si assumono come periodo di riferimento gli anni 2016, 2017, 2019. Per completezza l'analisi dei costi ha tenuto conto di tutte le utenze rilevate, compresa quella della società CAMST; questa viene decurtata successivamente per poter definire i costi di baseline.

7.1.1 Vettore termico

La fornitura del vettore termico avviene tramite fornitura di teleriscaldamento.

Nella Tabella 7.1 si riportano le principali caratteristiche del contratto di fornitura del vettore termico per gli anni di riferimento. Si sono avuti a disposizione solo i consumi rilevati ed i costi fatturati:

Tabella 7.1 – Caratteristiche dei contratti di fornitura del vettore termico per il triennio di riferimento

TELERISCALDAMENTO	2016	2017	2019
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Condominio Torre Nord A	Condominio Torre Nord A	Condominio Torre Nord A
Società di fornitura	Cae Amga Energia	Cae Amga Energia	Cae Amga Energia
Inizio periodo fornitura	-	-	-
Fine periodo fornitura	-	-	-
Classe del contatore	-	-	-
Tipologia di contratto	-	-	-
Opzione tariffaria (*)	-	-	-
Valore del coefficiente correttivo dei consumi	-	-	-
Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile	-	-	-
Prezzi di fornitura del combustibile (*) (IVA INCLUSA)	0,109 €/kWh	0,108 €/kWh	0,110 €/kWh

Nota (*) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

Nota (*): con prezzo di fornitura s'intende soltanto la quota variabile del servizio di acquisto e vendita, sono escluse le imposte, i corrispettivi per il dispacciamento e lo sbilanciamento, per l'uso della rete, e il servizio di misura e ogni altra voce.

Nella Tabella 7.2 si riporta l'andamento del costo del vettore termico nel triennio di riferimento, suddiviso nelle varie componenti.

Tabella 7.2 – Andamento del costo del vettore termico nel triennio di riferimento

Teleriscaldamento	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
1° trim - 16						87.484	780.000	0,112
2° trim - 16						11.239	111.000	0,101
3° trim - 16						9.695	94.000	0,103

4° trim - 16						42.555	406.000	0,105
Totale	-	-	-	-	-	150.973	1.391.000	0,109
Teleriscaldamento	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2017	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWh]	[€/kWh]
1° trim - 17						94.968	867.000	0,110
2° trim - 17						5.538	52.000	0,106
3° trim - 17						6.842	66.000	0,104
4° trim - 17						45.171	425.000	0,106
Totale	-	-	-	-	-	152.518	1.410.000	0,108
Teleriscaldamento	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2019	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWh]	[€/kWh]
1° trim - 19						101.550	841.000	0,121
2° trim - 19						21.202	239.000	0,089
3° trim - 19						12.456	123.000	0,101
4° trim - 19						50.262	478.000	0,105
Totale	-	-	-	-	-	185.471	1.681.000	0,110

Nel grafico in Figura 7.1 è riportato l'andamento del costo unitario del vettore termico nel triennio di riferimento.

Figura 7.1 – Andamento del costo unitario del vettore termico per il triennio di riferimento e per il 2019

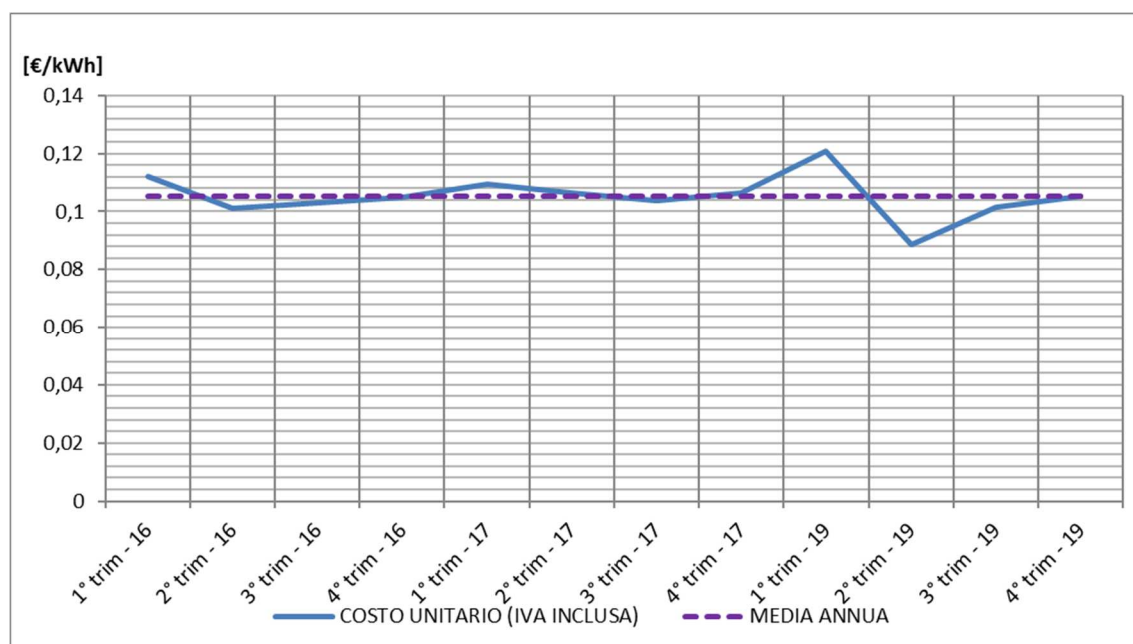
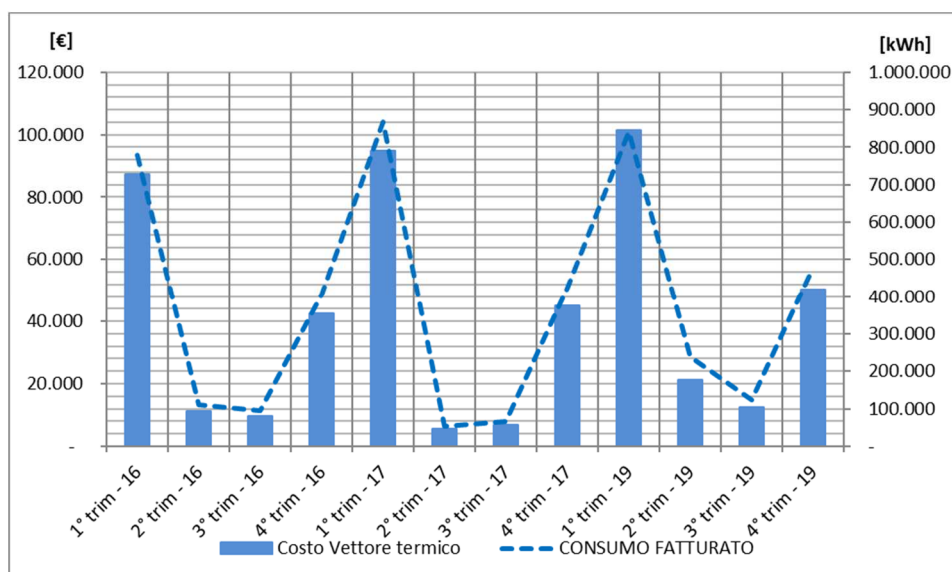


Figura 7.2 – Andamento dei consumi e dei costi dell’energia termica



Dall’analisi effettuata risulta evidente l’andamento dei costi sinusoidale con valori molto ridotti durante il periodo di non funzionamento del riscaldamento.

7.1.2 Vettore elettrico

La fornitura del vettore elettrico avviene tramite due contratti differenti per i tre POD presenti all’interno dell’edificio, come di seguito elencato.

- POD 1 – IT001E0020102: contratto di fornitura del vettore energetico, stipulato direttamente dall’amministrazione di Condominio con la società di fornitura.
- POD 1 – IT001E00096953: contratto di fornitura del vettore energetico, stipulato direttamente da SPIM con la società di fornitura. E’ stato quindi possibile effettuare un’analisi di dettaglio dei costi fatturati e delle caratteristiche del contratto di fornitura.

Nella Tabella 7.3 si riportano le principali caratteristiche del contratto di fornitura del vettore termico per gli anni di riferimento.

Tabella 7.3 – Caratteristiche dei contratti di fornitura del vettore elettrico per il triennio di riferimento

POD: IT001E00096953	2016	2017	2018	2019
Indirizzo di fornitura				
Dati di intestazione fattura	SPIM SpA	SPIM SpA	SPIM SpA	SPIM SpA
Società di fornitura	Iren SpA	Iren SpA	Enel SpA	Enel SpA
Inizio periodo fornitura	01/05/16	01/05/17	01/05/18	01/05/18
Fine periodo fornitura	01/05/17	01/05/18	-	-
Potenza elettrica impegnata	1.773 kW	858 kW	-	-
Potenza elettrica disponibile	2.250 kW	2.250 kW	2.250 kW	2.250 kW
Tipologia di contratto	CONSIP13 – L0389	CONSIP14 – L0639	CONSIPee15_7_var	CONSIPee15_7_var
Opzione tariffaria ⁽¹⁾	-	-	-	-
Prezzi di fornitura dell’energia elettrica ⁽²⁾	0,196 €/kWh	0,194 €/kWh	0,196 €/kWh	0,195 €/kWh

Nota (1) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

Nota (2): con prezzo di fornitura s’intende soltanto la quota variabile del servizio di acquisto e vendita, sono escluse le imposte, i corrispettivi per il dispacciamento e lo sbilanciamento, per l’uso della rete, e il servizio di misura e ogni altra voce.

POD: IT001E00549464	2019
Indirizzo di fornitura	
Dati di intestazione fattura	SPIM SpA
Società di fornitura	Enel SpA
Inizio periodo fornitura	06/12/18
Fine periodo fornitura	-
Potenza elettrica impegnata	-
Potenza elettrica disponibile	104 kW
Tipologia di contratto	Altri usi
Opzione tariffaria ⁽¹⁾	-
Prezzi di fornitura dell'energia elettrica ⁽²⁾	0,251 €/kWh

POD: IT001E02630145	2019
Indirizzo di fornitura	
Dati di intestazione fattura	SPIM SpA
Società di fornitura	Enel SpA
Inizio periodo fornitura	06/12/18
Fine periodo fornitura	-
Potenza elettrica impegnata	-
Potenza elettrica disponibile	11 kW
Tipologia di contratto	Altri usi
Opzione tariffaria ⁽¹⁾	-
Prezzi di fornitura dell'energia elettrica ⁽²⁾	0,497 €/kWh

Nella Tabella 7.4 si riporta l'andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di riferimento, per le soli voci disponibili:

Tabella 7.4 – Andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di riferimento

POD: IT001E00200102	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gen - 16						20.909	109.709	0,191
Feb - 16						21.265	111.009	0,192
Mar - 16						21.990	114.982	0,191
Apr - 16						22.140	111.221	0,199
Mag - 16						23.023	129.377	0,178
Giu - 16						27.125	153.410	0,177
Lug - 16						34.763	192.283	0,181
Ago - 16						36.481	201.084	0,181
Set - 16						33.672	186.701	0,180
Ott - 16						22.054	123.667	0,178
Nov - 16						19.447	108.047	0,180
Dic - 16						19.052	109.630	0,174

Totale						301.920	1.651.120	0,183
POD: IT001E00200102	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2017	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 17						22.609	125.605	0,18
Feb - 17						18.657	103.652	0,18
Mar - 17						20.735	115.193	0,18
Apr - 17						19.831	110.171	0,18
Mag - 17						24.408	135.601	0,18
Giu - 17						31.160	173.112	0,18
Lug - 17						31.463	174.792	0,18
Ago - 17						33.092	183.846	0,18
Set - 17						23.857	132.539	0,18
Ott - 17						22.916	127.309	0,18
Nov - 17						18.016	100.090	0,18
Dic - 17						17.274	95.967	0,18
Totale						284.018	1.577.877	0,180
POD: IT001E00200102	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2018	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 18						21.117	111.141	0,19
Feb - 18						20.042	105.485	0,19
Mar - 18						19.864	104.546	0,19
Apr - 18						18.074	95.124	0,19
Mag - 18						22.633	119.120	0,19
Giu - 18						26.556	139.769	0,19
Lug - 18						33.695	177.342	0,19
Ago - 18						39.346	207.085	0,19
Set - 18						26.626	140.137	0,19
Ott - 18						24.565	129.292	0,19
Nov - 18						19.872	104.588	0,19
Dic - 18						20.975	110.396	0,19
Totale						293.365	1.544.025	0,190

POD: IT001E00200102	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2019	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 19						22.096	116.295	0,19
Feb - 19						20.131	105.950	0,19
Mar - 19						20.492	107.850	0,19
Apr - 19						19.126	100.661	0,19

Mag - 19		20.730	109.107	0,19
Giu - 19		31.891	167.847	0,19
Lug - 19		39.699	208.942	0,19
Ago - 19		38.742	203.905	0,19
Set - 19		30.081	158.319	0,19
Ott - 19		25.902	136.326	0,19
Nov - 19		19.575	103.028	0,19
Dic - 19		18.956	99.769	0,19
Totale		307.420	1.617.999	0,190

Il valore riportato come costo unitario è relativo al costo unitario di fornitura riportato sulla bolletta; per l'anno 2019, invece, si aveva disponibile il costo unitario mese per mese.

POD: IT001E00096953	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					(IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gen - 16	31.550	-	19.431	3.717	12.034	66.731	340.253	0,196
Feb - 16	32.360	-	19.930	3.812	12.343	68.445	348.991	0,196
Mar - 16	30.273	-	18.645	3.566	11.547	64.031	326.484	0,196
Apr - 16	29.289	-	18.039	3.450	11.171	61.949	315.869	0,196
Mag - 16	30.695	-	18.904	3.616	11.707	64.923	331.031	0,196
Giu - 16	37.901	-	23.343	4.465	14.456	80.165	408.748	0,196
Lug - 16	59.227	-	36.477	6.977	22.590	125.273	638.745	0,196
Ago - 16	62.371	-	38.414	7.348	23.789	131.922	672.650	0,196
Set - 16	49.968	-	30.775	5.887	19.059	105.688	538.887	0,196
Ott - 16	31.315	-	19.287	3.689	11.944	66.236	337.725	0,196
Nov - 16	26.755	-	16.478	3.152	10.205	56.589	288.539	0,196
Dic - 16	27.078	-	16.677	3.190	10.328	57.273	292.026	0,196
Totale	448.782	-	276.399	52.870	171.173	949.225	4.839.948	0,196
POD: IT001E00096953	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					(IVA INCLUSA)
ANNO 2017	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 17	31.550	-	19.431	3.717	12.034	70.065	357.475	0,196
Feb - 17	32.360	-	19.930	3.812	12.343	55.414	282.724	0,196
Mar - 17	30.273	-	18.645	3.566	11.547	59.218	302.134	0,196
Apr - 17	29.289	-	18.039	3.450	11.171	57.944	295.633	0,196
Mag - 17	30.695	-	18.904	3.616	11.707	73.580	375.407	0,196
Giu - 17	37.901	-	23.343	4.465	14.456	87.770	447.807	0,196
Lug - 17	59.227	-	36.477	6.977	22.590	92.314	470.990	0,196
Ago - 17	62.371	-	38.414	7.348	23.789	105.004	535.734	0,196
Set - 17	49.968	-	30.775	5.887	19.059	76.063	388.074	0,196
Ott - 17	31.315	-	19.287	3.689	11.944	69.549	354.842	0,196

Nov - 17	26.755	-	16.478	3.152	10.205	56.788	289.733	0,196
Dic - 17	27.078		16.677	3.190	10.328	57.273	327.467	0,175
Totale	448.782	-	276.399	52.870	171.173	860.981	4.428.020	0,194
POD: IT001E00096953	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2018	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 18	31.489	-	19.394	3.710	12.010	62.036	316.509	0,196
Feb - 18	32.298	-	19.892	3.805	12.319	62.690	319.849	0,196
Mar - 18	30.215	-	18.609	3.560	11.524	57.892	295.365	0,196
Apr - 18	29.232	-	18.004	3.444	11.150	53.003	270.424	0,196
Mag - 18	34.809	-	21.439	4.101	13.277	66.430	338.927	0,196
Giu - 18	41.523	-	25.573	4.892	15.837	75.696	386.202	0,196
Lug - 18	43.672	-	26.897	5.145	16.657	94.249	480.862	0,196
Ago - 18	49.676	-	30.595	5.852	18.947	125.057	638.044	0,196
Set - 18	35.984	-	22.162	4.239	13.725	80.947	412.997	0,196
Ott - 18	32.903	-	20.264	3.876	12.550	72.448	369.633	0,196
Nov - 18	26.865	-	16.546	3.165	10.247	60.814	310.278	0,196
Dic - 18	30.364	-	18.701	3.577	11.581	63.141	322.146	0,196
Totale	419.031	-	258.076	49.365	159.825	874.402	4.461.236	0,196

POD: IT001E00096953	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2019	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 19	31.852	-	19.617	3.752	12.149	70.817	356.771	0,198
Feb - 19	34.042	-	20.966	4.010	12.984	61.768	324.328	0,190
Mar - 19	30.051	-	18.508	3.540	11.462	57.144	325.980	0,175
Apr - 19	27.847	-	17.151	3.281	10.621	58.105	301.452	0,193
Mag - 19	36.559	-	22.516	4.307	13.944	68.365	342.016	0,200
Giu - 19	38.119	-	23.477	4.491	14.539	84.228	437.291	0,193
Lug - 19	44.588	-	27.461	5.253	17.007	111.893	584.875	0,191
Ago - 19	59.162	-	36.437	6.970	22.566	105.135	548.091	0,192
Set - 19	38.295	-	23.585	4.511	14.606	80.964	414.845	0,195
Ott - 19	34.274	-	21.109	4.038	13.073	81.587	367.472	0,222
Nov - 19	28.770	-	17.719	3.389	10.974	59.877	309.383	0,194
Dic - 19	29.871	-	18.397	3.519	11.393	61.408	319.592	0,192
Totale	433.431	-	266.945	51.062	165.318	901.291	4.632.096	0,195

POD: IT001E00549464	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2019	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 19	378	-	278	41	153	849	3.732	0,227

Feb - 19	373	-	275	41	151	838	3.395	0,247
Mar - 19	382	-	281	42	154	857	3.498	0,245
Apr - 19	306	-	225	33	124	686	2.670	0,257
Mag - 19	286	-	211	31	116	642	2.443	0,263
Giu - 19	218	-	160	24	88	489	1.873	0,261
Lug - 19	229	-	169	25	93	515	2.029	0,254
Ago - 19	206	-	152	22	83	462	1.800	0,257
Set - 19	233	-	172	25	94	523	2.053	0,255
Ott - 19	228	-	168	25	92	511	1.998	0,256
Nov - 19	252	-	186	27	102	566	2.198	0,258
Dic - 19	220	-	162	24	89	494	1.895	0,261
Totale	3.310	-	2.437	361	1.339	7.432	29.584	0,251

POD: IT001E02630145	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2019	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 19						336	1.010	0,333
Feb - 19						140	419	0,334
Mar - 19						148	251	0,590
Apr - 19						144	244	0,590
Mag - 19						151	250	0,604
Giu - 19						148	245	0,604
Lug - 19						148	251	0,590
Ago - 19						149	254	0,587
Set - 19						145	245	0,592
Ott - 19						149	253	0,589
Nov - 19						145	248	0,585
Dic - 19						149	254	0,587
Totale	-	-	-	-	-	1.952	3.924	0,497

Nel grafico in Figura 7.3 – Andamento del costo unitario del vettore elettrico per il triennio di riferimento è riportato l’andamento del costo unitario del vettore elettrico nel triennio di riferimento.

Figura 7.3 – Andamento del costo unitario del vettore elettrico per il triennio di riferimento

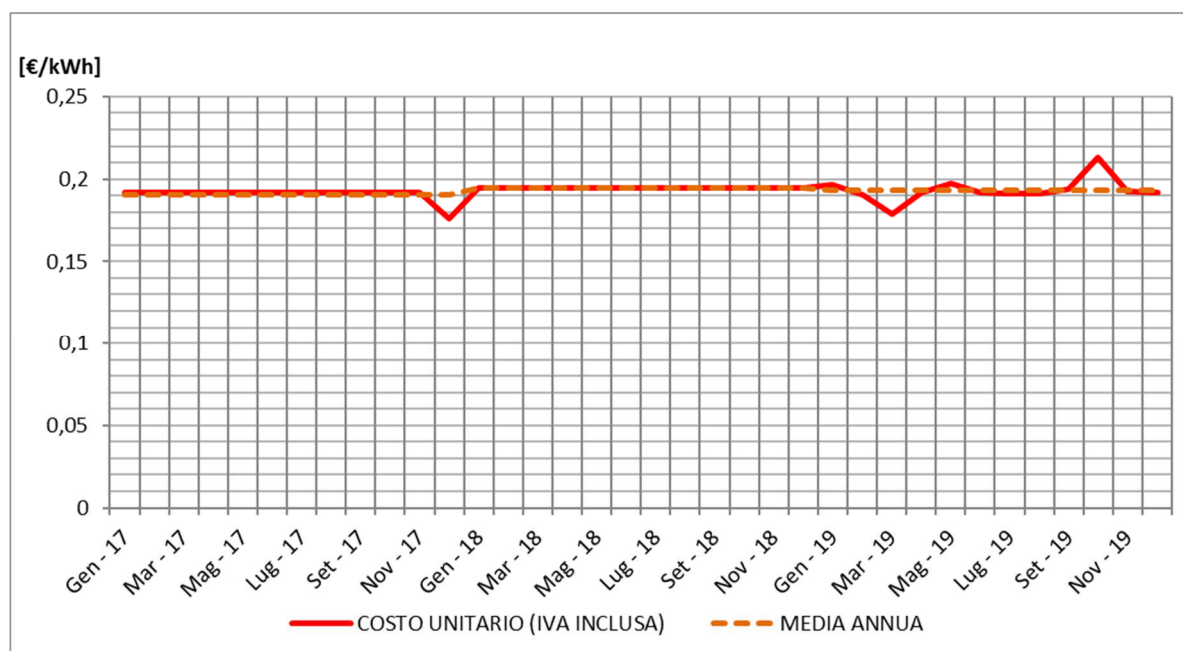
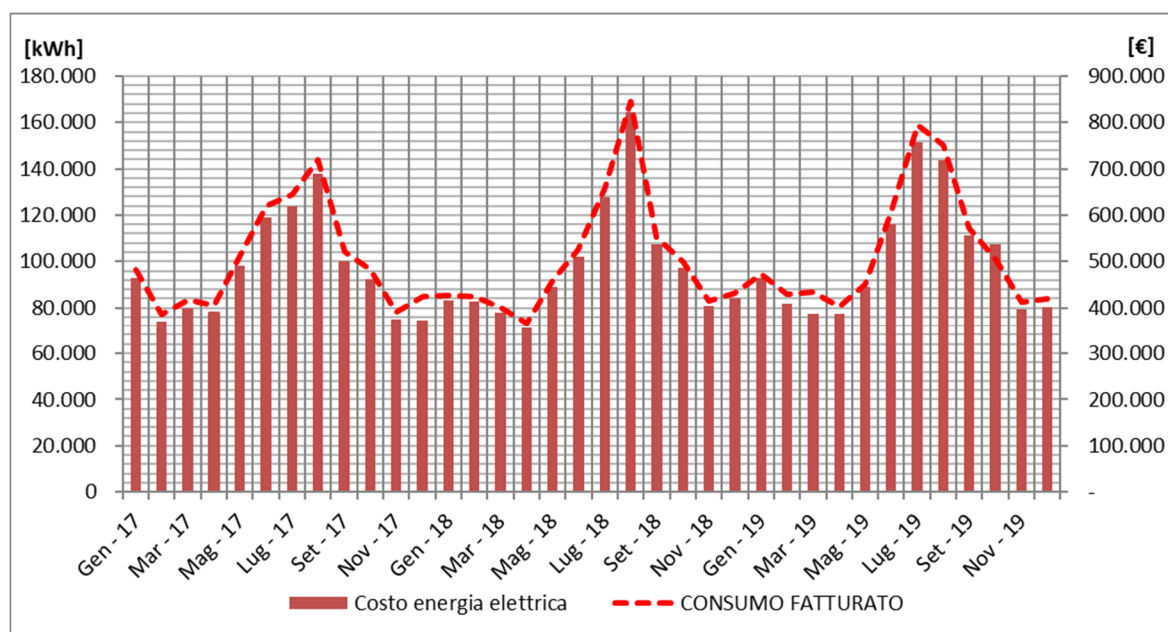


Figura 7.4 – Andamento dei consumi e dei costi dell’energia elettrica



Dall’analisi effettuata risulta evidente l’andamento dei costi piuttosto lineare con picchi nei mesi di luglio 2017, 2018 e 2019, il costo unitario presenta un andamento sinusoidale.

7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL’ANALISI

La valutazione dei costi consente l’individuazione delle tariffe utili – intesi come costi unitari o complessivi al netto della sola IVA – per la realizzazione dell’analisi costi-benefici.

Nella Tabella 7.5 sono sintetizzati i costi ed i consumi energetici precedentemente analizzati.

Tabella 7.5 – Sintesi dei consumi nel triennio di riferimento

ANNO	VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO			TOTALE
	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[€]
2016	1.391.000	150.973	0,109	6.491.068	1.233.303	0,19	1.384.276
2017	1.410.000	152.518	0,108	6.005.897	1.144.999	0,19	1.297.517
2018				6.005.261	1.167.767	0,19	1.167.767
2019	1.681.000	185.471	0,110	6.283.603	1.218.095	0,19	1.403.566
media	1.494.000	162.987	0,109	6.221.588	1.198.079	0,19	1.361.066
CAMST	115.166	12.555	0,109	356.874	68.564	0,19	81.118
media totale	1.378.834	150.433	0,109	5.864.714	1.129.515	0,19	1.279.948

I consumi relativi ai POD secondari di SPIM sono stati aggiunti al di fuori della media del quadriennio considerato; questo perché si ha solamente disponibile il consumo del 2019.

Ai fini del calcolo della Baseline dei costi si sono pertanto assunti i valori di riportati nella Tabella 7.6.

Tabella 7.6 – Valori di costo individuati per il calcolo della Baseline

Definizione			Valore	U.M.
Costo unitario dell'energia termica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	Cu _Q	0,110	[€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	Cu _{EE}	0,19	[€/kWh]

Tutti i costi indicati sono da considerarsi al lordo dell'IVA.

7.3 COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI

Il contratto di conduzione e manutenzione dell'impianto termico definisce per l'edificio oggetto della DE un canone annuale relativo alla conduzione e gestione dell'impianto termico, comprensiva della manutenzione ordinaria, preventiva, programmata, relativa agli impianti termici ed elettrici.

Dall'analisi del contratto in essere risultano copresi i seguenti servizi inerenti agli impianti analizzati:

- Conduzione/manutenzione impianti meccanici – sistema di supervisione tecnologica – presidio
- Verifica e controllo impianto aerulico
- Manutenzione ordinaria strutture edili, serramentistiche, impiantistiche
- Conduzione/manutenzione impianti elettrici speciali

La manutenzione straordinaria, invece, si è ricavata dai bilanci consuntivi messi a disposizione dall'amministrazione di condominio.

In questo caso i costi della manutenzione, stimati pari a 539.390 €, sono ripartiti in una quota ordinaria (C_{MO}) e in una quota straordinaria (C_{MS}) come segue:

$$C_{MS} = 0.1 \times C_M$$

$$C_{MO} = 0.9 \times C_M$$

Ai fini del calcolo della Baseline dei costi si sono pertanto assunti i valori di riportati nella Tabella 7.7 e 7.8

Tabella 7.7 – Valori di costo manutentivi individuati per il calcolo della Baseline termica

Definizione		Valore	U.M.
Costo per la gestione e manutenzione ordinaria	Corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere	CM _{O,T} 337.634	[€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	CM _{S,T} 65.650	[€/anno]

Tabella 7.8 – Valori di costo manutentivi individuati per il calcolo della Baseline elettrica

Definizione		Valore	U.M.
Costo per la gestione e manutenzione ordinaria	Corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere	CM _{O,E} 132.085	[€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	CM _{S,E} 4.022	[€/anno]

Tutti i costi indicati sono da considerarsi al lordo dell'IVA.

7.4 BASELINE DEI COSTI

I costi unitari dei vettori energetici precedentemente individuati, devono essere moltiplicati per i consumi normalizzati di baseline al fine di definire la baseline dei costi energetici, che verrà utilizzata per la definizione dei risparmi economici conseguibili a seguito della realizzazione delle EEM proposte.

La Baseline dei Costi è quindi definita come la somma della componente di costo di riferimento per la fornitura dei vettori energetici pre-intervento e la componente di costo di riferimento per la gestione e manutenzione ordinaria e straordinaria pre-intervento.

Per la componente energetica vale la seguente formula:

$$C_E = Q_{baseline} \times Cu_Q + EE_{baseline} \times Cu_{EE}$$

La Baseline dei Costi per il sistema edificio/impianti pre-intervento è pertanto uguale a:

$$C_{baseline} = C_E + C_{MO} + C_{MS}$$

Le componenti di manutenzione sono ottenute come somma della manutenzione ordinaria e straordinaria di impianto termico ed elettrico descritte nel paragrafo precedente

Ne risulta quindi un C_E pari a € 1.269.564 e un C_{baseline} pari a € 1.808.954.

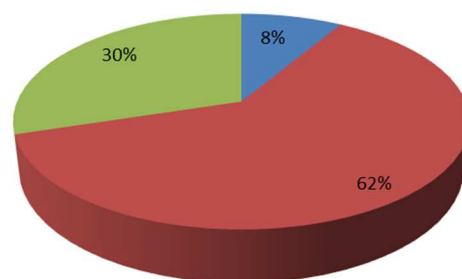
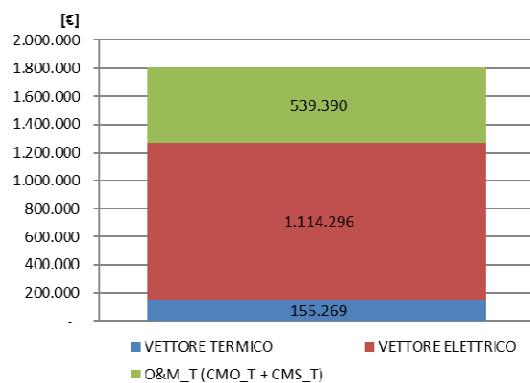
Tabella 7.9 – Valori di costo individuati per il calcolo della baseline termica, elettrica e totale

VETTORE TERMICO			O&M_T (C _{MO,T} + C _{MS,T})			TOTALE
Q _{baseline}	Cu _Q	C _Q	C _{M,T}	C _{MO,T}	C _{MS,T}	COSTI TERMICO
[kWh]	[€/kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
1.407.263	0,110	155.269	403.283	337.634	65.649	558.552

VETTORE ELETTRICO			O&M_E (C _{MO,E} + C _{MS,E})			TOTALE
EE _{baseline}	Cu _{EE}	C _{EE}	C _{M,E}	C _{MO,E}	C _{MS,E}	COSTI ELETTRICO
[kWh]	[€/kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
5.864.714	0,190	1.114.296	136.107	132.085	4.022	1.250.403

VETTORI		MANUTENZIONE
C_Q	C_{EE}	O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)
[€]	[€]	[€]
155.269	1.114.296	539.390

Figura 7.5 – Baseline dei costi e loro ripartizione



8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

8.1 DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI

8.1.1 Involucro edilizio

Non sono presenti interventi sull’involucro edilizio.

8.1.2 Impianto riscaldamento

EEM1: Recupero termico sul ricambio volumetrico d’aria di piani alti e piani bassi

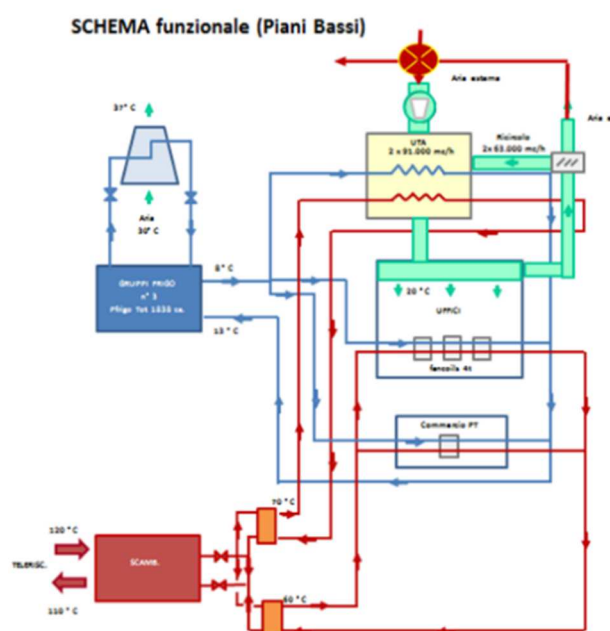
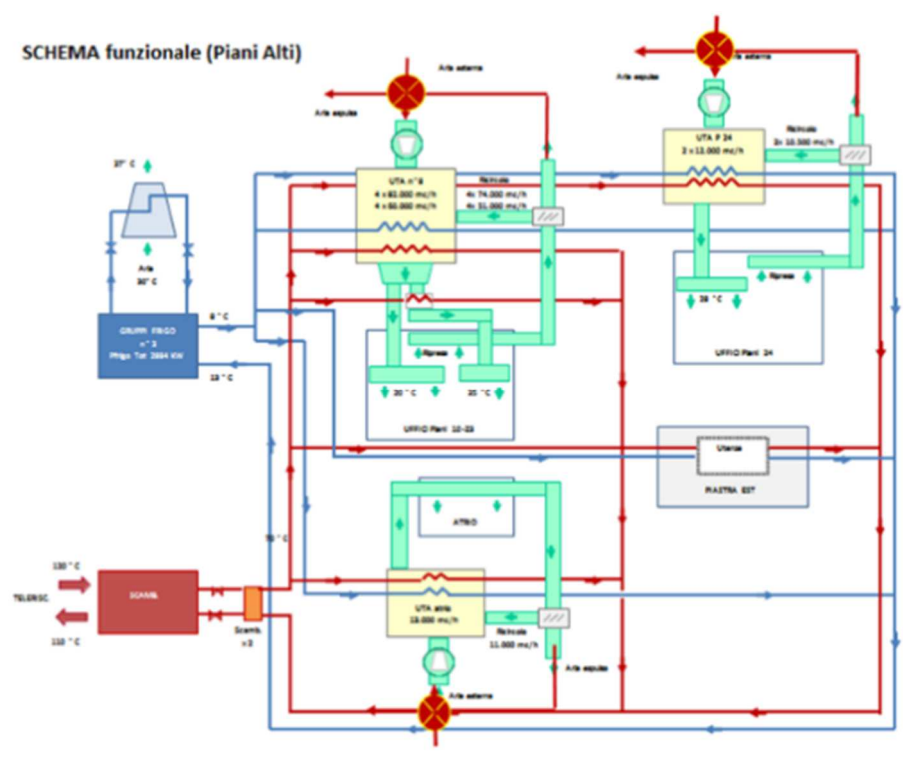


Figura 8.1 – piani alti + piani bassi - recuperi energetici sull’aria di ricambio



Caratteristiche funzionali e tecniche

Si prevede l'installazione di recuperatori costituiti da due batterie a pacco alettato collegate in circuito chiuso. Il liquido viene fatto circolare da una pompa ed una valvola a tre vie provvede al controllo del possibile brinamento della batteria posta sull'aria di espulsione. Le due batterie previste per ciascuna UTA saranno collegate mediante tubazioni in acciaio e pompa di circolazione che consenta il trasferimento dell'energia dall'aria in espulsione a temperatura interna (20° in inverno) all'aria di immissione (temperatura esterna). Si prevede che la circolazione dell'acqua avvenga solo nel periodo invernale, sfruttando l'alta differenza di temperatura tra i due flussi d'aria.

L'intervento è stato valutato considerando l'effetto dell'incremento di consumi energetici dovuti a:

- Pompe di circolazione tra le due batterie di recupero
- Incremento della prevalenza dei ventilatori di mandata e di espulsione causato dalla perdita di carico indotta dalle batterie aggiuntive.

In particolare la differenza tra minima tra temperatura esterna e temperatura interna è stata stimata in modo che l'energia termica recuperata risulti superiore all'energia elettrica necessaria per la circolazione dell'acqua nella pompa.

Assumendo la velocità dell'aria 4 m/s e le batterie a 2 ranghi si ottiene un rendimento medio pari a 25%.

Il dimensionamento delle batterie prevede che tutta l'aria estratta dall'ambiente sia espulsa, mentre il calcolo del risparmio energetico è stato condotto assumendo che l'espulsione sia pari a 1 volume/ora, pari al 20% dell'estrazione totale da UTA. Naturalmente il calcolo è condotto così a vantaggio di sicurezza, dato che l'aria espulsa e immessa, risulta pari o superiore al valore assunto a base del calcolo.

Descrizione dei lavori

La posa deve essere effettuata da personale tecnico specializzato che rilasci una garanzia di conformità di installazione del prodotto rispetto alle specifiche tecniche.

Le batterie dovranno essere installate sui canali di espulsione e di presa di aria esterna, avendo cura di realizzare appositi staffaggi strutturali per batterie, pompe e tubazioni che compongono il circuito di recupero.

Le attività previste per realizzare i lavori sono le seguenti:

- Rimozione tratto di canali sui quali si intende dei canali
- Installazione batterie
- Ripristino canali

La manutenzione deve essere realizzata con tecniche e prodotti compatibili con la resistenza chimica, fisica e meccanica del materiale e devono essere seguite le procedure di pulizia indicate dai produttori.

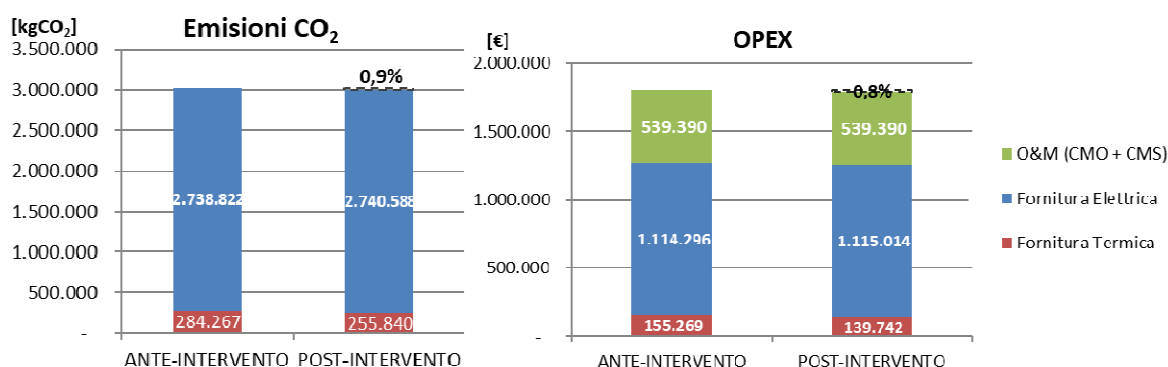
Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM1 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.2.

Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – Recupero termico sul ricambio volumetrico d'aria di piani alti e piani bassi

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM1 [Potenza installata scambiatori]	[kw]	4652	4488	3,5%
Q _{teorico}	[kWh]	1.442.072	1.297.865	10,0%
EE _{teorico}	[kWh]	5.863.119	5.866.899	-0,1%
Q _{baseline}	[kWh]	1.407.263	1.266.537	10,0%
EE _{baseline}	[kWh]	5.864.714	5.868.496	-0,1%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	284.267	255.840	10,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	2.738.822	2.740.588	-0,1%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	3.023.089	2.996.428	0,9%

Fornitura Termica, C _Q	[€]	155.269	139.742	10,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	1.114.296	1.115.014	-0,1%
Fornitura Energia, C_E	[€]	1.269.564	1.254.756	1,2%
C _{MO}	[€]	469.719	469.719	0,0%
C _{MS}	[€]	69.671	69.671	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	539.390	539.390	0,0%
OPEX	[€]	1.808.954	1.794.146	0,8%
Classe energetica	[-]	G	F	1 classe

Figura 8.2 – EEM1: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline**EEM2: Installazione inverter su UTA principali piani alti+bassi****Generalità**

Con questo intervento si intendono dotare di inverter i motori dei ventilatori delle UTA a servizio dell'edificio (piani alti e piani bassi).

L'intervento risulta già essere stato eseguito su l'UTA 1.4 installata al 26° piano e a servizio di una porzione dei piani alti.

Caratteristiche funzionali e tecniche

L'installazione degli inverter viene proposta per ridurre il numero di giri dei ventilatori al numero minimo funzionale all'erogazione dell'aria nelle quantità previste da progetto. Si assume, per essere cautelativi, che il risparmio conseguibile sia pari al 10% del consumo attuale.

Descrizione dei lavori

La posa deve essere effettuata da personale tecnico specializzato che rilasci una garanzia di conformità di installazione del prodotto rispetto alle specifiche tecniche.

Le principali operazioni che accompagneranno la fornitura e posa degli inverter saranno:

- togliere il contattore e quindi modificare il quadro
- posare l'inverter su una apposita struttura
- collegare l'inverter al quadro esistente e poi collegare l'inverter al motore
- cablare i nuovi ausiliari per il comando dell'inverter in funzione delle logiche dell'impianto e le segnalazioni di allarme
- programmazione, taratura e collaudo

Al termine dell'installazione dovrà essere condotta la taratura di tutte le serrande e le bocchette, in modo da minimizzare le perdite di carico, assegnando all'inverter la funzione di ridurre globalmente la portata erogata.

La manutenzione deve essere realizzata con tecniche e prodotti compatibili con la resistenza chimica, fisica e meccanica del materiale e devono essere seguite le procedure di pulizia indicate dai produttori.

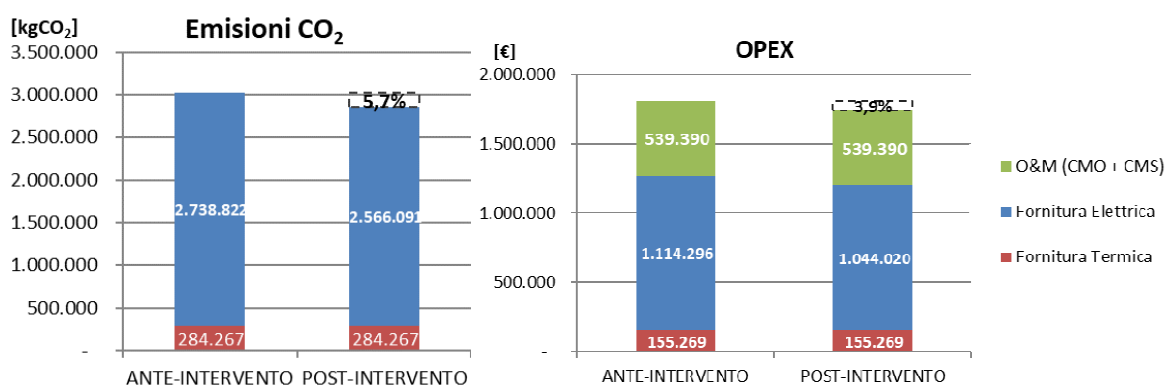
Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione della EEM2 sono riportati nella Tabella 8.2 e nella Figura 8.3.

Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – Sostituzione UTA principali con riduzione del flusso di ricambio aria

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM2 [Installazione inverter sui ventilatori delle UTA]	[kW]	1091	1036,45	5,0%
Q _{teorico}	[kWh]	1.442.072	1.442.072	0,0%
EE _{teorico}	[kWh]	5.863.119	5.493.348	6,3%
Q _{baseline}	[kWh]	1.407.263	1.407.263	0,0%
EE _{baseline}	[kWh]	5.864.714	5.494.843	6,3%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	284.267	284.267	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	2.738.822	2.566.091	6,3%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	3.023.089	2.850.359	5,7%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	155.269	155.269	0,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	1.114.296	1.044.020	6,3%
Fornitura Energia, C_E	[€]	1.269.564	1.199.289	5,5%
C _{MO}	[€]	469.719	469.719	0,0%
C _{MS}	[€]	69.671	69.671	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	539.390	539.390	0,0%
OPEX	[€]	1.808.954	1.738.679	3,9%
Classe energetica	[-]	G	F	1 classe

Figura 8.3 – EEM2: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



EEM3: Sostituzione gruppi frigo piani alti con pompe di calore aria/acqua riducendo l'utilizzo del teleriscaldamento**Generalità**

Questa soluzione prevede una connessione tra i due circuiti, attualmente separati, Piani Bassi e Piani Alti costituendo una centrale termo-frigorifera comune. La configurazione prevede il mantenimento dell'allaccio al teleriscaldamento con un impegno di questo intorno al 15 % dello stato attuale.

Si prevede la riduzione dell'utilizzo del teleriscaldamento, riducendo la taglia degli scambiatori di calore attualmente installati ai seguenti:

- 450 kW per piani alti
- 200 kW per piani bassi

Verranno dismessi i gruppi frigo dei piani alti e le rispettive torri evaporative. Lo spazio attualmente occupato dalle torri evaporative di cui si prevede la dismissione sarà sostituito da 2 pompe di calore acqua-aria con potenza termica 800 kW/cad. e frigorifera 750 kW/cad.

Le pompe di calore e i gruppi frigo dei piani bassi saranno collegate al sistema di distribuzione dei piani alti. Le pompe di calore proposte saranno dotate di compressori a vite di tipo semiermetico dedicati per l'utilizzo di R134a, ventilatori elicoidali, batteria di scambio termico con tubi in rame e alette in alluminio, scambiatore a fascio tubiero e valvola di espansione elettronica.

Caratteristiche funzionali e tecniche

La motivazione tecnologica è quella di utilizzare il teleriscaldamento per andare a coprire le punte di domanda (sistema di backup) mediante un circuito dedicato che alimenta direttamente le batterie di post riscaldamento a valle delle condutture aeree.

La nuova centrale termo-frigorifera è composta da quattro gruppi in tutto; due pompe di calore e due gruppi frigo.

L'integrazione di produzione frigorifera/termica indipendente dalla temperatura esterna (gruppi frigo condensati ad acqua e teleriscaldamento) con pompe di calore aria-acqua, consente massimizzare i rendimenti del sistema di produzione, favorendo il funzionamento delle pompe di calore quando le temperature sono più miti e sfruttando l'intero potenziale dei gruppi frigo e del teleriscaldamento quando le temperature raggiungono valori estremi, sia in estate che in inverno.

Descrizione dei lavori

La posa deve essere effettuata da personale tecnico specializzato che rilasci una garanzia di conformità di installazione del prodotto rispetto alle specifiche tecniche.

La manutenzione deve essere realizzata con tecniche e prodotti compatibili con la resistenza chimica, fisica e meccanica del materiale e devono essere seguite le procedure di pulizia indicate dai produttori.

Le pompe di calore integrative saranno installate nella posizione ad oggi occupata dalle torri evaporative a servizio dei gruppi frigoriferi dei piani alti. Sarà necessaria lo smantellamento delle tubazioni del circuito di torre piani alti e l'installazione di due circuiti che colleghino le pompe di calore con i sistemi di distribuzione dei piani alti e piani bassi con separazione del circuito primario dai due circuiti secondari mediante scambiatori a piastre.

Al termine dei lavori andrà integrato il sistema di regolazione e controllo che operi in maniera intelligente; nella stagione invernale si darà la priorità al funzionamento delle pompe di calore rispetto al teleriscaldamento; nella stagione estiva si darà la priorità ai gruppi frigo condensati ad acqua rispetto alle pompe di calore.

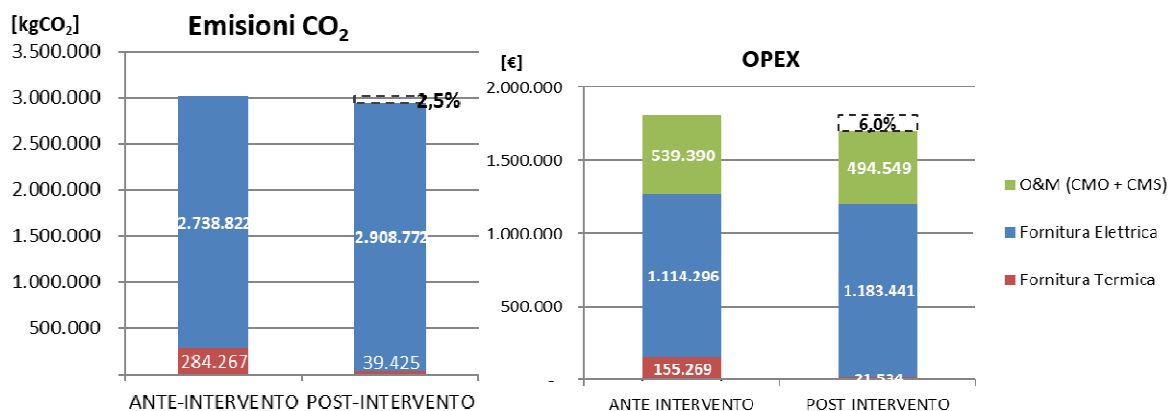
Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM3 sono riportati nella Tabella 8.3 e Figura 8.4

Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM3 – Sostituzione GF attuali con pompe di calore aria/acqua e nuovi gruppi frigo riducendo l'utilizzo del teleriscaldamento

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM3 [Sostituzione parziale di GF e Telerisc. con pompe di calore aria/acqua]	[kW]	4652	650	86,0%
Q _{teorico}	[kWh]	1.442.072	200.000	86,1%
EE _{teorico}	[kWh]	5.863.119	6.226.940	-6,2%
Q _{baseline}	[kWh]	1.407.263	195.172	86,1%
EE _{baseline}	[kWh]	5.864.714	6.228.635	-6,2%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	284.267	39.425	86,1%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	2.738.822	2.908.772	-6,2%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	3.023.089	2.948.197	2,5%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	155.269	21.534	86,1%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	1.114.296	1.183.441	-6,2%
Fornitura Energia, C_E	[€]	1.269.564	1.204.975	5,1%
C _{MO}	[€]	469.719	432.611	7,9%
C _{MS}	[€]	69.671	61.938	11,1%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	539.390	494.549	8,3%
OPEX	[€]	1.808.954	1.699.523	6,0%
Classe energetica	[-]	G	D	+2 classi

Figura 8.4 – EEM3: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



8.1.3 Impianto produzione acqua calda sanitaria

Non sono previsti interventi di miglioramento specifici per la produzione di acs.

8.1.4 Impianto di ventilazione e climatizzazione estiva

Non sono previsti interventi migliorativi specifici per la climatizzazione estiva.

8.1.5 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico

EEM4: Installazione lampade a led

Il presente intervento riguarda la sostituzione di parte delle lampade neon presenti con altre di nuova tecnologia a led.

A seguito di un sopralluogo effettuato si è confermata la presenza in tutto l’immobile di neon e corpi lampada fuori standard. Questo consegue la sostituzione dell’intero corpo lampada e la realizzazione di un componente apposito per tale applicazione, onde evitare stravolgimenti del controsoffitto e della canalizzazione sovrastante ed allo stesso tempo avere un prodotto certificato. L’intervento dovrà inoltre essere preceduto, integrato da un rilievo illuminotecnico anche in relazione alle caratteristiche dei nuovi corpi illuminanti che verifichi l’effettivo numero di corpi da sostituire, che verifichi i livelli di illuminamento attuali e consenta la progettazione delle nuove lampade in modo da garantire i livelli di illuminamento previsti dalle norme tecniche vigenti.

L’intervento migliorativo considera un numero cautelativo di corpi illuminanti (4.470 corpi illuminanti da sostituire), riferiti ai piani 2°-3°-4°-8°-9° e quindi dal 10° al 22°. Gli altri piani sono stati esclusi in quanto sono già in corso interventi di sostituzione con lampade a led.

L’intervento di Relamping proposto si prefigge l’obiettivo di massimizzare il risparmio energetico abbassando il consumo specifico dei nuovi corpi illuminanti ma occorrerà rispettare alcuni presupposti o specifiche funzionali tra cui:

- Limitare quanto più possibile gli interventi sugli impianti elettrici di distribuzione al fine di ridurre i disagi ai lavoratori della struttura ed i costi del relamping. Per rispettare tale condizione non si sono valutati in questa fase modifiche dei sistemi di accensione o dei relativi circuiti e nemmeno si sono valutati sistemi di automazione per ottimizzare ulteriormente i consumi quali sensori di presenza, sensori di intensità luminosa, regolatori di flusso, DALI, ecc.
- Evitare interventi sulle strutture edili esistenti, pertanto poiché i corpi illuminanti esistenti sono stati realizzati appositamente per quel tipo di struttura e controsoffitto (apparecchi “custom”) anche i nuovi corpi illuminanti dovranno avere le stesse caratteristiche meccaniche e dimensionali, al fine di non dover modificare le strutture. Saranno pertanto anche i nuovi oggetti “custom”.
- Garantire il rispetto dei parametri ambientali ed ergonomici per gli ambienti in cui dovranno essere installati, ossia uffici operativi pubblici, pertanto il nuovo impianto luci dovrà garantire:
 - Livello di illuminamento medio conforme alle prescrizioni della norma (300 lux).
 - Uniformità almeno pari a 0,5
 - Resa cromatica RA>80.
 - Temperatura di colore 3000°K.
 - Indice di Abbagliamento < RG19.

Al fine di soddisfare i parametri prestazionali esposti al capitolo precedente la scrivente ha eseguito una ricognizione di mercato tra i vari produttori di lampade e corpi illuminanti, per individuare la fattibilità tecnico/economica di ottenere dei prodotti custom.

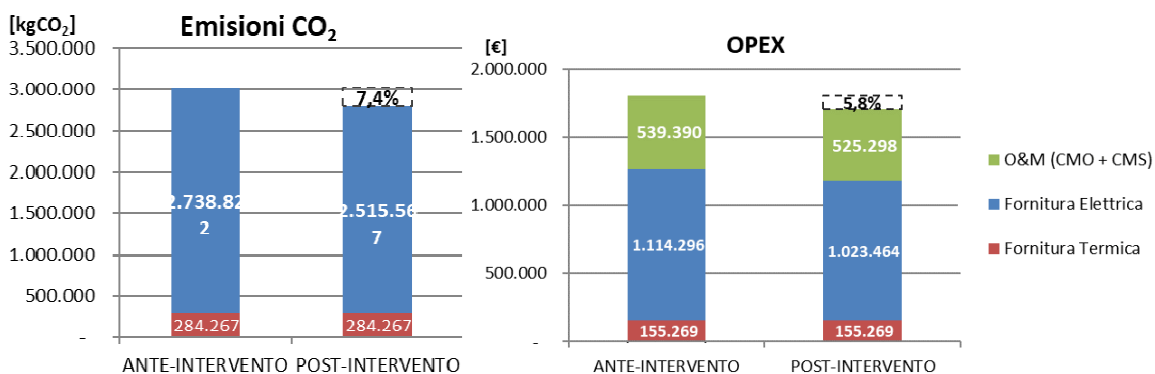
Sono state così individuate 2 imprese che si sono offerte di produrre lampade custom; di seguito le caratteristiche dei corpi illuminanti ideati e realizzabili da una delle 2 imprese, che ha fornito una descrizione tecnica più completa e idonea.

POS.	Tipologia
1	APPARECCHIO SPECIALE TIPO BANDRASTER AVENTE DIMENSIONE 1080X180Xh100mm. CON OTTICA PARABOLICA IN ALUMINIO ANODIZZATO SATINATO L. 840mm, LED Ra80 4000K 2110 Lm 350mA 12,3W CABLAGGIO ELETTRONICO ON-OFF
2	APPARECCHIO SPECIALE AVENTE DIMENSIONE 120X200Xh100mm. CON ASOLATURA PER ARIA CONDIZIONATA NELLA PARTE POSTERIORE, OTTICA

PARABOLICA IN ALUMINIO ANODIZZATO SATINATO, LED Ra80 4000K 2800 Lm 350mA 16,4W CABLAGGIO ELETTRONICO ON-OFF
--

Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM4 – Installazione lampade LED

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM4 [Installazione lampade LED]	[KW]	187,74	54,981	70,7%
Q _{teorico}	[kWh]	1.442.072	1.442.072	0,0%
EE _{teorico}	[kWh]	5.863.119	5.385.187	8,2%
Q _{baseline}	[kWh]	1.407.263	1.407.263	0,0%
EE _{Baseline}	[kWh]	5.864.714	5.386.652	8,2%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	284.267	284.267	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	2.738.822	2.515.567	8,2%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	3.023.089	2.799.834	7,4%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	155.269	155.269	0,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	1.114.296	1.023.464	8,2%
Fornitura Energia, C_E	[€]	1.269.564	1.178.732	7,2%
C _{MO}	[€]	469.719	455.627	3,0%
C _{MS}	[€]	69.671	69.671	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	539.390	525.298	2,6%
OPEX	[€]	1.808.954	1.704.031	5,8%
Classe energetica	[-]	G	D	+2 classi

Figura 8.7 – EEM1: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline

8.1.6 Impianto di generazione da fonti rinnovabili

Non sono previsti interventi su impianti di generazione da fonti rinnovabili

9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

9.1 ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

EEM1: Recupero termico sul ricambio volumetrico d'aria - piani alti+piani bassi

E' stato redatto un computo metrico per stimare l'importo potenziale degli interventi, utilizzando le voci del prezzario della Regione Liguria messo a disposizione dalla stazione appaltante.

Il costo dell'intervento è stato quantificato in 109.897 € (IVA incl.).

EEM2: Installazione di inverter sui motori dei ventilatori delle UTA dei piani alti e bassi, con riduzione della potenza elettrica erogata

E' stato redatto un computo metrico per stimare l'importo potenziale degli interventi, utilizzando le voci del prezzario delle OO.PP. del Comune di Milano 2020 per gli inverter e per i costi manodopera è stato utilizzato il prezzario della Regione Liguria messo a disposizione dalla stazione appaltante.

Il costo dell'intervento è stato quantificato in € 209.724 (IVA incl.).

EEM3: Sostituzione GF attuali con pompe di calore aria/acqua e nuovi gruppi frigo riducendo l'utilizzo del teleriscaldamento

E' stato redatto un computo metrico per stimare l'importo potenziale degli interventi, utilizzando le voci del prezzario delle OO.PP. del Comune di Milano 2020 per la fornitura e posa degli apparecchi e impianto di distribuzione termico e frigorifero, e una valutazione a corpo per le lavorazioni accessorie.

Il costo dell'intervento è stato quantificato in € 800.500 (IVA incl.).

EEM4: Installazione lampade LED fuori standard

E' stato redatto un computo metrico per stimare l'importo potenziale degli interventi, utilizzando le offerte fatte da un'azienda in grado di riprodurre delle lampade a LED che possono andare a sostituire le attuali presenti. L'intervento è stato svolto con rilievo a campione e non puntuale, però risulta comunque significativo.

Il costo dell'intervento è stato quantificato in € 779.836 (IVA incl.).

9.2 ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

L'analisi di convenienza delle singole EEM analizzate è stata svolta tramite la valutazione dei principali indicatori economici d'investimento secondo il metodo dei flussi di cassa, valutando chiaramente i valori dei costi, ricavi, flussi di cassa e redditività.

Si è inoltre posta particolare attenzione nella valutazione dei possibili sistemi incentivanti applicabili agli scenari (Conto Termico, Titoli di Efficienza Energetica, ecc.), con la quantificazione dell'importo incentivabile e l'analisi dei flussi di cassa e degli indicatori finanziari con e senza il contributo degli incentivi considerati.

In relazione all'applicabilità del meccanismo di incentivazione Conto Termico 2.0, per quanto non sia stato previsto nell'ambito degli interventi migliorativi considerati, è opportuno precisare che, fermo restando quanto previsto dal D.M. 16 febbraio 2016 in merito ai requisiti minimi dei singoli interventi:

- per gli interventi sulle parti comuni, essendo afferenti al Condominio, non è possibile accedere a tale incentivo nel caso tali interventi rientrino fra quelli riservati alle Amministrazioni Pubbliche (art. 4 comma 1 del D.M. 16 febbraio 2016), ma unicamente se si tratta di interventi che riguardano tecnologie rinnovabili termiche (di cui art. 4 comma 2 del D.M. 16 febbraio 2016), con contributo erogato in 2 o 5 anni

- per gli interventi nelle parti private, per quanto riguarda esclusivamente le proprietà di SPIM e Comune di Genova, in prima analisi, è possibile accedere eventualmente al Conto Termico 2.0 per gli interventi relativi all'illuminazione interna

In generale si ritiene che gli interventi sui sistemi di regolazione (i.e. Building Automation), prudenzialmente si possono ritenere afferenti alle parti comuni; di conseguenza non possano accedere al Conto Termico 2.0.

Gli indicatori economici d'investimento utilizzati sono:

- TRS (tempo di ritorno semplice);
- TRA (tempo di ritorno attualizzato);
- VAN (valore attuale netto);
- TIR (tasso interno di rendimento)
- IP (indice di profitto);

Essi sono così definiti:

1) Tempo di ritorno semplice (TRS):

$$TRS = \frac{I_0}{\overline{FC}}$$

Dove:

- I_0 è il valore dell'investimento iniziale;
- \overline{FC} è il flusso di cassa medio annuale, calcolato come la media aritmetica sugli anni di vita utile della somma algebrica dei costi e dei benefici generati dall'investimento.

2) Tempo di ritorno attualizzato (TRA):

$$TRA = \frac{I_0}{\overline{FC}_{att}}$$

Dove:

- I_0 è il valore dell'investimento iniziale;
- \overline{FC}_{att} è il flusso di cassa attualizzato medio annuale, calcolato come la media aritmetica sugli anni di vita utile della somma algebrica dei costi e dei benefici generati dall'investimento, opportunamente attualizzati tramite il tasso di attualizzazione.

$$FC_{att,n} = \frac{FC_{ve}(1+f)^n (1+f'_{ve})^n + FC_m(1+f)^n (1+f'_m)^n + B}{(1+R)^n}$$

Dove:

- FC_n è il flusso di cassa all'anno n-esimo;
- f è il tasso di inflazione;
- f'_{ve} è la deriva dell'inflazione dei vettori energetici;
- f'_m è la deriva dell'inflazione della manutenzione
- B è la incentivazione
- R è il tasso di sconto;

3) Valore Attuale Netto (VAN) del progetto:

$$VAN = \sum_{j=1}^n FC_{att,j} - I_0$$

Dove:

- n sono gli anni di vita utile per le singoli EEM proposte, o, 15 anni per SCN1 e 25 anni per SCN2; In merito alla vita utile n degli interventi per la definizione delle EEM si richiede di fare riferimento alla norma UNI EN 15459-1:2018 (ANNEX D), nella sua versione aggiornata, scegliendo il valore inferiore in presenza di range, nella quale vengano anche riportate le percentuali del costo di manutenzione rispetto al costo di investimento da considerare nel calcolo.

4) Tasso Interno di Rendimento (TIR), è il valore di i che rende il $VAN = 0$.

5) Indice di Profitto (IP):

$$IP = \frac{VAN}{I_0}$$

I tassi di interesse utilizzati per le operazioni di attualizzazione e analisi economico sono i seguenti:

- Tasso di sconto: **$R = 4\%$**
- Tasso di inflazione relativa al costo dei vettori energetici e dei servizi di manutenzione: **$f = 0.5\%$**
- Deriva dell'inflazione relativa al costo dei vettori energetici **$f'_{ve} = 0.7\%$** e dei servizi di manutenzione **$f'_m = 0\%$**

I risultati dell'analisi economica tramite flussi di cassa sono poi stati rappresentati mediante tipici grafici a farfalla, dal quale è possibile evincere i flussi di cassa cumulati di progetto, l'investimento capitale iniziale, I_0 , e il TRS.

Analogamente la rappresentazione grafica dei flussi di cassa cumulati attualizzati permetterà la visualizzazione del TRA e del VAN.

Di seguito si riportano i flussi di cassa ed i risultati dell'analisi di convenienza delle singole EEM proposte.

Il dettaglio dei calcoli è riportato all' Allegato B – Elaborati.

EEM1: Installazione recuperatori di calore a batterie alettate - piani alti+piani bassi

L'analisi di convenienza effettuata per la EEM 1 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

Tabella 9.1 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1

PARMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	109.897
Oneri Finanziari $\%I_0$	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	15
Incentivo annuo	B	€/anno	-
Durata incentivo	n_B	anni	0
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI

Tempo di rientro semplice	TRS	7,4	7,4
Tempo di rientro attualizzato	TRA	8,9	8,9
Valore attuale netto	VAN	44.479	44.479
Tasso interno di rendimento	TIR	9,9%	9,9%
Indice di profitto	IP	0,40	0,40

I flussi di cassa rappresentativi dell’analisi sono riportati nelle Figura 9.1 e Figura 9.2.

Figura 9.1 –EEM1: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

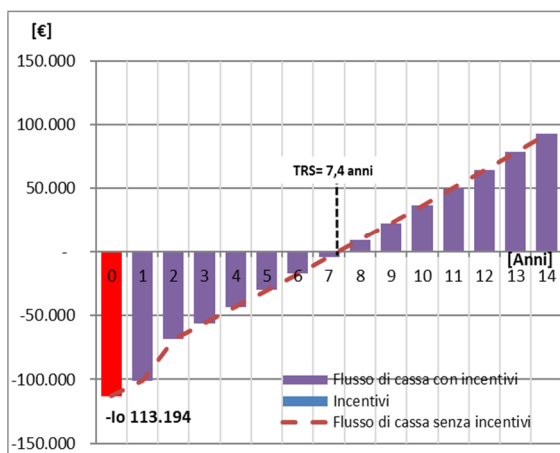
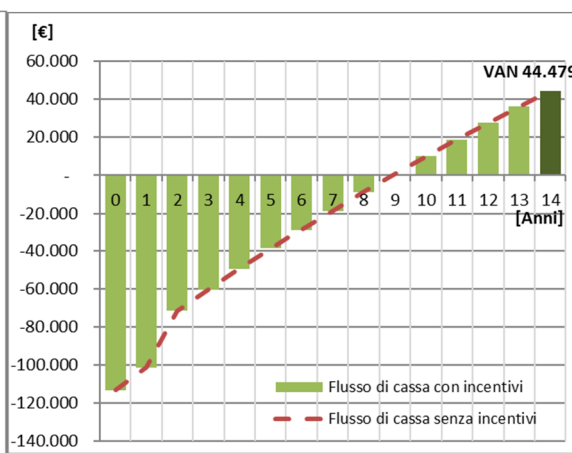


Figura 9.2 – EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



EEM2: Installazione inverter su ventilatori UTA piani alti e bassi

L’analisi di convenienza effettuata per la EEM 2 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

Tabella 9.2 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM2

PARMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	209.724
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	15
Incentivo annuo	B	€/anno	-
Durata incentivo	n_B	anni	0
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	3,1	3,1
Tempo di rientro attualizzato	TRA	3,5	3,5
Valore attuale netto	VAN	480.264	480.264
Tasso interno di rendimento	TIR	30,4%	30,4%
Indice di profitto	IP	2,29	2,29

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.3 e Figura 9.4

Figura 9.3 – EEM2: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

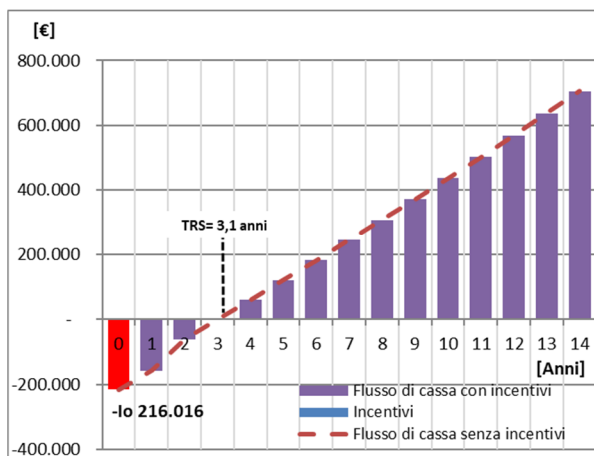
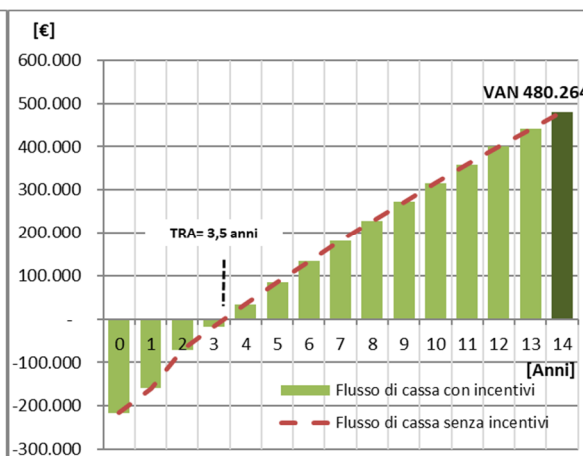


Figura 9.4 – EEM2: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



EEM3: Installazione pompe di calore aria/acqua riducendo l'utilizzo del teleriscaldamento

E' stata valutata, in merito al EEM 3, la possibilità di accesso al “Conto Termico 2.0” (DM 16/02/16) il quale non esclude la possibilità di accesso all'incentivo per installazione di PdC in sostituzione di impianto di climatizzazione invernale esistente a teleriscaldamento. Tuttavia da un confronto diretto di RINA con i tecnici del GSE è emerso come tale configurazione risulti di difficile incentivazione, essendo il teleriscaldamento una tipologia impiantistica già in altre occasioni promossa e premiata dal normatore (si veda a mero titolo esemplificativo il DM 102/14).

Si propone che EEM 3 sia incentivata mediante titoli di efficienza energetica, dato che rientra nei progetti ammissibili ai sensi dell'Allegato 2 DM 11/01/2017. Secondo la tabella 1 del decreto citato, l'intervento risulta avere vita utile pari a 7 anni.

Si assume un valore di riferimento per i TEE pari a 260 €/tep, valore mediamente registrato nel corso del 2019.

Sarà necessario realizzare un progetto a consuntivo.

E' stato valutato che l'intervento possa consentire un risparmio di 104,9 tep/anno, corrispondenti ad un incentivo annuo 27.283 € per 7 anni.

L'analisi di convenienza effettuata per la EEM 3 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

Tabella 9.3 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM3

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 800.500
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%] 3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%] 22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni 3
Vita utile	n	anni 20
Incentivo annuo	B	€/anno 10.528
Durata incentivo	n_B	anni 7
Tasso di attualizzazione	i	[%] 3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI

Tempo di rientro semplice	TRS	7,4	6,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	9,0	8,4
Valore attuale netto	VAN	579.643	642.834
Tasso interno di rendimento	TIR	11,8%	12,8%
Indice di profitto	IP	0,72	0,80

I flussi di cassa rappresentativi dell’analisi sono riportati nelle Figura 9.5 e Figura 9.6

Figura 9.5 – EEM3: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

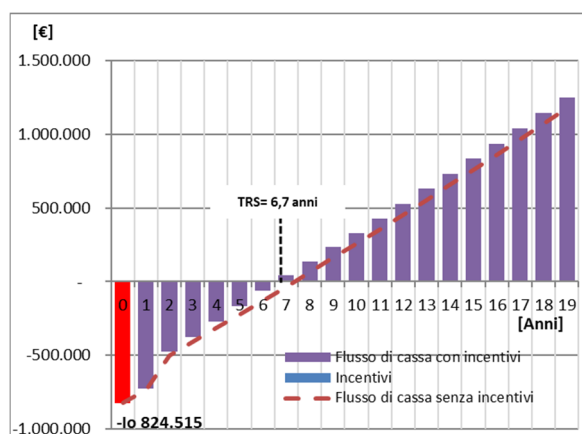
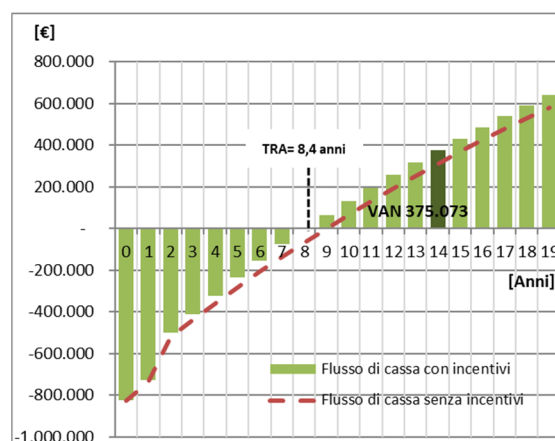


Figura 9.6 – EEM3: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



EEM4: Installazione lampade LED fuori standard

L’analisi di convenienza effettuata per la EEM 4 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

Tabella 9.4 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM4

PARMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	779.836
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	20
Incentivo annuo	B	€/anno	-
Durata incentivo	n_B	anni	0
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	7,5	7,5
Tempo di rientro attualizzato	TRA	9,3	9,3
Valore attuale netto	VAN	571.309	571.309
Tasso interno di rendimento	TIR	11,8%	11,8%
Indice di profitto	IP	0,73	0,73

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.5 e Figura 9.6

Figura 9.7 – EEM4: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

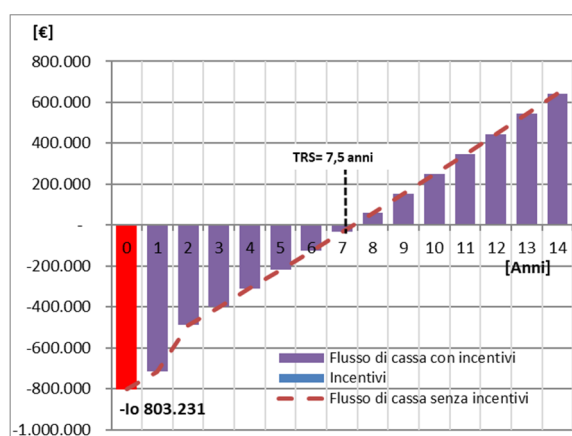
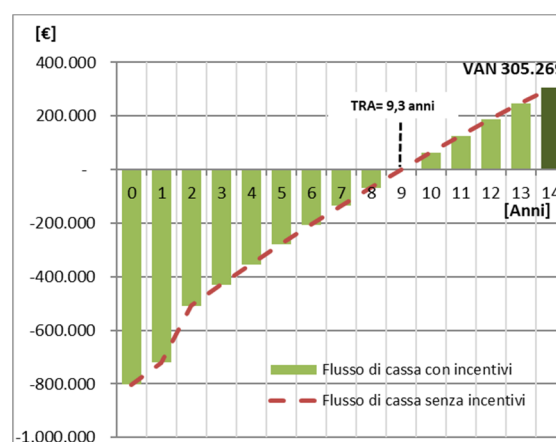


Figura 9.8 – EEM4: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle Tabella 9.5 e Tabella 9.6.

Tabella 9.5 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso senza incentivi

SENZA INCENTIVI												
	% Δ_Q	% Δ_{EE}	% Δ_{CO_2}	ΔC_E	$\Delta C_{O\&M}$	I_0	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
EEM 1	10%	0%	1%	14.808	0	-109.897	7,4	8,9	15,0	44.479	9,9	0,41
EEM 2	0%	6%	6%	70.276	0	-209.724	3,1	3,5	15,0	480.264	30	2,3
EEM 3	86%	-6%	3%	64.589	44.091	-800.500	7,4	9,0	20,0	579.643	12	0,72
EEM 4	0%	8%	7%	90.832	13.806	-779.836	7,5	9,3	20,0	571.309	12	0,73

Oltre agli indicatori finanziari precedentemente descritti, i parametri elencati in tabella sono i seguenti:

- % Δ_Q è il valore percentuale di variazione dei consumi energetici rispetto al baseline energetico complessivo termico;
- % Δ_{EE} è il valore percentuale di variazione dei consumi energetici rispetto al baseline energetico complessivo elettrico;
- % Δ_{CO_2} è il valore percentuale di riduzione delle emissioni di CO2 rispetto al baseline dell'emissioni complessivo (termico + elettrico);
- ΔC_E è il risparmio economico annuo attribuibile alla riduzione dei consumi energetici (termico + elettrico); assume valori positivi;
- ΔC_{MO} è la variazione di costo annuo attribuibile al nuovo costo per la gestione e la manutenzione ordinaria; assume valori positivi per un decremento e valori negativi per un incremento;
- ΔC_{MS} è la variazione di costo annuo attribuibile al nuovo costo previsto per la manutenzione straordinaria; assume valori positivi per un decremento e valori negativi per un incremento;
- I_0 è il valore dell'investimento iniziale per la realizzazione dell'intervento; assume valori negativi;

Tabella 9.6 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso con incentivi

	CON INCENTIVI											
	% Δ_Q	% Δ_{EE}	% Δ_{CO_2}	ΔC_E	$\Delta C_{O\&M}$	I_0	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[an ni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
EEM 1	10%	0%	1%	14.808	0	-109.897	7,4	8,9	15,0	44.479	9,9	0,41
EEM 2	0%	6%	6%	70.276	0	-209.724	3,1	3,5	15,0	480.264	30	2,3
EEM 3	86%	-6%	3%	64.589	44.091	-800.500	6,7	8,4	20,0	642.834	13	0,80
EEM 4	0%	8%	7%	90.832	13.806	-779.836	7,5	9,3	20,0	571.309	12	0,73

9.3 IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO

A seguito dell'analisi delle singole misure di efficienza energetica è stato possibile la definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposti, di cui sia stata accertata la fattibilità tecnica ed economica

La scelta degli scenari ottimale è quindi stata effettuata a partire dai risultati riportati nella tabella di cui sopra, tramite la comparazione di VAN ed IP dei diversi casi delle singole EEM, valutati per ciascun scenario considerando una vita utile in termini di TRS accettabile e la sostenibilità finanziaria degli investimenti in termini di DSCR e LLCR.

Per fattibilità economica delle soluzioni integrate si intendere accettabili le soluzioni che verificano il seguente scenario economico:

- Scenario ottimale 1, (SCN1), basato su una durata della concessione di 15 anni, compreso 1 anno per la realizzazione dei lavori

Non è stato riportato lo scenario 2 con durata concessione di 25 anni poiché tutti gli interventi analizzati sono economicamente fattibili nell'arco di una concessione pari a 15 anni; in aggiunta non si è rivelato interessante dal punto di vista economico-finanziario

La valutazione della fattibilità tecnico-economica è stata effettuata considerando l'intervento di una ESCO, considerando per la stessa una remunerazione economica di mercato

Nella formulazione del Piano Economico-Finanziario indicativo degli scenari ottimali, si è assunto che i capitali per la realizzazione degli interventi siano resi disponibili da un privato, con una ripartizione dell'investimento al 20% tramite mezzi propri (equity) ed all'80% tramite finanziamento terzi (debito). Nel calcolo del VAN di Progetto il tasso di attualizzazione i usato coincide con il WACC (costo medio ponderato del capitale) e sarà calcolato sulla base della seguente equazione:

$$WACC = K_d \times \frac{D}{D + E} \times (1 - \tau) + K_e \times \frac{E}{D + E}$$

Dove:

- K_d è costo del debito, sarà ipotizzato pari a 3.82%
- K_e è il costo dell'equity, ossia il rendimento atteso dall'investitore, sarà ipotizzato pari a 9.00%
- D è il Debito, pari a 80% di I_0
- E è l'Equity, pari a 20% di I_0
- $\frac{D}{D+E}$ è la leva finanziaria, sarà quindi pari a 80%

- τ è l'aliquota fiscale, posta pari al 27.9% essendo la somma dell'aliquota IRES, pari al 24%, e quella IRAP pari al 3,9%.

L'ultima dimensione di analisi è la valutazione della sostenibilità finanziaria. Infatti, non tutti gli investimenti economicamente convenienti risultano poi fattibili dal punto di vista finanziario. La sostenibilità finanziaria di un progetto può essere espressa anche in termini di bancabilità ricorrendo a degli indicatori capaci di valutare il margine di sicurezza su cui i soggetti finanziatori possono contare per essere garantiti sul puntuale pagamento del servizio del debito.

Per gli scenari ottimali, si è quindi proceduto ad una valutazione della sostenibilità finanziaria. Gli indicatori di bancabilità utilizzati sono:

- DSCR (Debt Service Cover Ratio) medio di periodo. Esprime la capacità dell'investimento di rimborsare il servizio del debito (capitale e interessi) per tutta la durata del finanziamento;
- LLCR (Loan Life Cover Ratio) medio di periodo. Esprime la capacità del progetto di generare flussi di cassa positivi dopo aver ripagato il servizio del debito.

Essi sono così definiti:

- 1) *Debt Service Cover Ratio* (DSCR):

$$DSCR = \frac{FCO_n}{K_n + I_t}$$

Dove:

- FCO_n sono i flussi di cassa operativi nell'anno corrente n-esimo;
- K_n è la quota capitale da rimborsare nell'anno n-esimo;
- I_n è la quota interessi da ripagare nell'anno tn-esimo.

- 2) *Loan Life Cover Ratio* (LLCR):

$$LLCR = \frac{\sum_{n=s}^{s+m} \frac{FCO_n}{(1+i)^n} + R}{D_n}$$

Dove:

- s è il periodo di valutazione dell'indicatore;
- $s+m$ è l'ultimo periodo di rimborso del debito;
- FCO_n è il flusso di cassa per il servizio del debito;
- D è il debito residuo (outstanding) al periodo t-esimo;
- i è il tasso di attualizzazione dei flussi di cassa;
- R è l'eventuale riserva a servizio del debito accumulata al periodo di valutazione (*Debt Reserve*).

Valori maggiori di 1 del DSCR indicano convenzionalmente la capacità dell'investimento di generare risorse sufficienti a ripagare il servizio del debito; valori maggiori di 1 del LLCR indicano la liquidità generata dal progetto dopo aver ripagato il debito. Pertanto, per la proposta di scenari ottimali bancabili sono stati considerati fattibili solo scenari che realizzino valori positivi di DSCR maggiori dell'unità e valori positivi di LLCR maggiori di 1.

Nell'ambito della riqualificazione energetica degli edifici, il presente rapporto di DE sarà inoltre fondamentale per dotare la Pubblica Amministrazione (PA) di un'analisi tecnico-economica di dettaglio delle EEM identificate all'interno degli scenari ottimali, con lo scopo di consentire l'individuazione dei possibili strumenti di finanziamento delle stesse tramite proposte di *Energy Performance Contract* (EPC) da parte di Società di Servizi Energetici (*Energy Service Company* – ESCO) abbinate all'istituto del

Finanziamento Tramite Terzi (FTT). In tale ambito trova espressione l'applicazione del Partenariato Pubblico Privato (PPP).

Al fine di effettuare concretamente un'analisi finanziaria preliminare e verificare quindi gli aspetti di convenienza economica e sostenibilità finanziari degli scenari ottimali è stato presentato un modello semplificato di Piano Economico Finanziario (PEF) indicativo per ogni scenario.

Si è infine proceduto all'identificazione dell'eventuale canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale attraverso la partecipazione di ESCo secondo lo schema di *Energy Performance Contract* (EPC).

Si sono quindi individuati i seguenti scenari, che forniscano i maggiori vantaggi in termini di riduzione dei costi e consumi energetici, nei tempi di ritorno accettabili sopra descritti.

- **Scenario 1: EEM1 + EEM2 + EEM3 + EEM4:** Prevede l'installazione di recuperatori di calore a batterie alettate da installare su canali di espulsione e prese d'aria esterna, per consentire un pre-trattamento dell'aria immessa, integrato con l'installazione degli inverter sui ventilatori delle UTA e la dismissione dei gruppi frigo dei piani alti, delle corrispondenti torri evaporative ed un ridimensionamento delle batterie di teleriscaldamento, e contestuale installazione di pompe di calore condensate ad aria a servizio sia dei piani alti che dei piani bassi. Si prevede anche la sostituzione dei corpi illuminanti con nuovi a tecnologia LED.

9.3.1 Scenario 1: EEM1 + EEM2 + EEM3 + EEM4

La realizzazione dello scenario 1 consiste nella combinazione delle EEM di seguito elencate:

Tabella 9.7 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE	IVA AL 22%	TOTALE
	(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
	[€]		[€]
EEM1 Fornitura & Posa	90.079	19.817	109.897
EEM2 Fornitura & Posa	171.905	37.819	209.724
EEM3 Fornitura & Posa	656.148	144.352	800.500
EEM4 Fornitura & Posa	639.210	140.626	779.836
Costi per la sicurezza	46.720	10.278	56.999
Costi per la progettazione	77.867	17.131	94.998
TOTALE (I₀)	1.557.342	342.615	1.899.957

VOCE MANUTENZIONE	C _{MO}	C _{MS}	C _M
	(IVA INCLUSA)	(IVA INCLUSA)	(IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM O&M	469.719	69.671	539.390

VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE
		(IVA INCLUSA)
		[€]

Incentivi	[Titoli di efficienza energetica]	73.697
Durata incentivi		7
Incentivo annuo		10.528

A seguito della modellazione dei due scenari ottimali è stato possibile rappresentare i risultati del bilancio energetico termico nella forma di diagramma di Sankey relativo alle situazioni post-intervento.

Figura 9.9 – SCN1: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento

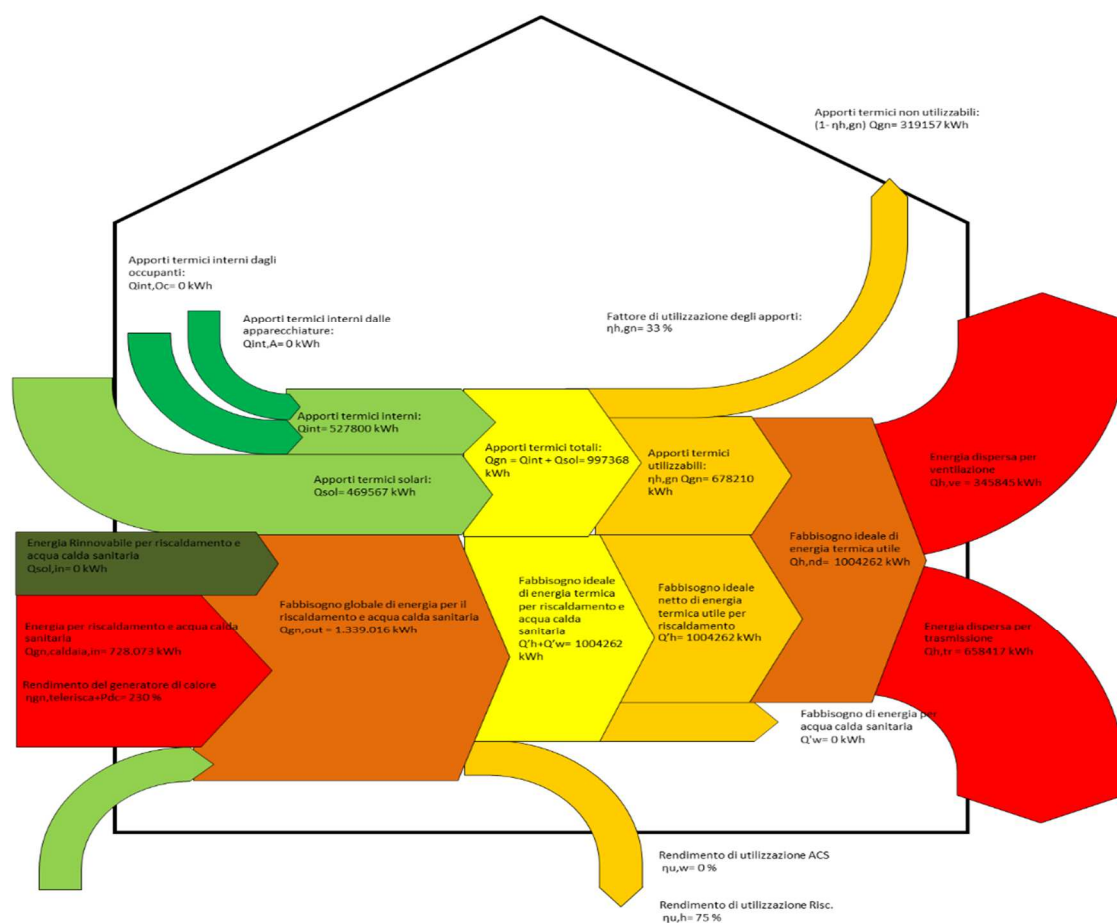
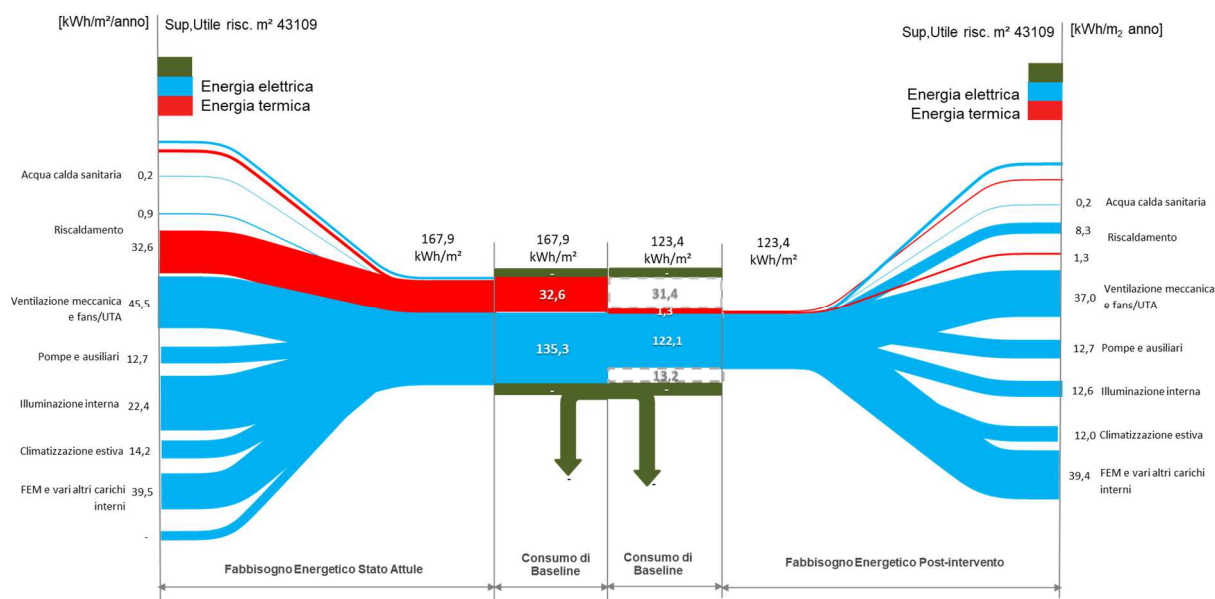


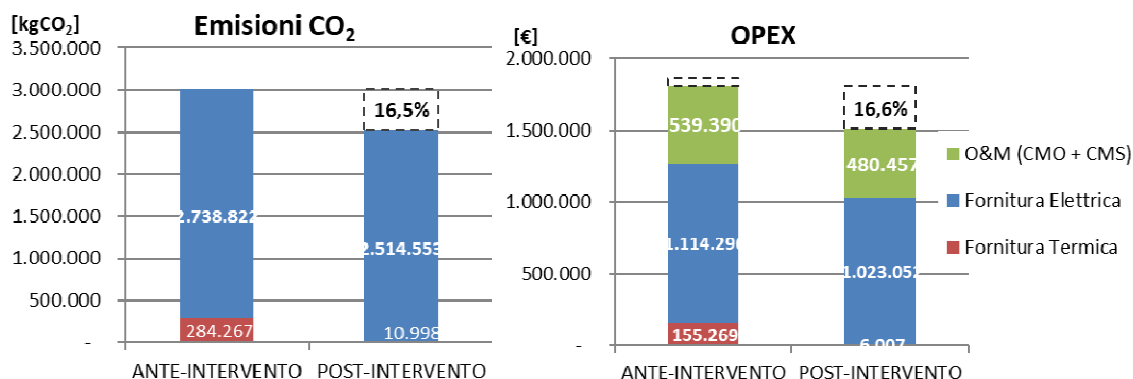
Figura 9.10 – SCN1: Bilancio energetico complessivo dell'edificio post intervento



I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.8 e nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

Tabella 9.8 – Risultati analisi SCN1

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM1 [Potenza installata scambiatori]	[kw]	4652,0	4488,0	3,5%
EM2 [Installazione inverter sui ventilatori delle UTA]	[KW]	1091	1036,45	5,0%
EM3 [Sostituzione parziale di GF e Telerisc. con pompe di calore aria/acqua]	[kW]	4652	650	86,0%
EM4 [Installazione lampade LED]	[kW]	187,74	54,981	70,7%
Q _{teorico}	[kWh]	1.442.072	55.793	96,1%
EE _{teorico}	[kWh]	5.863.119	5.383.018	8,2%
Q _{baseline}	[kWh]	1.407.263	54.446	96,1%
EE _{Baseline}	[kWh]	5.864.714	5.384.483	8,2%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	284.267	10.998	96,1%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	2.738.822	2.514.553	8,2%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	3.023.089	2.525.552	16,5%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	155.269	6.007	96,1%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	1.114.296	1.023.052	8,2%
Fornitura Energia, C_E	[€]	1.269.564	1.029.059	18,9%
C _{MO}	[€]	469.719	418.520	10,9%
C _{MS}	[€]	69.671	61.938	11,1%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	539.390	480.457	10,9%
OPEX	[€]	1.808.954	1.509.516	16,6%
Classe energetica	[-]	G	E	2 classi

Figura 9.11 - SCN1: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline

E' stato quindi possibile presentare un modello semplificato di Piano Economico Finanziario (PEF) indicativo, i cui calcoli di dettaglio sono riportati all'Allegato J – Piano Economico Finanziario scenari. I risultati dell'analisi sono riportati nella Tabella 9.9, Tabella 9.10 e Tabella 9.11 e nelle successive figure.

Tabella 9.9 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN1

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	n_i	1
Anni Gestione Servizio	n_s	14
Anni Concessione	n	15
Anno inizio Concessione	n_0	2020
Anni dell'ammortamento	n_A	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	k_{cdP}	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{cdP})$	$k_{pogetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	f	0,50%
deriva dell'inflazione	f'	0,70%
%, interessi debito	k_D	3,82%
%, interessi equity	k_E	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	τ	27,90%
Anni debito (finanziamento)	n_D	9
Anni Equity	n_E	14
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_o	€ 1.899.957
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 56.999
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 1.956.956
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 1.565.565
Equity	I_E	€ 391.391
Fattore di annualità Debito	FA_D	7,61
Rata annua debito	q_D	€ 205.815
Costo finanziamento, (D+INT _D)	$q_D * n_D$	€ 1.852.338
Costi per interessi debito, INT _D	$INT_D = q_D * n_D - D$	€ 286.774

Tabella 9.10 – Parametri Economici dell'analisi di redditività dello SCN1

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{EO}	€ 1.040.626

Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C _{M0}	€ 442.123
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	C_{Baseline}	€ 1.474.961
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C _{Altro}	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	%ΔC _E	19,0%
Riduzione% costi O&M	%ΔC _M	11,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	%C _{Baseline}	0,0%
Risparmio annuo PA garantito	10,2%	€ 150.483
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€ -
Risparmio PA durante la concessione	8%	€ 2.125.149
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€ 293.749
N° di Canoni annuali	anni	14
Utile lordo della ESCO	%CAPEX	14,27%
Costo Contrattuale ESCO (EBT) €/anno IVA escl.	C _{ESCO}	€ 19.953
Costi FTT €/anno IVA escl.	C _{FTT}	€ 20.484
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C _{CAPEX}	€ 110.046
Canone O&M €/anno	C _{nM}	€ 401.373
Canone Energia €/anno	C _{nE}	€ 923.105
Canone Servizi €/anno IVA escl.	C_{nS}	€ 1.324.478
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	C_{nD}	€ 150.483
Canone Totale €/anno IVA escl.	C_n	€ 1.474.961
Aliquota IVA %	IVA	22%
Rimborso erariale IVA	R _{IVA}	€ 342.615
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R _B	€ 73.697
Durata Incentivi, anni	n _B	7
Inizio erogazione Incentivi, anno		2022

Tabella 9.11 – Risultati dell’analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN1

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE		Conviene
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	9,17
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	12,54
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 110.042
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC	5,21%
Indice di Profitto	IP	5,79%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		Conviene
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	6,56
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	12,90
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 47.735
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke	13,04%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	1,102
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1	1,181
Indice di Profitto Azionista	IP	2,51%

Figura 9.11 – SCN1: Flussi di cassa del progetto

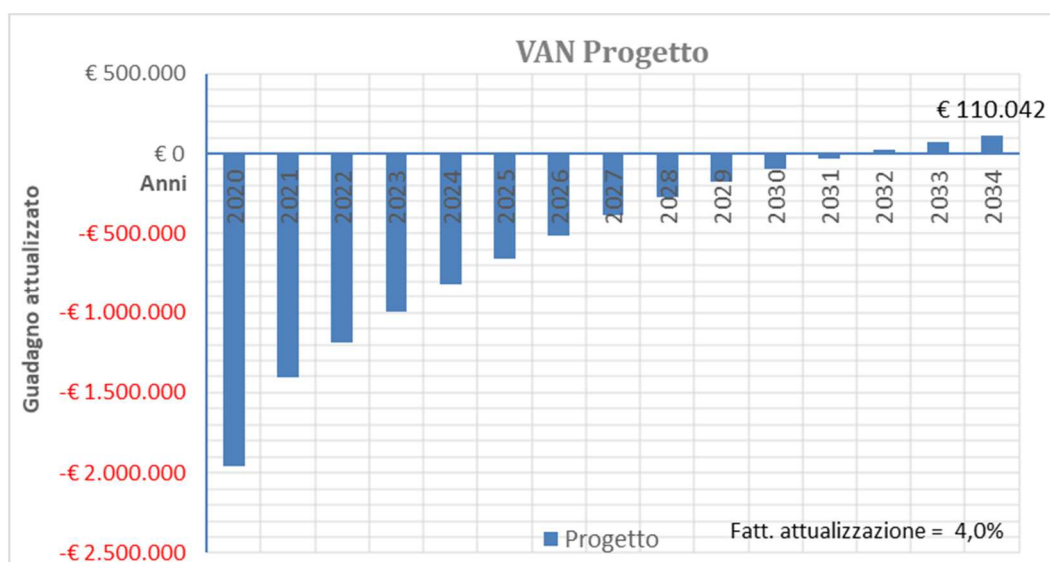
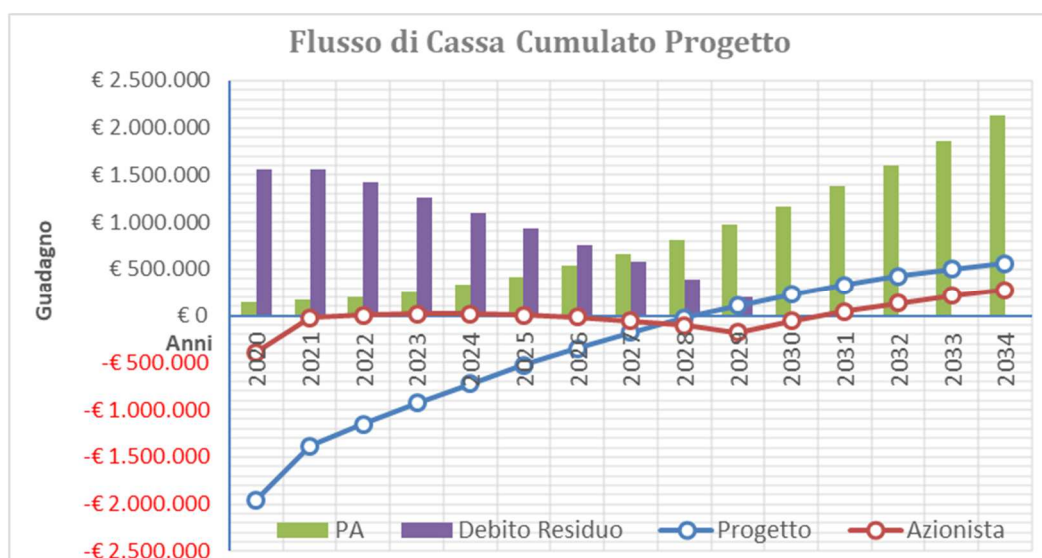
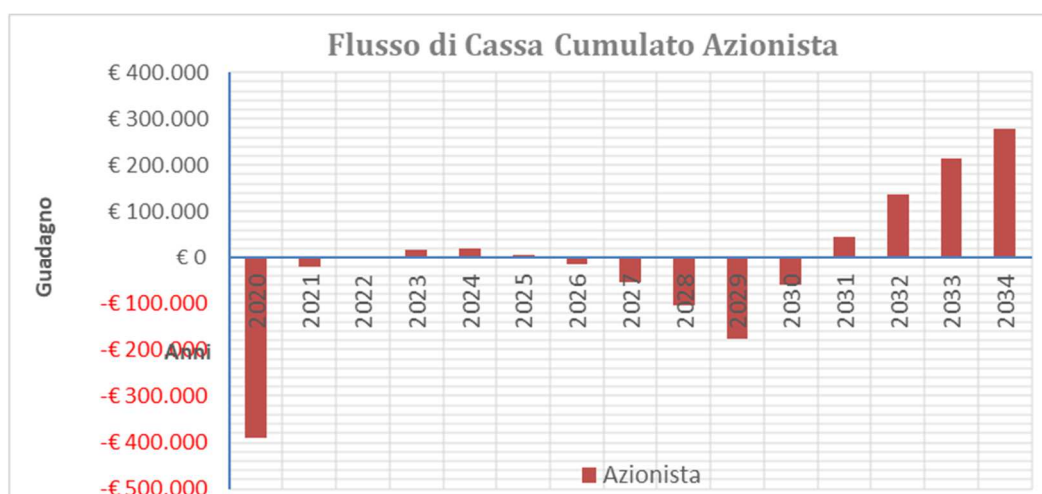


Figura 9.12 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



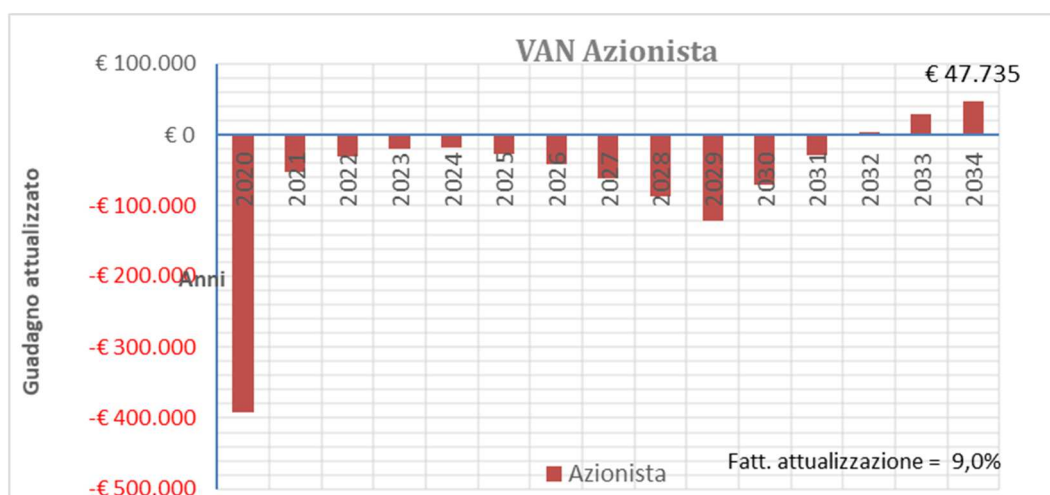
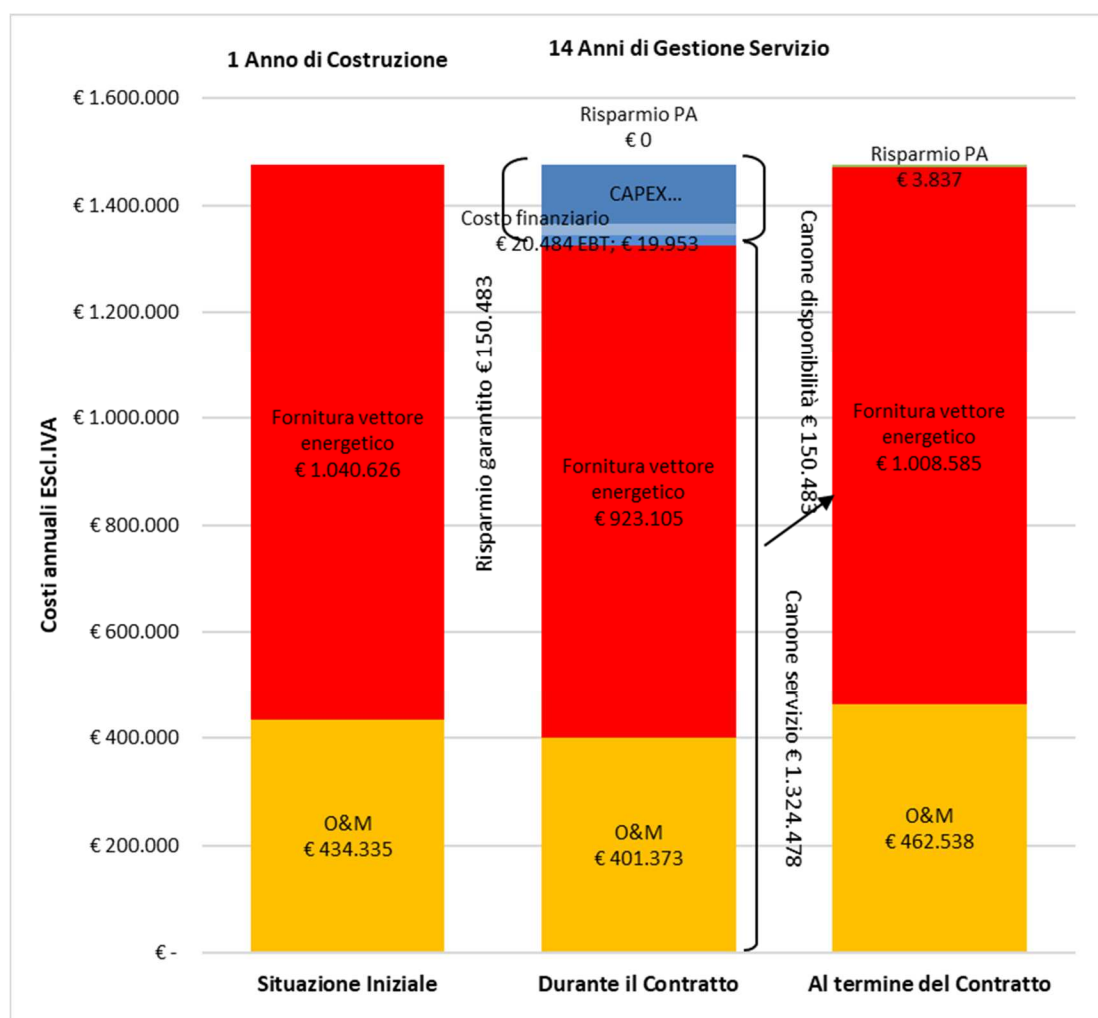


Figura 9.12 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



10 CONCLUSIONI

10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

Gli indicatori di prestazione energetica sono riportati nella tabella 10.1 in cui vengono espressi in duplice forma:

- Rispetto ai consumi energetici reali con riferimento ai dati storici come media delle ultime 3 annualità.
- Rispetto a condizioni standard di riferimento (calcolo in valutazione standard UNI TS 11300);

Tabella 10.1 – Indicatori di performance energetica valutati in modalità adattata all’utenza e in condizioni standard

INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA NON RINNOVABILE		CONDIZIONI REALI	U.M.	CONDIZIONI STANDARD	U.M.
Indice di prestazione energetica globale	EP _{gl}	122,1	kWh/mq anno	457,5	kWh/mq anno
Indice di prestazione energetica per il riscaldamento invernale	EP _H	76,3	kWh/mq anno	407,4	kWh/mq anno
Indice di prestazione energetica per la produzione di acs	EP _{acs}	4,3	kWh/mq anno	5,1	kWh/mq anno
Indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva	EP _C	3,8	kWh/mq anno	4,8	kWh/mq anno
Indice di prestazione energetica per la ventilazione	EP _V	0	kWh/mq anno	0	kWh/mq anno
Indice di prestazione energetica per illuminazione artificiale	EP _L	37,7	kWh/mq anno	40,2	kWh/mq anno
Indice di prestazione energetica per il trasporto di persone o cose	EP _{Tr}	0	kWh/mq anno	0	kWh/mq anno
Indice di energia termica totale	EP _T	63,3	kWh/mq anno	350,7	kWh/mq anno
Indice di energia elettrica totale	EE	79	kWh/mq anno	88,2	kWh/mq anno
Indice di prestazione termica per il riscaldamento	ET _H	63,3	kWh/mq anno	350,7	kWh/mq anno
Indice di prestazione termica per il raffrescamento	ET _C	0	kWh/mq anno	0	kWh/mq anno
Indice di prestazione termica per la produzione di acs	ET _w	0	kWh/mq anno	0	kWh/mq anno
Emissioni equivalenti di CO ₂	CO _{2eq}	50,6	Kg/mq anno	92	Kg/mq anno

10.2 RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI

Sono stati individuati i seguenti scenari, che forniscono i maggiori vantaggi in termini di riduzione dei costi e consumi energetici, nei tempi di ritorno accettabili sopra descritti.

- **Scenario 1: EEM1 + EEM2 + EEM3 + EEM4:** Prevede l’installazione di recuperatori di calore a batterie alettate da installare su canali di espulsione e prese d’aria esterna, per consentire un pre-trattamento dell’aria immessa, integrato con l’installazione degli inverter sui ventilatori delle UTA e la dismissione dei gruppi frigo dei piani alti, delle corrispondenti torri evaporative ed un ridimensionamento delle batterie di teleriscaldamento, e contestuale installazione di pompe di calore condensate ad aria a servizio sia dei piani alti che dei piani bassi. Si prevede anche la sostituzione dei corpi illuminanti con nuovi a tecnologia LED.

Risultati analisi SCN1

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM1 [Potenza installata scambiatori]	[kW]	4652,0	4488,0	3,5%
EM2 [Installazione inverter sui ventilatori delle UTA]	[kW]	1091	1036,45	5,0%
EM3 [Sostituzione parziale di GF e Telerisc. con pompe di calore aria/acqua]	[kW]	4652	650	86,0%
EM4 [Installazione lampade LED]	[kW]	187,74	54,981	70,7%
Q _{teorico}	[kWh]	1.442.072	55.793	96,1%
EE _{teorico}	[kWh]	5.863.119	5.383.018	8,2%
Q _{baseline}	[kWh]	1.407.263	54.446	96,1%
EE _{Baseline}	[kWh]	5.864.714	5.384.483	8,2%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	284.267	10.998	96,1%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	2.738.822	2.514.553	8,2%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	3.023.089	2.525.552	16,5%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	155.269	6.007	96,1%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	1.114.296	1.023.052	8,2%
Fornitura Energia, C_E	[€]	1.269.564	1.029.059	18,9%
C _{MO}	[€]	469.719	418.520	10,9%
C _{MS}	[€]	69.671	61.938	11,1%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	539.390	480.457	10,9%
OPEX	[€]	1.808.954	1.509.516	16,6%
Classe energetica	[-]	G	E	2 classi

10.3 CONCLUSIONI E COMMENTI

Dall'analisi degli scenari analizzati è risultano conveniente quello a 15 anni, mentre invece non è stato preso in considerazione quello a 25 anni poichè risulta poco conveniente sia in termini di indicatori di redditività del progetto pre-imposte sia in termini di indicatori di redditività della ESCO pre-imposte, per di più tutti gli interventi proposti rientrano già nello scenario 1.

ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

Titolo	Data	Nome file
Elettrici SPIM 2016	2019	POD_principale_2016
Elettrici SPIM 2017	2019	POD_principale_2017
Elettrici SPIM 2018	2019	POD_principale_2018
Consumi teleriscaldamento	2019	Teleriscaldamento_2019_TNA
Cosumi elettrici parti comuni	2019	TNA_EE
Consumi CAMST		TNA - consumi ee + teleriscaldamento a tutto il 2019
Bilancio condominio		TORRE NORD MATITONE - bilancio consuntivo 2018 e preventivo 2019

ALLEGATO B – ELABORATI

Titolo	Descrizione	Data	Nome file
Planimetrie con posizione impianti e contatori			plan-impianti-contatori.pdf
Planimetrie con zone termiche			plan-zone-termiche.pdf
Schema primario riscaldamento			Primario caldo.pdf
Schema a blocchi utenze elettriche			schema a blocchi elettrico.pdf
Schema impianti stato attuale			SchemaBlocchi_draft3.pdf
Schemi raffrescamento			schemi freddo.pdf
Unifilare cabine di media tensione			Unifilari cabine M.T..pdf
Proprietà atrio			piano atrio.pdf
Proprietà piano starda			piano strada.pdf
Proprietà piano tipo torre			piano tipo Torre.pdf
Proprietà piastra est 2S			Piastra est 2S.pdf
Proprietà Irasco			proprietà Irasco.pdf

ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

Titolo	Data	Nome file

ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI

Titolo	Data	Nome file

ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

Titolo	Data	Nome file
Relazione di calcolo		SPIM-1-DE_AllegatoE_RelazioneCalcolo.pdf

ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

Titolo	Data	Nome file
Certificato CTI – MC4 Suite	15/03/2017	AllegatoF_Cerificato CTI Mc4.pdf

ALLEGATO G – DATI CLIMATICI

Titolo	Data	Nome file
Elaborato dati climatici		SPIM-1-DE_AllegatoG_All.A11_GG_Rev00_draft0.xlsx

ALLEGATO H – SCHEDE DI AUDIT

Titolo	Data	Nome file
Schede Audit nuova diagnosi	20/12/2019	SPIM-1-DE_All.A2_SchedaAudit-Complete-rev03_draft0.xlsx

ALLEGATO I – SCHEDE ORE

Titolo	Data	Nome file
--------	------	-----------

ALLEGATO J – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

Titolo	Data	Nome file
Piano Economico Finanziario Scenari	21/01/2020	SPIM-1- DE_AllegatoJ_All.A12_AnalisiPEF_rev00_draft0.xlsx

ALLEGATO K – REPORT DI SINTESI E REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
--------	------	-----------

ALLEGATO L – CD-ROM