

# Scuola dell'infanzia "Maddalena"

E1416

Via Lomellini n° 40 R, Genova

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA  
FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Luglio 2016

COMUNE DI GENOVA  
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA

ATI:

energynet

(mandataria)

more  
energy  
Integrated Engineering

(mandante)

# Scuola dell'infanzia "Maddalena" E1416

Via Lomellini n°40R, Genova

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3

Luglio 2016

COMUNE DI GENOVA

STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER

Comune di Genova – Area Tecnica – Struttura di Staff Energy Manager

Via Di Francia 1 – 18° Piano Matitone – 16149 – Genova

Tel 010 5573560 – 5573855; [energymanager@comune.genova.it](mailto:energymanager@comune.genova.it); [www.comune.genova.it](http://www.comune.genova.it)

Energynet s.r.l.

Viale Muratori 201 – 41124 – Modena

Tel 059 211085 – [info@energynet.it](mailto:info@energynet.it)

More Energy s.r.l.

Via Ragazzi del '99 39 – 42124 - Reggio Emilia

Tel. 0522 516610 – [info@more-energy.it](mailto:info@more-energy.it)

## REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

Revisione	Data	Realizzazione	Revisione	Approvazione	Descrizione
A	05/07/2018	Lara Nuara	Irene Paradisi Luigi Guerra	Saverio Magni	Prima Pubblicazione
B	26/07/2018	Emanuele Schiavone	Irene Paradisi Luigi Guerra	Saverio Magni	Seconda pubblicazione a seguito della Revisione PA del 12/07/2018

Nell'ambito del servizio di Audit e Diagnosi Energetica, denominato Fondo Kyoto - Scuola 3, 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

REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI .....	3
INDICE.....	I
PAGINA.....	I
EXECUTIVE SUMMARY .....	I
CARATTERISTICHE DELL'EDIFICIO OGGETTO DELLA DE .....	I
TABELLA 0.1 - TABELLA RIEPILOGATIVA DEI DATI DELL'EDIFICIO .....	I
<b>1 INTRODUZIONE .....</b>	<b>1</b>
1.1 PREMessa .....	1
1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA .....	1
1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO.....	2
1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO.....	2
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO .....	3
1.6 STRUTTURA DEL REPORT .....	6
<b>2 DATI DELL'EDIFICIO.....</b>	<b>6</b>
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO .....	6
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D'USO .....	7
<b>TABELLA 2.1 - SUDDIVISIONE IN PIANI DELL'EDIFICIO .....</b>	<b>7</b>
2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL'IMMOBILE INTERESSATE DAGLI 'INTERVENTI.....	8
2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO.....	9
<b>3 DATI CLIMATICI .....</b>	<b>11</b>
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	11
<b>TABELLA 3.2 – PROFILI MENSILI DEI GGRIF.....</b>	<b>11</b>
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	12
3.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO .....	12
<b>4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI .....</b>	<b>14</b>
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO.....	14
4.1.1 <i>Involucro opaco</i> .....	14
<b>TABELLA 4.1 – TRASMITTANZE TERMICHE DEI COMPONENTI DELL'INVOLUCRO OPACO.....</b>	<b>15</b>
4.1.2 <i>Involucro trasparente</i> .....	15
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	16
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i> .....	17
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i> .....	18
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione</i> .....	18
<b>IL RENDIMENTO COMPLESSIVO DEL SOTTOSISTEMA DI DISTRIBUZIONE È STATO ASSUNTO NELLA DE PARI AL 98.6%.....</b>	<b>ERRORE. IL SEGNA LIBRO NON È DEFINITO.</b>
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i> .....	20
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA .....	20
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE .....	21
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE .....	21
<b>5 CONSUMI RILEVATI .....</b>	<b>22</b>
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	22
5.1.1 <i>Energia termica</i> .....	22
5.1.2 <i>Energia elettrica</i> .....	25
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI .....	29

<b>6</b>	<b>MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....</b>	<b>33</b>
6.1	METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO .....	33
6.1.1	<i>Validazione del modello termico .....</i>	34
6.1.2	<i>Validazione del modello elettrico .....</i>	35
6.2	FABBISOGNI ENERGETICI.....	35
6.3	PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	37
<b>7</b>	<b>ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO .....</b>	<b>39</b>
7.1	COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI .....	39
7.1.1	<i>Vettore termico.....</i>	39
7.1.2	<i>Vettore elettrico.....</i>	41
7.2	TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	47
7.3	COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	47
	<b>C<sub>MS</sub> = 0.1 X C<sub>M</sub> .....</b>	<b>48</b>
7.4	BASELINE DEI COSTI.....	48
<b>8</b>	<b>IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA .....</b>	<b>50</b>
8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI .....	50
8.1.1	<i>Involucro edilizio .....</i>	50
8.1.2	<i>Impianto riscaldamento.....</i>	53
<b>9</b>	<b>VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....</b>	<b>55</b>
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	55
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	58
	<b>SINTESI .....</b>	<b>63</b>
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO.....	64
9.3.1	<i>Scenario 1: installazione delle valvole termostatiche + isolamento del sottotetto .....</i>	66
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>72</b>
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA .....	72
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI .....	72
10.3	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	72
	<b>ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA.....</b>	<b>A</b>
	<b>ALLEGATO B – ELABORATI .....</b>	<b>A</b>
	<b>ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA .....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI .....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI .....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE .....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA .....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI.....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO I – DATI CLIMATICI.....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT.....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO K – SCHEDE ORE.....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI .....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK.....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO N – CD-ROM .....</b>	<b>1</b>

## 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		1.600
Anno di ristrutturazione		2017
Zona climatica		D
Destinazione d'uso	E.7 (Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili)	
Superficie utile riscaldata	[m <sup>2</sup> ]	916,73
Superficie disperdente (S)	[m <sup>2</sup> ]	2661,72
Volume lordo riscaldato (V)	[m <sup>3</sup> ]	4295,15
Rapporto S/V	[1/m]	0,62
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	1320,80
Superficie lorda aree esterne	[m <sup>2</sup> ]	-
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m <sup>2</sup> ]	1320,80
Tipologia generatore riscaldamento		Caldaia a Condensazione
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	240
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas Naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici
Emissioni CO2 di riferimento <sup>(1)</sup>	[t/anno]	30,64
Consumo di riferimento Gas Metano <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>rti</sub> /anno]	97454
Spesa annuale Gas Metano <sup>(1)</sup>	[€/anno]	7958
Consumo di riferimento energia elettrica <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>el</sub> /anno]	23446
Spesa annuale energia elettrica <sup>(1)</sup>	[€/anno]	5259

Nota (1): Valori di Baseline

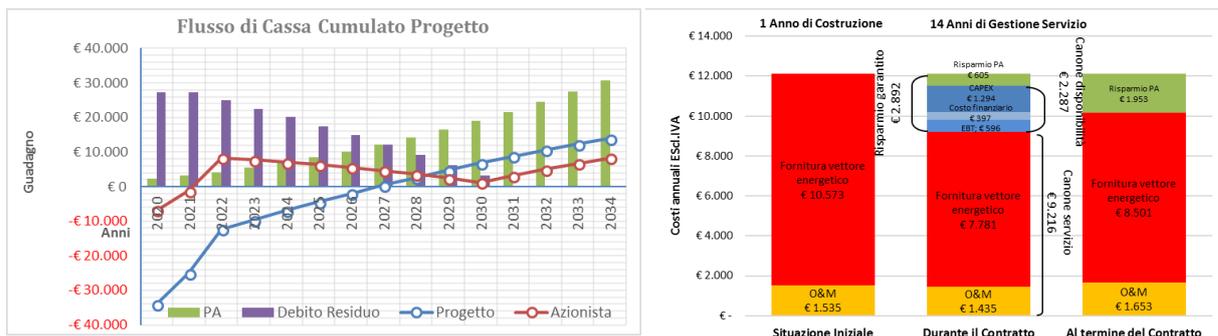
Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: isolamento della copertura piana e del sottotetto
- EEM 2: isolamento del sottotetto
- EEM 3: isolamento delle pareti perimetrali dall’interno
- EEM 4: installazione delle valvole termostatiche
- SCN 1: Combinazione degli interventi EEM2 e 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 <sub>E</sub> [%]	%Δ <sub>CO2</sub> [%]	ΔC <sub>E</sub> [€/anno]	ΔC <sub>MO</sub> [€/anno]	ΔC <sub>MS</sub> [€/anno]	I <sub>0</sub> [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]	DSCR	LLCR
EEM 1	32,10%	20,04%	2532	-	-	36397	7,8	9,9	30	23617	11,5%	0,65	[n/a]	[n/a]
EEM 2	29,55%	18,80%	2330	-	-	24737	5,8	7,0	30	25934	15,2%	1,05	[n/a]	[n/a]
EEM 3	18,86%	12,00%	1488	-	-	61149	19,9	32,7	30	-5156	2,7%	-0,08	[n/a]	[n/a]
EEM 4	26,96%	17,10%	2127	173	19	8234	3,6	4,2	15	14630	25,4%	1,78	[n/a]	[n/a]
SCN 1	51,43%	32,70%	4057	173	19	32971	7,85	10,02	15	5734	7,92%	17,39	1,17	1,09

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi finanziaria



Si sono valutate diverse possibilità di intervento in base alla loro fattibilità tecnica ed economica, in rispetto delle norme attualmente vigenti e di eventuali vincoli presenti sull’edificio oggetto di studio. Sono state così individuate un’unica soluzione ottimale.

Lo scenario consente di ottenere un salto di due classi energetiche e un tempo di ritorno semplice minore di 15 anni senza incentivi.

Esso consiste nella combinazione di due interventi quali isolamento del sottotetto e l’installazione delle valvole termostatiche. Per questa soluzione si è valutata una spesa pari a 32.971 € con un TRS del progetto pari a 7,85 anni ed un VAN pari a 5.734 €. Per questo scenario, tra gli indicatori di redditività della Esco, il VAN, i TR, WACC e IP suggeriscono una convenienza economica dell’investimento, inoltre i Cover Ratio hanno valori superiori all’unità.

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 PREMESSA

Il Comune di Genova, in attuazione alle politiche di miglioramento dell’efficienza energetica degli edifici pubblici di sua proprietà, ha individuato negli edifici scolastici, la possibilità di intervenire, ai fini di ridurre i gli attuali consumi, in quanto tali edifici risultano essere particolarmente energivori.

Con DGC n. 225 del 17/09/2015 l’amministrazione ha pertanto partecipato al bando ministeriale denominato “Fondo Kyoto Scuole 3” attraverso il quale, con decreto del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 26 Agosto 2016 n.197/CLE, è stato riconosciuto al Comune di Genova un finanziamento a tasso agevolato pari a € 1.127.506,00 per l’elaborazione delle **Diagnosi energetiche (DE)** di 204 edifici scolastici necessarie per la programmazione futura degli interventi di riqualificazione energetica degli edifici stessi.

Figura 1.1 - Vista della facciata esposta a Nord



Nell’attività di realizzazione delle DE si è fatto riferimento alla normativa tecnica ed alla legislazione riportata al Capitolo 3 del Capitolato Tecnico per la “Procedura aperta per l’affidamento del servizio di audit e diagnosi energetiche relative agli edifici scolastici di proprietà del comune di Genova finanziate ai sensi dell’ex art.9 del d.l. 91/2014 “interventi urgenti per l’efficientamento energetico degli edifici scolastici e universitari pubblici”, (fondo Kyoto) - lotti 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9”

### 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 CO<sub>2</sub>.

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 un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell’edificio superiore a due classi e tempi di ritorno inferiori uguale rispettivamente a 25 o a 15 anni.

### 1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO

La presente DE è stata eseguita da Energynet s.r.l., parte di ATI costituita da Energynet s.r.l. e More Energy s.r.l.. Il responsabile per il processo di audit dell’ATI è l’ing. Saverio Magni, 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
Silvia Scarcelli Lara Nuara	Tecnico del rilievo	Sopralluogo in sito
Irene Paradisi Lara Nuara	Tecnico dell’analisi preliminare	Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Lara Nuara	Tecnico del calcolo energetico	Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Lara Nuara	Tecnico del report di diagnosi	Redazione report di diagnosi energetica
Irene Paradisi	Responsabile involucro	Revisione report di diagnosi energetica
Luigi Guerra	Responsabile impianti	Revisione report di diagnosi energetica
Saverio Magni	EGE	Approvazione report di diagnosi energetica

### 1.4 IDENTIFICAZIONE DELL’EDIFICIO

L’immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCEU F. GEA, Foglio 81, Particella 8 Sub. 3, Particella 94 Sub. 20, Particella 95 Sub. 25, Particella 97 Sub. 5, Particella 98 Sub.2 e Particella 99 Sub. 2 e sito nel centro storico del Comune di Genova.

L’edificio è di proprietà del Comune di Genova, gli ultimi due piani sono adibiti a scuola dell’infanzia, il terzo piano attualmente si trova in fase di ristrutturazione, mentre la restante parte ospita dei locali della vicina Chiesa San Filippo Neri.

Figura 1.2 – Ubicazione dell’edificio



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		1.600
Anno di ristrutturazione		2017
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.7 (Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili)
Superficie utile riscaldata	[m <sup>2</sup> ]	916,73
Superficie disperdente (S)	[m <sup>2</sup> ]	2661,72
Volume lordo riscaldato (V)	[m <sup>3</sup> ]	4295,15
Rapporto S/V	[1/m]	0,62

Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	1320,80
Superficie lorda aree esterne	[m <sup>2</sup> ]	-
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m <sup>2</sup> ]	1320,80
Tipologia generatore riscaldamento		Caldaia a Condensazione
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	240
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas Naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici
Emissioni CO2 di riferimento <sup>(3)</sup>	[t/anno]	30,64
Consumo di riferimento Gas Metano <sup>(3)</sup>	[kWh <sub>tit</sub> /anno]	97454
Spesa annuale Gas Metano <sup>(3)</sup>	[€/anno]	7958
Consumo di riferimento energia elettrica <sup>(3)</sup>	[kWh <sub>el</sub> /anno]	23446
Spesa annuale energia elettrica <sup>(3)</sup>	[€/anno]	5259

Nota (3): Valori di Baseline

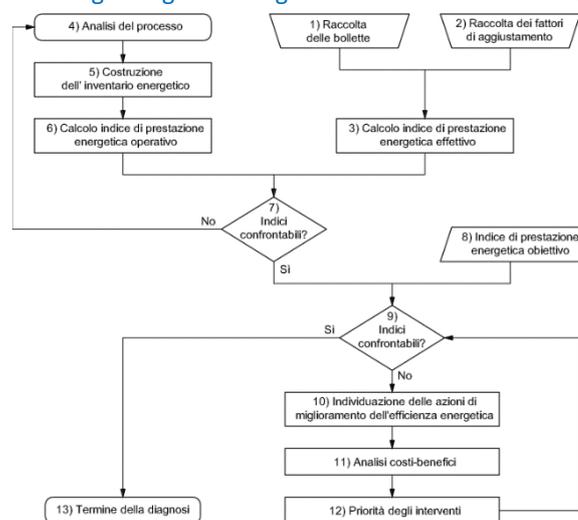
## 1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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; **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**
- 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 06/12/2018 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 J – Schede di audit;
- Elaborazione del comportamento termico ed elettrico dell'edificio, realizzata utilizzando il software commerciale Edilclima EC700 versione 8.17.49 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) n. 73 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 2014-2015-2016;
- Analisi dei dati climatici reali del sito ove è ubicato l'edificio con conseguente calcolo dei Gradi Giorno reali (GG<sub>real</sub>), utilizzando le temperature esterne rilevate dalla stazione meteo Genova – Centro funzionale e riportati all'Allegato I – Dati climatici;
- Individuazione della “baseline termica” di riferimento (e relative emissioni di CO<sub>2</sub>) 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<sub>real</sub>), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento (GG<sub>rif</sub>);
- Individuazione della “baseline elettrica” di riferimento (e relative emissioni di CO<sub>2</sub>) calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per tre le annualità 2014, 2015, 2016;

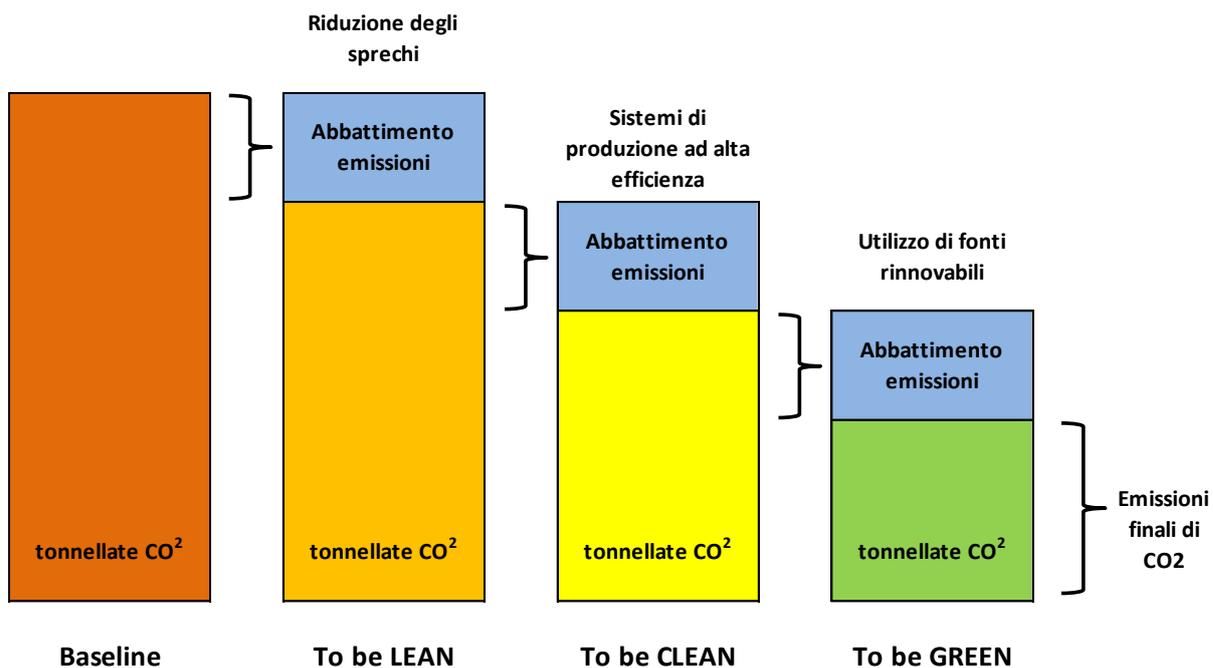
- k) Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche, al fine di ottenere uno scostamento inferiore al 5%;
- l) Analisi delle possibili EEM necessarie per la riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto analizzando gli aspetti tecnici, energetici, ed ambientali.
- m) Simulazione del comportamento energetico dell’edificio a seguito dell’attuazione delle varie EEM proposte singolarmente, ed individuazione della nuova classe energetica raggiungibile;
- n) Definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell’edificio superiore a due classi energetiche e tempi di ritorno inferiore uguale rispettivamente a 25 e a 15 anni.
- o) 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 CO<sub>2</sub>, 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 a 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 riqualificazione 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 positivi di DSCR nell'intorno di 1,3 e valori positivi 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:

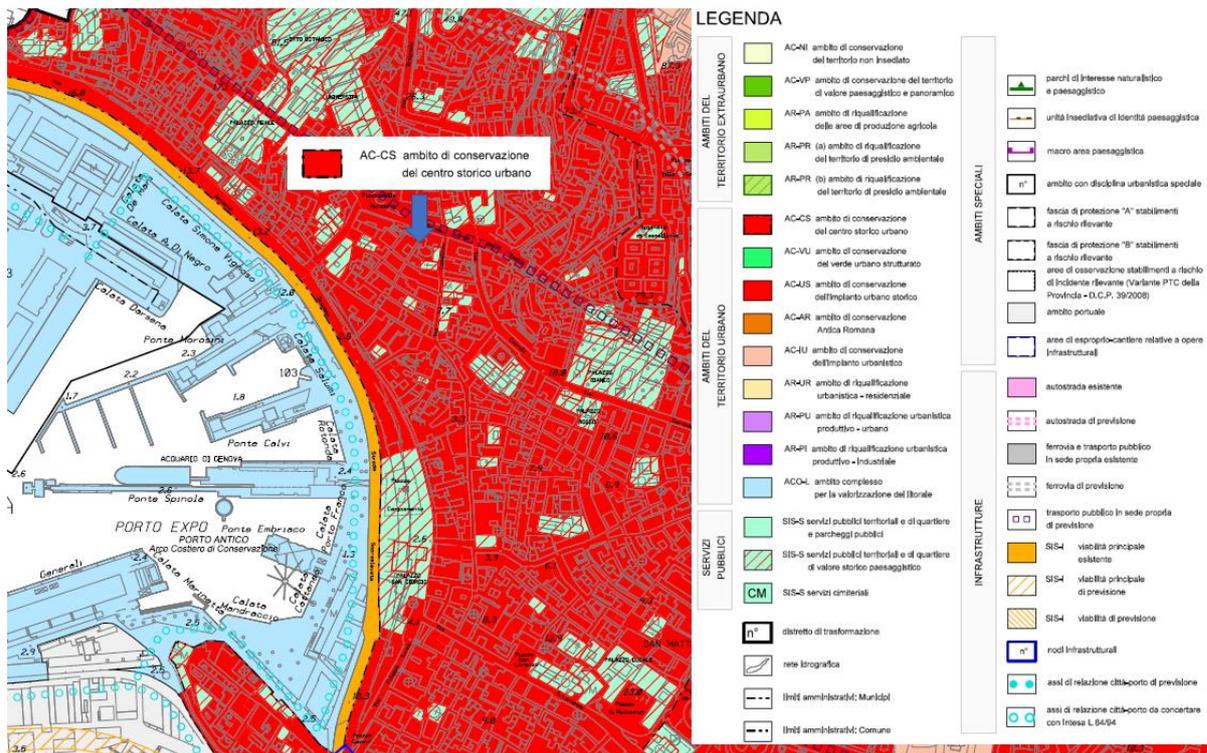
- Una prima parte nella quale sono descritti lo scopo ed i confini della DE e le metodologie di analisi adottate;
- Una seconda parte in cui sono riportate le informazioni dell'edificio rilevate in sede di sopralluogo e le valutazioni effettuate al fine di identificare le caratteristiche tecniche dei 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

Lo strumento urbanistico vigente, il P.U.C approvato con DD n° 2015/118.0.0./18 con entrata in vigore il 3/12/2015, classifica l'edificio oggetto della DE in zona AC-CS ambito di conservazione del centro storico urbano.

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



## 2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D’USO

L’edificio oggetto della DE risale all’incirca al 1600. I locali della scuola dell’infanzia sono stati oggetto di ristrutturazioni terminate nel 2017, tali locali, ai sensi del DPR 412/93, attualmente ricadono nella destinazione d’uso E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili.

Ai fini dell’esecuzione degli interventi di efficientamento energetico non sarà comunque necessario apportare varianti agli strumenti urbanistici né provvedere ad espropri o a variazioni di proprietà.

La scuola dell’infanzia “Maddalena” si sviluppa su due piani di un edificio che ospita anche dei locali in ristrutturazione e dei locali della Chiesa San Filippo Neri.

Nella Tabella 2.1 sono riassunte le destinazioni d’uso delle varie aree e le relative superfici della porzione di edificio oggetto della DE.

Le planimetrie utilizzate nella valutazione sono riportate in Allegato B – Elaborati.

Figura 2.2 - Vista satellitare dell’edificio (Fonte: Google Maps)



Tabella 2.1 - Suddivisione in piani dell’edificio

PIANO	UTILIZZO	U.M.	SUPERFICIE LORDA COMPLESSIVA <sup>(4)</sup>	SUPERFICIE UTILE RISCALDATA <sup>(4)</sup>	SUPERFICIE UTILE RAFFRESCATA <sup>(5)</sup>
Terra	Ingresso	[m <sup>2</sup> ]	206,05	-	-
Quarto	Aule, Cucina, Refettorio, Servizi	[m <sup>2</sup> ]	417,11	321,47	-

Quinto	Aule, Biblioteca, Servizi	[m <sup>2</sup> ]	697,64	595,26	-
<b>TOTALE</b>		[m <sup>2</sup> ]	<b>1320,80</b>	<b>916,73</b>	<b>-</b>

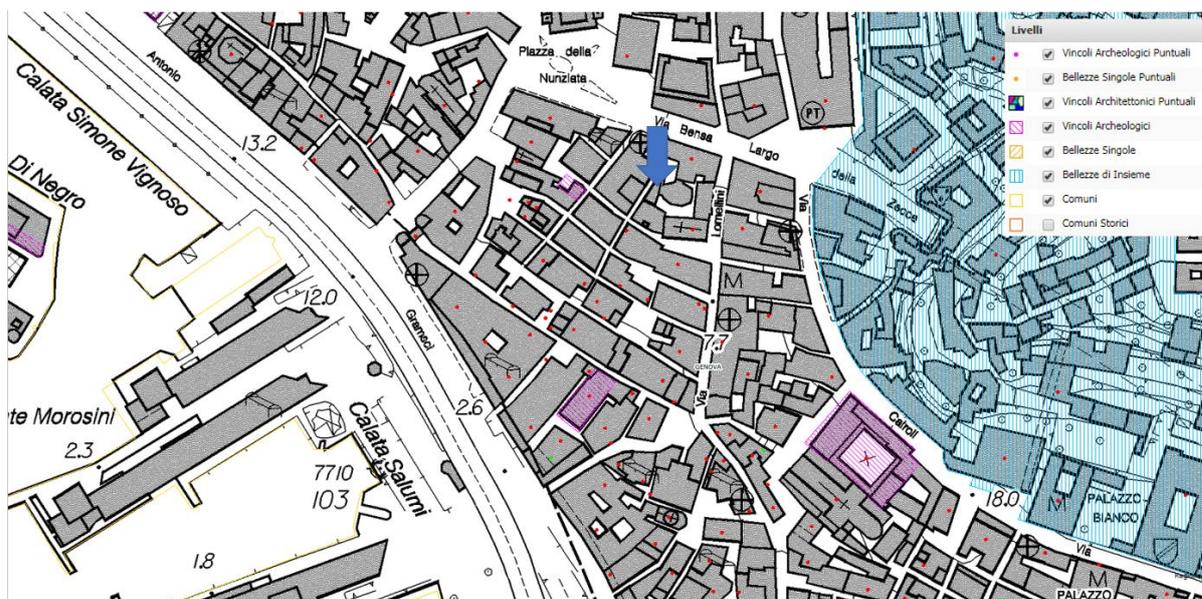
Nota (4): Superficie lorda comprensiva delle zone interne climatizzate e non climatizzate, valutate a partire dalle planimetrie progettuali, opportunamente verificate in fase di sopralluogo

Nota (5): Superficie utile valutata ai fini della creazione del modello energetico

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

L’edificio oggetto della DE presenta un vincolo architettonico puntuale.

Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli



Nell’analisi delle EEM si è quindi resa necessaria l’identificazione delle possibili interferenze con i vincoli presenti.

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

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA <sup>(6)</sup>	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM 1: Isolamento della copertura piana e del sottotetto	Architettonico	Non perseguibile	Previo parere della Soprintendenza per i beni architettonici e paesaggistici
EEM 2: Isolamento del sottotetto	Architettonico	Perseguibile tramite adozione misure di tutela indicate	Previo parere della Soprintendenza per i beni architettonici e paesaggistici
EEM 3: Isolamento dall’interno delle pareti perimetrali	Architettonico	Perseguibile tramite adozione misure di tutela indicate	Previo parere della Soprintendenza per i beni architettonici e paesaggistici
EEM 4: Installazione valvole termostatiche		Interferenza nulla	

Nota (6): 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 lezioni e gli orari di effettiva presenza del personale all’interno dell’edificio scolastico.

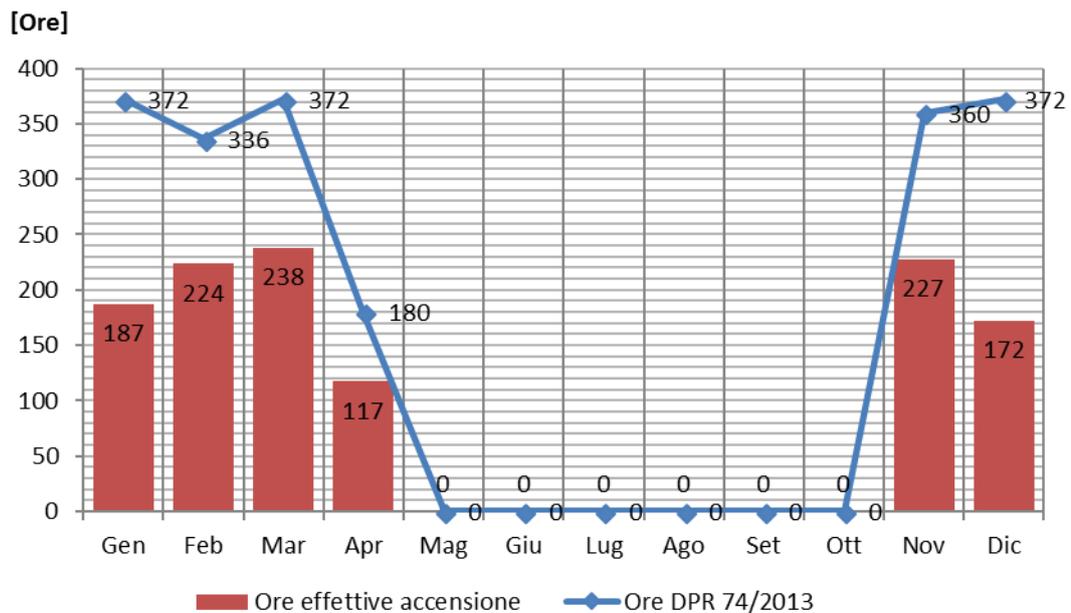
Gli orari di effettivo utilizzo dell’edificio sono stati ricavati tramite intervista al personale.

Nella Tabella 2.3 sono pertanto riportati gli orari di funzionamento dell’edificio e gli orari di funzionamento degli impianti termici.

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

PERIODO	GIORNI SETTIMENALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
Dal 1 Novembre al 15 Aprile	dal lunedì al venerdì	7:30 – 17:30	7:00 – 18:00
Dal 16 Aprile al 10 Luglio	dal lunedì al venerdì	7:30 – 17:30	
Dal 1 settembre al 31 Ottobre	dal lunedì al venerdì	7:30 – 17:30	

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 agli orari di espletamento delle lezioni, ma dipendono anche dalla presenza di personale all’interno della struttura.

Dal punto di vista manutentivo, attualmente le condizioni di Conduzione e Manutenzione (O&M) degli impianti a servizio dell’edificio scolastico oggetto della DE sono definite dal contratto Servizio Integrato Energia 3 che prevede l’affidamento ad un unico Gestore, del Servizio Energia, ovvero tutte le attività di gestione, conduzione e manutenzione degli impianti termici, compresa l’assunzione del ruolo di Terzo Responsabile, e di tutti gli impianti ad essi connessi.

Ove presenti, all’interno del contratto di Servizio Energia sono stati inseriti la gestione, conduzione e manutenzione degli impianti di climatizzazione estiva.

Tale contratto è stato stipulato a partire da Ottobre 2016 ed ha una durata di 6 anni.

Precedentemente era presente un altro contratto di “Fornitura del servizio energia e manutenzione degli impianti termici e di condizionamento negli edifici di proprietà o di competenza del comune di Genova”, di durata 3 anni.

### 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 898 GG calcolati su 106 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  $GG_{rif}$

Mese	GIORNI MENSILI	TEMPERATURA ESTERNA UNI 10349:2016 [°C]	GIORNI RISCALDAMENTO [g/m]	GG	GIORNI DI UTILIZZO [g/m]	GIORNI RISCALDAMENTO EFFETTIVI [g/m]	$GG_{rif}$	PROFILO DI INCIDENZA
<b>Gennaio</b>	31	10,4	31	298	17	17	163	18%
<b>Febbraio</b>	28	10,5	28	266	20	20	193	22%
<b>Marzo</b>	31	11,1	31	276	22	22	193	21%
<b>Aprile</b>	30	15,3	15	71	20	11	54	6%
<b>Maggio</b>	31	18,7	-	-	22	-	-	0%
<b>Giugno</b>	30	22,4	-	-	21	-	-	0%
<b>Luglio</b>	31	24,6	-	-	10	-	-	0%
<b>Agosto</b>	31	23,6	-	-	-	-	-	0%
<b>Settembre</b>	30	22,2	-	-	22	-	-	0%
<b>Ottobre</b>	31	18,2	-	-	22	-	-	0%
<b>Novembre</b>	30	13,3	30	201	21	21	138	15%
<b>Dicembre</b>	31	10,0	31	310	16	16	157	17%
<b>TOTALE</b>	<b>365</b>	<b>16,7</b>	<b>166</b>	<b>1421</b>	<b>212</b>	<b>106</b>	<b>898</b>	<b>100%</b>

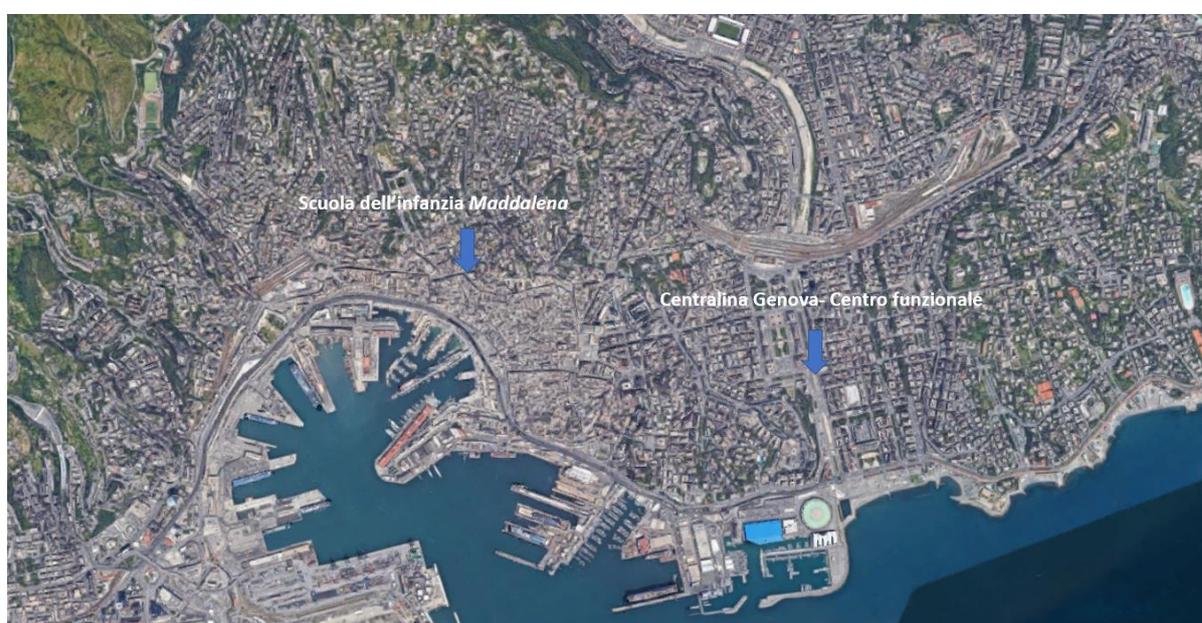
### 3.2 DATI CLIMATICI REALI

Ai fini della realizzazione dell’analisi energetica si è resa necessaria la definizione delle condizioni climatiche reali, ovvero dei GG calcolati in funzione delle temperature 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, sita in via Brigate Partigiane n° 2, Genova.

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

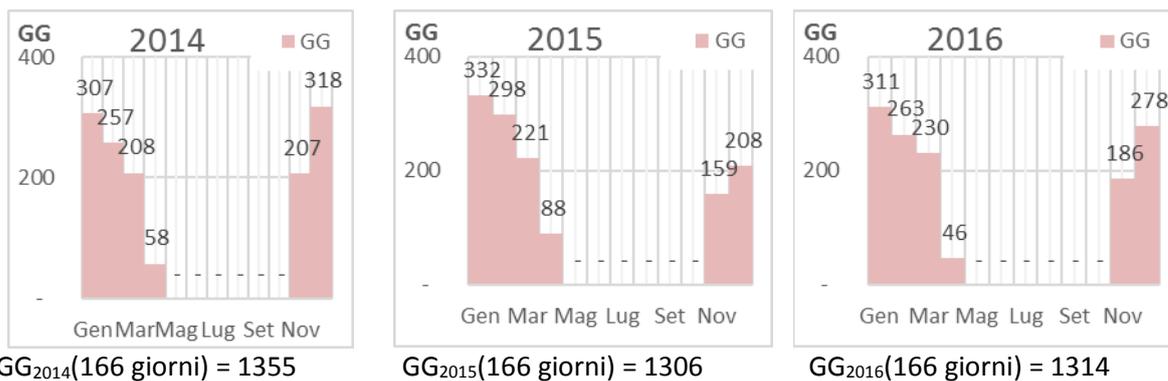
Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all’edificio oggetto di DE



### 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 (2014 - 2015 – 2016), 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.

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

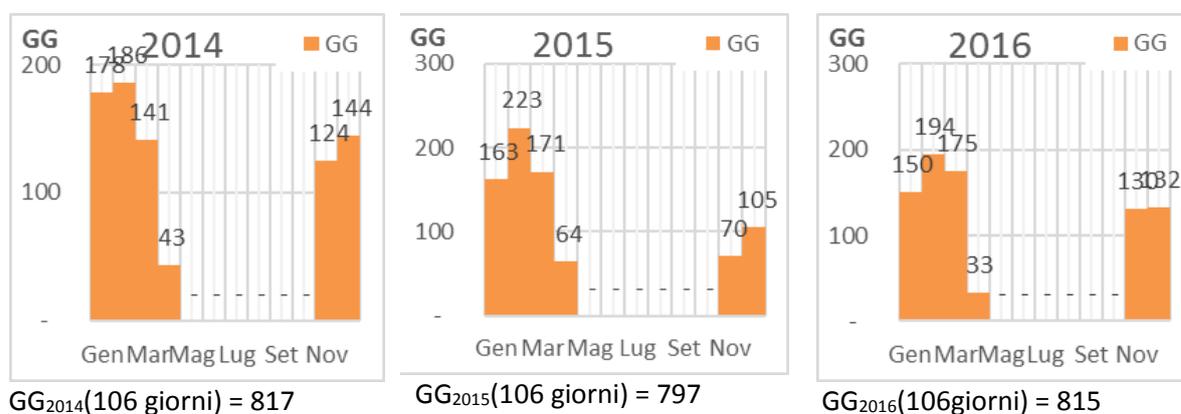


Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG reali sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 898 GG calcolati su 106 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<sub>real</sub> 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



Come si può notare dai grafici sopra riportati, l'andamento dei GG reali risulta essere fortemente influenzato dall'effettivo svolgimento delle lezioni.

## 4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI

### 4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL’INVOLUCRO EDILIZIO

#### 4.1.1 Involucro opaco

L’involucro edilizio opaco che costituisce l’edificio è sostanzialmente composto da più blocchi strutturali caratterizzati presumibilmente da strutture in calcestruzzo con murature di tamponamento a sacco. Le strutture opache orizzontali sono in laterocemento.

Va inoltre sottolineato, sempre in riferimento all’involucro edilizio, che trattandosi di un edificio di valenza storica non è possibile procedere a sostanziali interventi di efficientamento dell’involucro stesso.

Figura 4.1 - Particolare della porzione di involucro esposta a Nord



L’ubicazione dell’edificio e, conseguentemente, l’ombreggiatura data dagli edifici vicini, incide profondamente sul comportamento termico dell’edificio, andando a costituire zone fortemente influenzate dall’incidenza solare e significative differenze di fabbisogni termici tra i singoli ambienti.

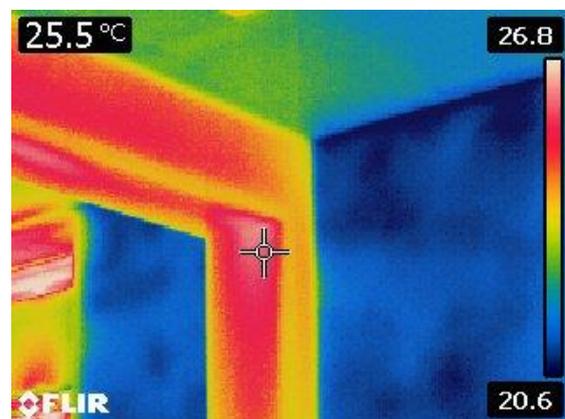
Ai fini di un’identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell’involucro opaco si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- Rilievo termografico eseguito tramite l’utilizzo di termo camera FLIR E50
- Analisi visiva

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Muratura di tamponamento a sacco con paramenti in laterizio
- Solai in laterocemento

Figura 4.2 – Rilievo termografico della parete di un’aula



I dettagli delle indagini diagnostiche effettuate sono riportate all’Allegato C – Report di indagine termografica ed all’Allegato D – Report relativi ad altre prove diagnostiche strumentali.

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

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	SPESSORE [cm]	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA [W/m <sup>2</sup> K]	STATO DI CONSERVAZIONE
Soffitto	S1	vedere Allegato E	Assente	vedere Allegato E	Buono
Copertura	S2	vedere Allegato E	Assente	vedere Allegato E	Buono
Soffitto	S3	vedere Allegato E	Assente	vedere Allegato E	Buono
Parete verticale	M1	vedere Allegato E	Assente	vedere Allegato E	Buono
Parete verticale	M2	vedere Allegato E	Assente	vedere Allegato E	Buono
Parete verticale	M3	vedere Allegato E	Assente	vedere Allegato E	Buono
Parete verticale	M4	vedere Allegato E	Assente	vedere Allegato E	Buono
Parete verticale	M7	vedere Allegato E	Assente	vedere Allegato E	Buono
Parete verticale	M8	vedere Allegato E	Assente	vedere Allegato E	Buono
Parete verticale	M9	vedere Allegato E	Assente	vedere Allegato E	Buono
Parete verticale	M10	vedere Allegato E	Assente	vedere Allegato E	Buono
Parete verticale	M12	vedere Allegato E	Assente	vedere Allegato E	Buono

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 J – Schede di audit.

#### 4.1.2 Involucro trasparente

L’involucro trasparente che costituisce l’edificio è composto prevalentemente da serramenti con telaio in alluminio e vetri doppi.

Lo stato di conservazione degli stessi è buono.

Figura 4.3 - Particolare dei serramenti



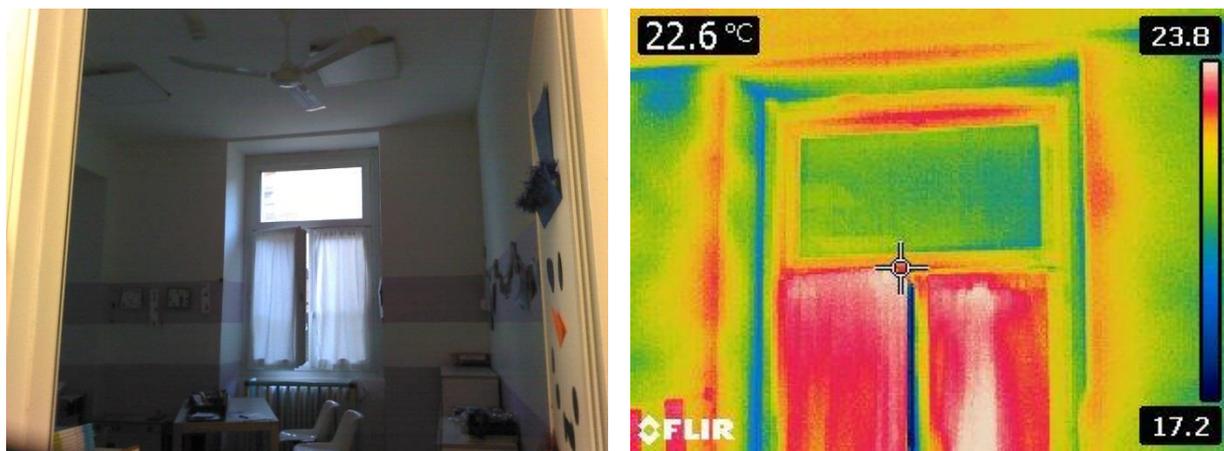
Ai fini di un’identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell’involucro opaco si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- Rilievo termografico eseguito tramite l’utilizzo di termo camera FLIR E50
- Analisi visiva
- Intervista agli occupanti l’edificio

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Serramenti con telaio in PVC e vetro doppio
- Buona tenuta dei serramenti

Figura 4.4 – Rilievo termografico dei serramenti



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

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	DIMENSIONI [HXL] [cm]	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Serramento verticale	W1	Vedere Allegato E	Alluminio	Vetro doppio	Vedere Allegato E	Buono
Serramento verticale	W2	Vedere Allegato E	PVC	Vetro doppio	Vedere Allegato E	Buono
Serramento verticale	W4	Vedere Allegato E	PVC	Vetro doppio	Vedere Allegato E	Buono
Serramento verticale	W5	Vedere Allegato E	PVC	Vetro doppio	Vedere Allegato E	Buono
Serramento verticale	W6	Vedere Allegato E	PVC	Vetro doppio	Vedere Allegato E	Buono
Serramento verticale	W7	Vedere Allegato E	PVC	Vetro doppio	Vedere Allegato E	Buono
Serramento verticale	W8	Vedere Allegato E	PVC	Vetro doppio	Vedere Allegato E	Buono
Serramento verticale	W9	Vedere Allegato E	PVC	Vetro doppio	Vedere Allegato E	Buono
Serramento verticale	W10	Vedere Allegato E	PVC	Vetro doppio	Vedere Allegato E	Buono
Serramento verticale	W11	Vedere Allegato E	PVC	Vetro doppio	Vedere Allegato E	Buono
Serramento verticale	W12	Vedere Allegato E	PVC	Vetro doppio	Vedere Allegato E	Buono
Serramento verticale	W18	Vedere Allegato E	PVC	Vetro doppio	Vedere Allegato E	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 J – Schede di audit.

## 4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

L’impianto di riscaldamento degli ambienti è costituito da radiatori a parete, con distribuzione a colonne montanti e generazione mediante tre caldaie a condensazione funzionanti a gas naturale. L’impianto serve anche una seconda zona termica costituita dai locali appartenenti alla vicina chiesa

San Filippo Neri. Attualmente l’impianto di riscaldamento si trova in fase di ristrutturazione, al termine della quale verrà inserito un ulteriore circuito che servirà due alloggi presenti al terzo piano.

Si precisa che non è stato possibile effettuare il sopralluogo dei locali della chiesa in quanto non è stato consentito l’accesso. Tali volumi sono comunque di modesta entità, si è deciso pertanto, in accordo con la committenza, di trascurare i consumi dovuti al riscaldamento di tali locali.

#### 4.2.1 Sottosistema di emissione

Il sottosistema di emissione è costituito da radiatori in ghisa.

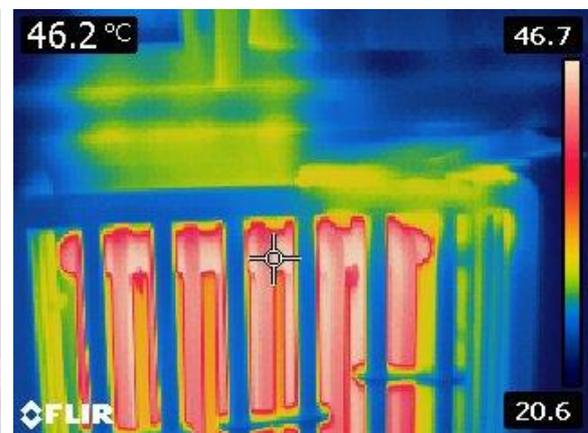
Figura 4.5 - Particolare dei terminali di emissione



Figura 4.6 – Particolare dei radiatori



Figura 4.7 - Rilievo termografico dei radiatori



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

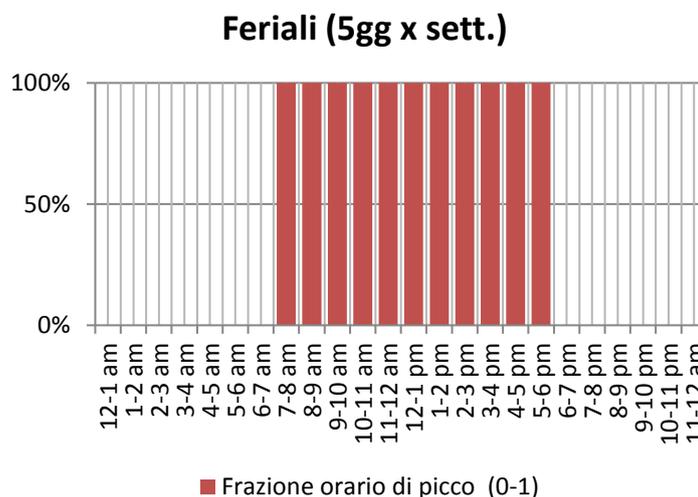
ZONA TERMICA	TIPOLOGIA DI TERMINALE	RENDIMENTO
Scuola dell’infanzia “Maddalena”	radiatori in ghisa	92%

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 J – Schede di audit.

#### 4.2.2 Sottosistema di regolazione

La regolazione del funzionamento dell’impianto avviene attraverso una sonda climatica collegata alle caldaie. Non sono presenti sistemi di controllo di zona o ambiente.

Figura 4.8 - Profilo di funzionamento invernale dell’impianto per la zona termica della scuola “Maddalena”



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

I rendimenti di regolazione desunti dal modello di calcolo delle DE sono riportati nella Tabella 4.4:

Tabella 4.4 - Rendimenti del sottosistema di regolazione per le varie zone termiche

ZONA TERMICA	TIPO DI REGOLAZIONE	RENDIMENTO
Scuola “Maddalena”	Climatica	87,7%

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 J – Schede di audit.

#### 4.2.3 Sottosistema di distribuzione

Il sottosistema di distribuzione è costituito dai seguenti elementi:

- 1) Circuito primario di collegamento tra le caldaie ed i due collettori di mandata e di ritorno.
- 2) Circuito secondario di collegamento ai radiatori

- 1) **Circuito primario:** è presente una pompa di circolazione interna alle caldaie.

Le temperature del fluido termovettore all’interno del circuito primario sono riportate nella Tabella 4.5.

Tabella 4.5 – Temperature di mandata e ritorno del circuito primario

CIRCUITO	TEMPERATURA RILEVATA	TEMPERATURA CALCOLO <sup>(5)</sup>		
			°C	°C
Caldaia	Mandata	Caldo	n.d.	70

Ritorno	Caldo	n.d.	60
---------	-------	------	----

Nota (5): Valori utilizzati nel modello di calcolo

2) **Circuito secondario:** è presente una pompa di circolazione gemellare per la mandata calda del circuito di riscaldamento della Scuola e una pompa per la mandata del circuito della Chiesa:

- Zona 1: Scuola “Maddalena”;
- Zona 2: Locali chiesa.

Le caratteristiche dei circolatori a servizio dei circuiti secondari sono riportate nella Tabella 4.6.

Tabella 4.6 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito secondario

	NOME	SERVIZIO	PORTATA	PREVALENZA	POTENZA ASSORBITA <sup>(8)</sup>
			m <sup>3</sup> /h	kPa	kW
Zona 1	Scuola “Maddalena”	mandata acqua calda ai radiatori	12,10 <sup>(8)</sup>	140 <sup>(8)</sup>	0,128
Zona 2	Locali Chiesa	mandata acqua calda ai radiatori	n.d. <sup>(7)</sup>	n.d. <sup>(7)</sup>	0,536

Nota (7): Valori non forniti dalla PA

Nota (8): Valori ricavati da dati di targa

Le temperature del fluido termovettore all'interno del circuito secondario sono riportate nella Tabella 4.7.

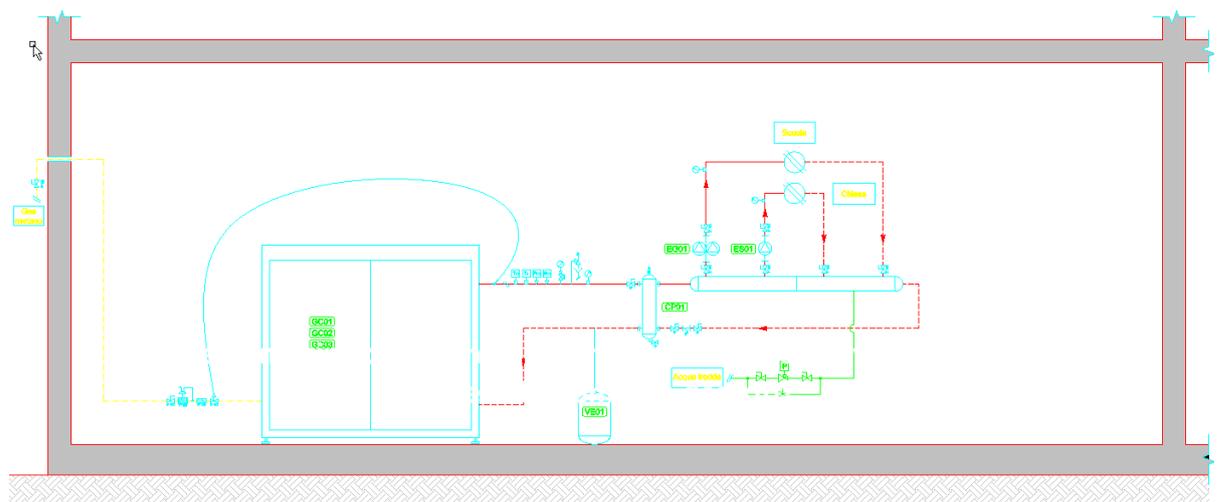
Tabella 4.7 – Temperature di mandata e ritorno del circuito secondario

CIRCUITO			TEMPERATURA RILEVATA	TEMPERATURA CALCOLO <sup>(9)</sup>
			°C	°C
Zona 1	Mandata	Caldo	n.d. <sup>(10)</sup>	70
	Ritorno	Caldo	n.d. <sup>(10)</sup>	60
Zona 2	Mandata	Caldo	n.d. <sup>(10)</sup>	n.d. <sup>(10)</sup>
	Ritorno	Caldo	n.d. <sup>(10)</sup>	n.d. <sup>(10)</sup>

Nota (9): Valori utilizzati nel modello di calcolo

Nota (10): Valore non rilevato causa isolamento tubazioni

Figura 4.9 - Particolare dello schema di impianto (Fonte: Tav A3 219-P00-AE-CENTRALE TERMICA.dwg)



Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione, in accordo con la normativa UNI/TS 11300-2 prospetto 15, è stato assunto nella DE pari al 98,6%.

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 J – Schede di audit.

#### 4.2.4 Sottosistema di generazione

Il sottosistema di generazione è costituito da tre caldaie a condensazione modello Joannes Jotek 80 alimentate a gas metano ed installate nel 2008. La caldaia serve, oltre al circuito di distribuzione della scuola dell’infanzia “Maddalena”, anche il circuito di riscaldamento di alcuni locali della Chiesa San Filippo Neri. Al termine dei lavori di ristrutturazione in atto, tali caldaie serviranno anche i circuiti di riscaldamento di due alloggi.

Figura 4.10 - Particolare delle caldaie



Le caratteristiche dei sistemi di generazione sono riportate nella Tabella 4.8.

Tabella 4.8 - Riepilogo caratteristiche sistemi di generazione

	Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE [kW]	POTENZA TERMICA UTILE [kW]	RENDIMENTO	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA [kW]
Gen 1	Riscaldamento	Joannes	Jotek 80	2008	75,00	79,5	106%	0,285
Gen 2	Riscaldamento	Joannes	Jotek 80	2008	75,00	79,5	106%	0,285
Gen 3	Riscaldamento	Joannes	Jotek 80	2008	75,00	79,5	106%	0,285

In accordo con la normativa UNI/TS 11300-2 prospetto 15, il rendimento complessivo del sottosistema di generazione in regime di riscaldamento è stato assunto nella DE pari al 98,8%. Tale valore, essendo dipendente dal carico e quindi dalle temperature esterne, risulta essere leggermente diverso da quello indicato nella scheda tecnica a potenza nominale. Si specifica inoltre che non è stato possibile fare confronti con il rendimento da prova fumi poiché non disponibile.

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 J – Schede di audit.

### 4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

La produzione dell’Acqua calda sanitaria è eseguita tramite 2 bollitori elettrici ad accumulo installati localmente nei servizi igienici.

I rendimenti caratteristici dei sottosistemi dell’impianto di produzione acqua calda sanitaria sono riportati nella Tabella 4.9.

Tabella 4.9 – Rendimenti dell’impianto di produzione acqua calda sanitaria

SOTTOSISTEMA DI EROGAZIONE	SOTTOSISTEMA DI DISTRIBUZIONE	SOTTOSISTEMA DI ACCUMULO	SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE	RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE
100%	92,6%	-	75%	28,7%

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 J – Schede di audit.

#### 4.4 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 ascensori, PC ed altri dispositivi in uso del personale e delle attività specifiche della destinazione d’uso.

Tali tipologie di utenze sono state raggruppate insieme ed identificate con la denominazione di forza elettromotrice (FEM) e sono riportate nella Tabella 4.10.

Tabella 4.10 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [kW]	POTENZA COMPLESSIVA [kW]	ORE ANNUE DI UTILIZZO [ore]
Zona 1	carrello scaldavivande	1	2,0	2,0	426
Zona 1	pc	3	0,2	0,6	2130
Zona 1	fotocopiatrice	1	0,7	0,7	426
Zona 1	ventilatori	12	0,1	1,2	424
Zona 1	frigorifero	1	0,8	0,8	8760
Zona 1	Ascensore	1	4	4	159

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

#### 4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

- L’impianto di illuminazione è costituito da lampade a LED.

Figura 4.11 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle aule



L’elenco e le caratteristiche dei corpi illuminanti sono riportate nella Tabella 4.11.

Tabella 4.11 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA	POTENZA COMPLESSIVA
-------------	-------------	--------	------------------	---------------------

			[W]	[W]
Zona 1	Fluorescente	1	72	72
Zona 1	Fluorescente	22	25	550
Zona 1	LED	102	48	4896

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

## 5 CONSUMI RILEVATI

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

L’analisi dei consumi storici termici ed elettrici dell’edificio oggetto della DE è stata effettuata facendo riferimento al triennio 2014, 2015 e 2016.

I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Gas metano;
- Energia elettrica;

#### 5.1.1 Energia termica

Il vettore termico utilizzato per la climatizzazione invernale della struttura è il Gas Metano.

Nella Tabella 5.1 sono riportati i valori di Potere Calorifico Inferiore (PCI) forniti dalla norma UNI TS 11300-2:2014 ed utilizzati ai fini della conversione in kWh.

Tabella 5.1 – Valori di PCI utilizzati ai fini della conversione in kWh

TIPO COMBUSTIBILE	PCI	DENSITÀ	PCI	FATTORE DI CONVERSIONE	PCI
	[kWh/kg]	[kWh/Sm <sup>3</sup> ]	[kWh/Nm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> /Nm <sup>3</sup> ]	[kWh/Sm <sup>3</sup> ]
Metano	n/a	n/a	9,94 (*)	1,0549	9,42
Gasolio	11,87 (*)	0,85	n/a	n/a	10,09

Nota (\*) Fonte: Prospetto B.19 UNI TS 11300-2:2014

La fornitura di Gas metano avviene tramite la presenza di un contatore il quale è risultato a servizio della centrale termica per il riscaldamento degli ambienti della scuola dell’infanzia “Maddalena” e di alcuni locali della Chiesa san Filippo Neri.

L’effettiva ubicazione del contatore è rappresentata nelle planimetrie riportate all’ Allegato B – Elaborati

L’analisi dei consumi storici di Gas metano si basa sulla base de m<sup>3</sup> di gas rilevati dalla società di distribuzione nel triennio di riferimento.

Tali consumi sono riportati nella Tabella 5.2 con indicazione dei PDR di riferimento.

Tabella 5.2 - Consumi annuali di energia termica per il triennio di riferimento – Dati forniti dalla società di distribuzione

PDR	Utilizzo	2014	2015	2016	2014	2015	2016
		[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
3270036909390	Riscaldamento	25.848	9.171	9.400	243.488	86.389	88.550

Come si può notare dai dati riportati, il comportamento energetico dell’edificio nell’anno 2014 è molto diverso da quello del biennio successivo, vi è infatti uno scostamento del 64,5% rispetto al 2015 e del 63,6% rispetto al 2016. Questo può far supporre un diverso profilo di funzionamento rispetto a quello attuale. Per tale ragione si è ritenuto opportuno, ai fini della validazione del modello termico e della stima dei risparmi energetici economici derivanti dagli interventi di efficientamento, escludere l’anno 2014 dal calcolo della Baseline termica.

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 fatturati dalla società di fornitura sono riportati nella Tabella 5.3.

Tabella 5.3 - Consumi mensili di energia termica per il triennio di riferimento – Dati fatturati da società di fornitura

PDR: 3270036909390	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese	[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	n.d.	1410	1374	n.d.	13279	12939
Febbraio	n.d.	1658	2014	n.d.	15622	18971
Marzo	n.d.	2061	1617	n.d.	19415	15230
Aprile	n.d.	661	521	n.d.	6230	4908
Maggio	n.d.	-	-	n.d.	-	-
Giugno	n.d.	-	-	n.d.	-	-
Luglio	n.d.	-	-	n.d.	-	-
Agosto	n.d.	-	-	n.d.	-	-
Settembre	n.d.	-	-	n.d.	-	-
Ottobre	n.d.	-	-	n.d.	-	-
Novembre	n.d.	1263	20195	n.d.	11894	190237
Dicembre	n.d.	1211	1854	n.d.	11406	17465
Totale	n.d.	8264	27574	n.d.	77845	259749

L’andamento dei consumi mensili fatturati è riportato nei grafici in Figura 5.1 e Figura 5.2.

Figura 5.1 – Andamento mensile dei consumi termici fatturati

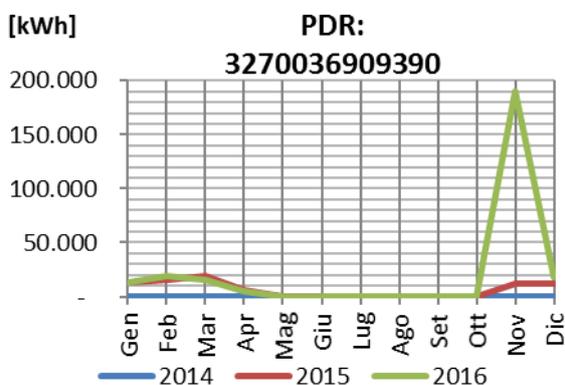
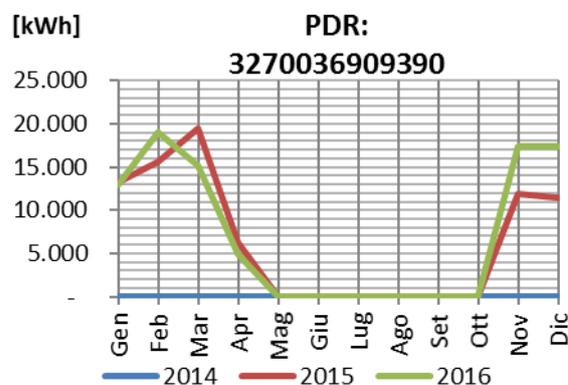


Figura 5.2 – Andamento mensile dei consumi termici fatturati senza il valore di Novembre 2016



Dall'analisi effettuata è emerso un valore di consumo anomalo nel mese di Novembre 2016. Eliminando tale anomalia dall'analisi risulta un prelievo termico del triennio caratterizzato da un valore minimo pari a 521 m<sup>3</sup> ad Aprile 2016 e un valore di massimo prelievo di 2061 m<sup>3</sup> a marzo 2015.

Confrontando l'andamento ei consumi con i GG<sub>real</sub> mensili del biennio di riferimento si può notare un andamento conforme a quello dei consumi.

Considerando che i consumi di gas metano 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<sub>real,i</sub> = 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<sub>real,i</sub> = Consumo termico reale per riscaldamento dell'edificio nell'anno *i-esimo*, kWh/anno.

È 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<sub>rif</sub> = 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 Tale contributo non è stato valutato in quanto l'acqua calda sanitaria è prodotta tramite boiler elettrici.

$\bar{Q}_{ALTRO}$  = Consumo termico reale per eventuali altri utilizzi dell'edificio, kWh/anno, valutato come la media dei consumi per altri usi, nel triennio di riferimento. Tale contributo non è stato valutato in quanto non presente.

Si sottolinea che ai fini della normalizzazione e della successiva validazione del modello energetico si utilizzeranno per la definizione dei consumi reali, Q<sub>real,i</sub>, i consumi di gas metano forniti dalla società di distribuzione.

Tabella 5.4 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica

ANNO	GG <sub>REAL</sub> SU 106 GIORNI	GG <sub>RIF</sub> SU 106 GIORNI	CONSUMO REALE RISC. [Smc]	CONSUMO REALE RISC. [kWh]	$\alpha_{rif}$	CONSUMO NORMALIZZATO A 898 GG [kWh]	CONSUMO ACS [kWh]	CONSUMO ALTRO [kWh]
2015	797	898	9171	86416	108,5	97403	-	-
2016	815	898	9400	88573	108,7	97586	-	-
<b>Media</b>	<b>806</b>	<b>898</b>	<b>9.286</b>	<b>87.494</b>	<b>108,6</b>	<b>97.496</b>	-	-

Si sono pertanto definiti per il calcolo della Baseline i parametri riportati nella Tabella 5.5:

Tabella 5.5 – Individuazione della Baseline termica

GRANDEZZA	VALORE
	[Kwh]
$\bar{Q}_{ACS}$	-
$\bar{Q}_{ALTRO}$	-
$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$	97454
$Q_{baseline}$	<b>97454</b>

### 5.1.2 Energia elettrica

La fornitura di energia elettrica avviene tramite la presenza di 2 contatori.

L’effettiva ubicazione dei contatori è rappresentata nelle planimetrie riportate all’ Allegato B – Elaborati.

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 5.6 con indicazione dei POD di riferimento.

Tabella 5.6 – Elenco POD e relativi consumi annuali per il triennio di riferimento

POD	ZONA SERVITA	2014	2015	2016	MEDIA
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
IT001E04805446	Scuola dell’infanzia “Maddalena”	5799	5407 <sup>(9)</sup>	5130 <sup>(10)</sup>	5445
IT001E04165971	Scuola dell’infanzia “Maddalena”	16216	16407 <sup>(11)</sup>	21378	18000
<b>TOTALE</b>					<b>EEbaseline 23446</b>

Nota (9): i valori di Gennaio e Febbraio 2015 sono quelli stimati in fattura. Non sono state trovate le fatture di conguaglio relative a questi mesi.

Nota (10): i valori del periodo da Aprile a Dicembre 2016 sono quelli stimati in fattura. Non sono state trovate le fatture di conguaglio relative a questi mesi.

Nota (11): il valore di Febbraio 2015, è stato stimato come la media dei consumi dello stesso mese negli anni 2014 e 2016.

Tali consumi sono stati confrontati con i consumi annui elaborati e forniti dalla PA ed (identificati per l’edificio oggetto della DE all’interno del file kyotoBaseline-EXXXX) ed è emerso uno scostamento del 8,14% sulla somma dei consumi del triennio per il POD IT001E04805446 e del 7,63% per il POD IT001E04165971.

L’individuazione della baseline elettrica di riferimento è calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per il triennio di riferimento.

Si è pertanto definito un consumo  $EE_{baseline}$  pari a 23446.

Tabella 5.7 – Consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fasce, per il triennio di riferimento

POD: IT001E04805446	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 14	530	96	37	663
Feb - 14	495	89	34	618
Mar - 14	456	103	116	675
Apr - 14	456	71	36	563

Mag - 14	458	105	35	598
Giu - 14	345	77	45	467
Lug - 14	103	20	29	152
Ago - 14	24	22	24	70
Set - 14	424	93	38	555
Ott - 14	410	64	22	496
Nov - 14	403	39	34	476
Dic - 14	380	46	40	466
<b>Totale</b>	<b>4484</b>	<b>825</b>	<b>490</b>	<b>5799</b>

POD: IT001E04805446	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 15	530	96	37	663
Feb - 15	495	89	34	618
Mar - 15	449	66	35	550
Apr - 15	441	60	34	535
Mag - 15	446	82	30	558
Giu - 15	330	62	37	429
Lug - 15	95	15	24	134
Ago - 15	22	16	19	57
Set - 15	344	57	33	434
Ott - 15	422	57	21	500
Nov - 15	408	40	30	478
Dic - 15	372	43	36	451
<b>Totale</b>	<b>4354</b>	<b>683</b>	<b>370</b>	<b>5407</b>

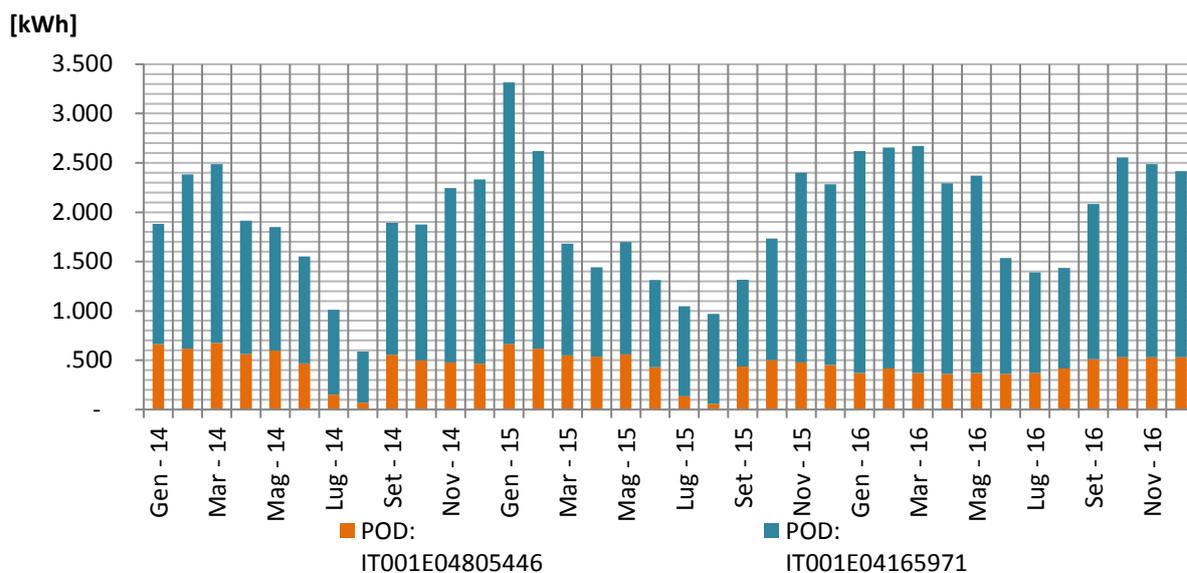
POD: IT001E04805446	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 16	293	47	31	371
Feb - 16	337	49	29	415
Mar - 16	293	47	31	371
Apr - 16	284	46	30	360
Mag - 16	293	47	31	371
Giu - 16	284	46	30	360
Lug - 16	293	47	31	371
Ago - 16	332	53	32	417
Set - 16	255	153	102	510
Ott - 16	264	158	106	528
Nov - 16	264	158	106	528
Dic - 16	264	158	106	528
<b>Totale</b>	<b>3456</b>	<b>1009</b>	<b>665</b>	<b>5130</b>

POD: IT001E04165971	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 14	397	285	538	1220
Feb - 14	1107	246	413	1766
Mar - 14	1212	255	345	1812
Apr - 14	880	186	285	1351

Mag - 14	762	212	278	1252
Giu - 14	625	180	281	1086
Lug - 14	436	158	264	858
Ago - 14	189	115	215	519
Set - 14	845	214	278	1337
Ott - 14	943	192	245	1380
Nov - 14	1234	193	343	1770
Dic - 14	1160	265	440	1865
<b>Totale</b>	<b>9790</b>	<b>2501</b>	<b>3925</b>	<b>16216</b>
<b>POD: IT001E04165971</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Anno 2015</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>
Gen - 15	1651	351	650	2652
Feb - 15	1317	285	402	2003
Mar - 15	732	158	240	1130
Apr - 15	584	129	194	907
Mag - 15	710	170	258	1138
Giu - 15	513	145	225	883
Lug - 15	530	149	233	912
Ago - 15	530	149	233	912
Set - 15	513	145	224	882
Ott - 15	797	189	248	1234
Nov - 15	1296	268	359	1923
Dic - 15	1092	256	483	1831
<b>Totale</b>	<b>10265</b>	<b>2394</b>	<b>3749</b>	<b>16407</b>
<b>POD: IT001E04165971</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Anno 2016</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>
Gen - 16	1492	322	434	2248
Feb - 16	1526	323	390	2239
Mar - 16	1552	313	435	2300
Apr - 16	1305	257	370	1932
Mag - 16	1349	267	382	1998
Giu - 16	639	206	332	1177
Lug - 16	488	200	332	1020
Ago - 16	489	199	332	1020
Set - 16	968	245	358	1571
Ott - 16	1342	289	395	2026
Nov - 16	1298	280	382	1960
Dic - 16	1182	260	445	1887
<b>Totale</b>	<b>13630</b>	<b>3161</b>	<b>4587</b>	<b>21378</b>

Considerando la presenza di più POD a servizio dell'edificio oggetto della DE si riporta nella Figura 5.3 un confronto grafico tra i profili elettrici reali relativi a ciascuna utenza elettrica per il triennio di riferimento.

Figura 5.3 – 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.

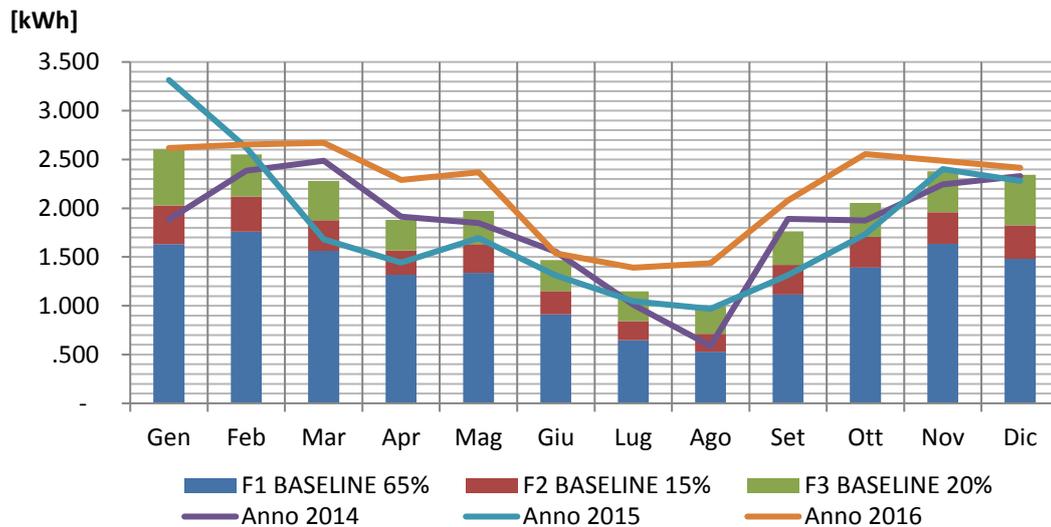
Tali valori sono riportati nella Tabella 5.8.

Tabella 5.8 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	1.631	399	576	2.606
Febbraio	1.759	360	434	2.553
Marzo	1.565	314	401	2.279
Aprile	1.317	250	316	1.883
Maggio	1.339	294	338	1.972
Giugno	912	239	317	1.467
Luglio	648	196	304	1.149
Agosto	529	185	285	998
Settembre	1.116	302	344	1.763
Ottobre	1.393	316	346	2.055
Novembre	1.634	326	418	2.378
Dicembre	1.483	343	517	2.343
<b>Totale</b>	<b>15.326</b>	<b>3.524</b>	<b>4.595</b>	<b>23.446</b>

L’andamento dei consumi elettrici mensili nel triennio di riferimento e di Baseline è riportato nei grafici in Figura 5.4.

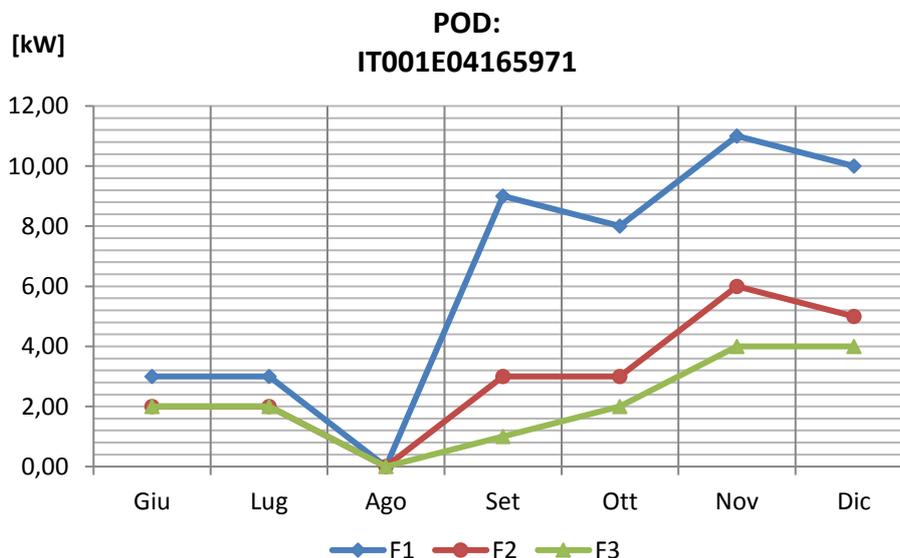
Figura 5.4 – Confronto tra i profili mensili elettrici reali e i valori di Baseline per il triennio di riferimento



I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano andamenti coerenti con l’occupazione della struttura. Sono presenti consumi anche nei mesi estivi, probabilmente dovuti alla presenza dei collaboratori scolastici e ad apparecchiature elettroniche in funzione tutto l’anno come il frigorifero.

È stato inoltre possibile rappresentare i profili di potenza massimi mensili (per il solo periodo Giugno 2017 - Dicembre 2017) per il solo POD IT001E04165971 accedendo alle informazioni fornite dalla società di distribuzione dell’energia elettrica.

Figura 5.5 – Profili di potenza giornalieri per il POD IT001E04165971



Il prelievo di potenza massima è pari a 11 kW e si verifica nel mese di Novembre. Tale potenza risulta coerente con la potenza massima erogata dal contatore installato.

## 5.2 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.

I fattori di emissione di CO<sub>2</sub> utilizzati sono riportati nella Tabella 5.9 - Fattori di emissione di CO<sub>2</sub>. Tabella 5.9.

Tabella 5.9 - Fattori di emissione di CO<sub>2</sub>.

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

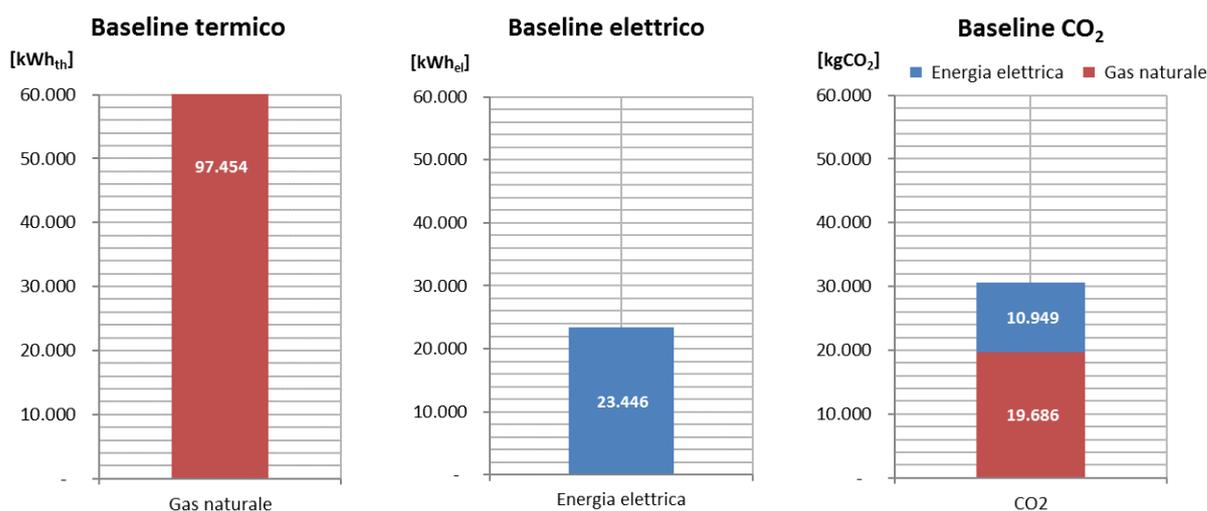
\* da “Linee Guida Patto dei Sindaci” per anno 2010

Applicando tali fattori di conversione è stato possibile valutare la Baseline delle emissioni di CO<sub>2</sub>, come riportato nella Tabella 5.10 – Baseline delle emissioni di CO<sub>2</sub>. Tabella 5.10 e nella Figura 5.6

Tabella 5.10 – Baseline delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE	
	[kWh]	[tCO <sub>2</sub> /MWh]	[tCO <sub>2</sub> ]
Energia elettrica	23446	* 0,467	10,95
Gas naturale	97454	* 0,202	19,69

Figura 5.6 – Rappresentazione grafica della Baseline dei consumi e delle emissioni di CO<sub>2</sub>.



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 5.11 - Fattori di conversione in energia primaria dei vettori energetici

COMBUSTIBILE	F <sub>P,nren</sub>	F <sub>P,ren</sub>	F <sub>P,tot</sub>
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 5.12.

Tabella 5.12 – Fattori di riparametrizzazione

PARAMETRO		VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	917	m <sup>2</sup>
FATTORE 2	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	1.082	m <sup>2</sup>
FATTORE 3	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	5.348	m <sup>3</sup>

Nella Tabella 5.13 e Tabella 5.14 sono riportati gli indicatori di performance valutati coerentemente con quanto riportato nella sezione 2.5 dell'Allegato J – Schede di audit.

Tabella 5.13 – Indicatori di performance calcolati con riferimento all'energia primaria totale

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE [kWh/anno]	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA TOTALE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE [kWh/anno]	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1 [kWh/m <sup>2</sup> ]	FATTORE 2 [kWh/m <sup>2</sup> ]	FATTORE 3 [kWh/m <sup>3</sup> ]	FATTORE 1 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	FATTORE 2 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	FATTORE 3 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ]
Gas naturale	97454	1,05	102326	111,62	94,53	19,14	21,47	18,19	3,68
Energia elettrica	23446	2,42	56738	61,89	52,41	10,61	11,94	10,11	2,05
<b>TOTALE</b>	<b>120899</b>		<b>159064</b>	<b>173,51</b>	<b>146,94</b>	<b>29,75</b>	<b>33,42</b>	<b>28,30</b>	<b>5,73</b>

Tabella 5.14 – Indicatori di performance calcolati con riferimento all'energia primaria non rinnovabile

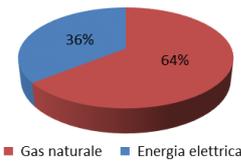
VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE [kWh/anno]	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINN. [kWh/anno]	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1 [kWh/m <sup>2</sup> ]	FATTORE 2 [kWh/m <sup>2</sup> ]	FATTORE 3 [kWh/m <sup>3</sup> ]	FATTORE 1 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	FATTORE 2 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	FATTORE 3 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ]
Gas naturale	97.454	1,05	102.326	111,6	94,5	19,1	21,47	18,19	3,68
Energia elettrica	23.446	1,95	45.719	49,9	42,2	8,5	11,94	10,11	2,05
<b>TOTALE</b>			<b>148.045</b>	<b>161</b>	<b>137</b>	<b>28</b>	<b>33</b>	<b>28</b>	<b>6</b>

Figura 5.7 – Indicatori di performance e relative emissioni di CO<sub>2</sub> valutati in funzione della superficie utile riscaldata



Figura 5.8 – Ripartizione % dei consumi di energia primaria e delle relative emissioni di CO<sub>2</sub>



Ripartizione % emissioni CO<sub>2</sub>

Trattandosi di edifici scolastici, in particolare si sono determinati i due seguenti indici, definiti all’interno delle Linee Guida ENEA- FIRE “Guida per il contenimento della spesa energetica nelle scuole”

L’indicatore introdotto dalla Guida ENEA-FIRE si basa sui consumi di energia per gas naturale normalizzati in funzione dei seguenti fattori di aggiustamento:

- Fattore di forma dell’edificio, rapporto fra superficie disperdente e volume riscaldato S/V (fattore  $F_e$ );
- Ore di occupazione dell’edificio scolastico (fattore  $F_h$ );
- Gradi Giorno convenzionali della località (1435 GG) così come definiti D.P.R. 412/93 - allegato A
- Volume riscaldato ( $V_{risc}$ ).

La formula definita è sotto riportata:

$$IEN_R = \frac{\text{Consumo\_annuo\_riscaldamento} \times F_e \times F_h \times 1000}{GG \times V_{risc}}$$

L’indicatore di performance energetico definito dalla Guida ENEA – FIRE per i consumi di energia elettrica è un semplice indicatore normalizzato sui seguenti fattori:

- Superficie lorda ai piani dell’edificio  $A_p$ ;
- Fattore  $F_h$  relativo all’orario di occupazione, così come precedentemente

La formula per il calcolo dell’indice è la seguente:

$$IEN_E = \frac{\text{Consumo\_energia\_elettrica} \times F_h}{A_p}$$

Tabella 5.15 – Indicatori di performance energetici

COMBUSTIBILE	IEN <sub>R</sub>			IEN <sub>E</sub>		
	Wh/(m <sup>3</sup> GG anno)			Wh/(m <sup>2</sup> anno)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Gas Naturale		12,61	12,93			
Energia elettrica				16667,93	16515,37	20069,65

E’ stato quindi possibile effettuare un raffronto con le classi di merito riportate nelle suddette Linee Guida ENEA - FIRE, ottenendo una classe Buona per il consumo di gas Naturale e una classe insufficiente per il consumo elettrico.

## 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	EP <sub>gl</sub>	kWh/mq anno	225,04	213,74
Climatizzazione invernale	EP <sub>H</sub>	kWh/mq anno	168,2	167,9
Produzione di acqua calda sanitaria	EP <sub>w</sub>	kWh/mq anno	12,74	10,26
Illuminazione artificiale	EP <sub>L</sub>	kWh/mq anno	20,98	16,90
Trasporto di persone e cose	EP <sub>T</sub>	kWh/mq anno	1,61	1,29
Emissioni equivalenti di CO2	CO <sub>2eq</sub>	Kg/mq anno	43,33	

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
	[kWh/anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	145.657,00	152.939,85
Energia Elettrica	22.051,48	43.000,39

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

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

Dove:

- E<sub>teorico</sub> 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 [kWh <sub>el</sub> ]
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	$E_{exp,el}$

Nota (\*) Tale contributo non è definito all’interno delle norme UNITS 11300 pertanto è stato valutato dall’Auditor sulla base dei dati di targa

### 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 adattando tutti i parametri sulla base delle informazioni raccolte 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	$EP_g$	kWh/mq anno	173,91	162,42
Climatizzazione invernale	$EP_H$	kWh/mq anno	116,0	115,8
Produzione di acqua calda sanitaria	$EP_w$	kWh/mq anno	12,74	10,26
Illuminazione artificiale	$EP_L$	kWh/mq anno	21,83	17,59
Trasporto di persone e cose	$EP_T$	kWh/mq anno	1,68	1,36
Emissioni equivalenti di CO2	$CO_{2eq}$	Kg/mq anno	33,49	

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	CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[kWh/anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	100.206,95	105.217,30
Energia Elettrica	22.401,03	43.682,01

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]	[%]
100.206,95	97453,51	2,75%

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]	[%]
22401,03	23445,50	-4,7%

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

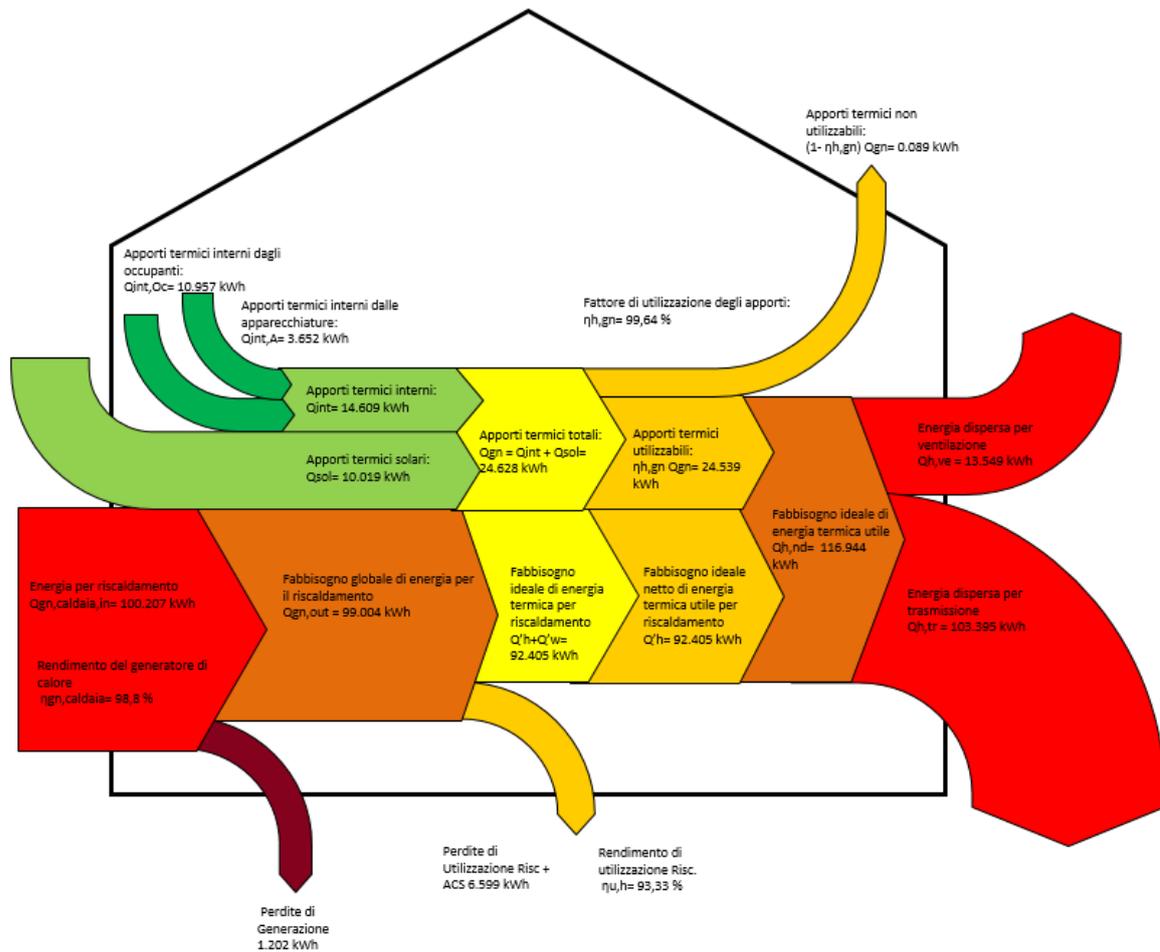
## 6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

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.

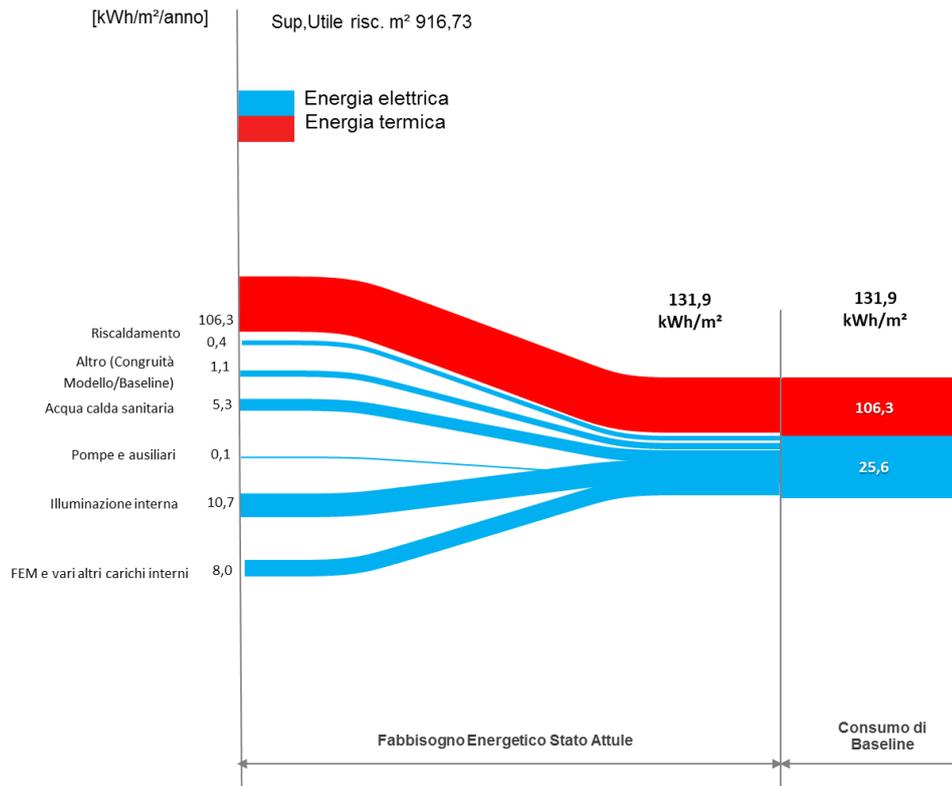
I risultati del bilancio energetico termico sono stati rappresentati nella forma di diagramma di Sankey riportato in Figura 6.1

Figura 6.1 – Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell’edificio allo stato attuale



È quindi possibile creare un bilancio energetico complessivo dell'edificio, riportato nella Figura 6.2.

Figura 6.2 – Bilancio energetico complessivo dell'edificio allo stato attuale



I consumi specifici rappresentati a bilancio sono valori indicizzati in kWh/(m<sup>2</sup> anno), sulla base delle superfici utili delle zone riscaldate.

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.

Dall’analisi del diagramma di Sankey relativo al bilancio energetico complessivo dell’edificio è possibile notare che il consumo specifico maggiore è quello dovuto al riscaldamento dei locali, mentre, relativamente all’energia elettrica, il consumo specifico maggiore è dovuto all’illuminazione.

### 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

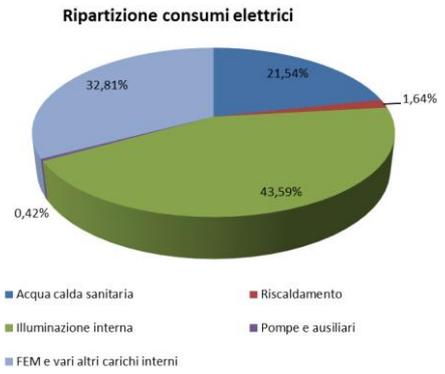
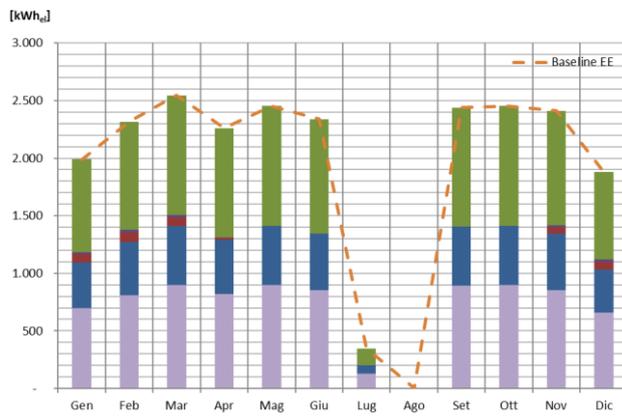
I consumi energetici termici di Baseline dell’edificio oggetto della DE sono interamente dovuti al riscaldamento degli ambienti; per l’analisi dei fabbisogni di energia elettrica, invece, la ripartizione tra i vari utilizzi è stata effettuata in funzione degli esiti della modellazione.

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 6.3.

Figura 6.3 – 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 all’illuminazione interna.

## 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 2014 – 2015 – 2016.

#### 7.1.1 Vettore termico

La fornitura del vettore termico avviene tramite un contratto di fornitura (con PDR 3270036909390) del solo vettore energetico, stipulato direttamente dalla PA 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 7.1 si riportano le principali caratteristiche del contratto di fornitura del vettore termico per gli anni di riferimento.

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

PDR: 3270036909390	Da Gennaio 2015 a Marzo 2015	Da Aprile 2015 a Marzo 2016	Da Aprile 2016 a Dicembre 2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Comune di Genova Via Lomellini 40 16124 Genova (GE)	Patrimonio, Demanio e Sport- Via di Francia 1 16149 Genova GE	Comune di Genova via Garibaldi 9 16124 Genova GE
Società di fornitura	Iren Mercato S.p.A[...]	Eni s.p.a. divisione gas & power	Energetic S.p.A
Inizio periodo fornitura	n.d.	1 Aprile 2015	1 Aprile 2016
Fine periodo fornitura	31 Marzo 2015	31 Marzo 2016	n.d.
Classe del contatore	n.d.	G0004	G40
Tipologia di contratto	Punto di riconsegna per servizio pubblico	utenze con attività di servizio pubblico	Punto di riconsegna per usi diversi
Opzione tariffaria	n.d.	n.d.	n.d.
Valore del coefficiente correttivo dei consumi	n.d.	n.d.	1
Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile	38190,000 kJ/Smc	38190,000 kJ/Smc	39483,000 kJ/Smc
Prezzi di fornitura del combustibile <sup>(12)</sup> (IVA INCLUSA)	0,41993654 €/Smc	0,2798 €/Smc <sup>(13)</sup>	0,095895 €/Smc <sup>(14)</sup>

Nota (12): 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.

Nota (13): Quota variabile scaglione 5 del mese di Aprile 2015

Nota (14): Quota variabile scaglione 5 del mese di Aprile 2016

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

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

PDR: 03270049123457	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gennaio	604	19	207	288	234	1.353	13.279	0,102
Febbraio	711	23	244	339	276	1.592	15.622	0,102
Marzo	883	28	303	421	343	1.978	19.415	0,102
Aprile	217	12	71	162	102	564	7.225	0,078

Maggio								
Giugno								
Luglio								
Agosto								
Settembre								
Ottobre								
Novembre	495	4	166	380	230	1.275	16.918 <sup>(15)</sup>	0,075
Dicembre	1.154	35	386	342	541	2.457	39.357 <sup>(15)</sup>	0,062
<b>Totale</b>	<b>4.063</b>	<b>121</b>	<b>1.377</b>	<b>1.932</b>	<b>1.725</b>	<b>9.219</b>	<b>111.815</b>	<b>0,082</b>
<b>PDR: 03270049123457</b>	<b>QUOTA ENERGIA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE</b>	<b>IMPOSTE</b>	<b>IVA</b>	<b>TOTALE</b>	<b>CONSUMO FATTURATO</b>	<b>COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)</b>
<b>ANNO 2016</b>	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gennaio	608	4	284	474	270	1.639	22.796 <sup>(15)</sup>	0,072
Febbraio	951	4	411	733	433	2.532	34.326 <sup>(15)</sup>	0,074
Marzo	1.038	4	470	837	517	2.865	37.887 <sup>(15)</sup>	0,076
Aprile	104	27	50	110	64	355	4.908	0,072
Maggio								
Giugno								
Luglio								
Agosto								
Settembre								
Ottobre								
Novembre	4.745	27	1.730	4.277	2.371	13.151	190.237	0,069
Dicembre	436	27	159	393	223	1.237	17.465	0,071
<b>Totale</b>	<b>7.881</b>	<b>91</b>	<b>3.104</b>	<b>6.825</b>	<b>3.879</b>	<b>21.780</b>	<b>307.620</b>	<b>0,071</b>

Nota (15): Consumi stimati in fattura

Nel grafico in Figura 7.1 è riportato l’andamento del costo unitario del vettore termico nel triennio di riferimento e per le mensilità dell’anno 2017 per cui è stato possibile ricavare i costi unitari forniti dall’AEEGSI.

Figura 7.1 – Andamento del costo unitario del vettore termico per il biennio di riferimento e per il 2017

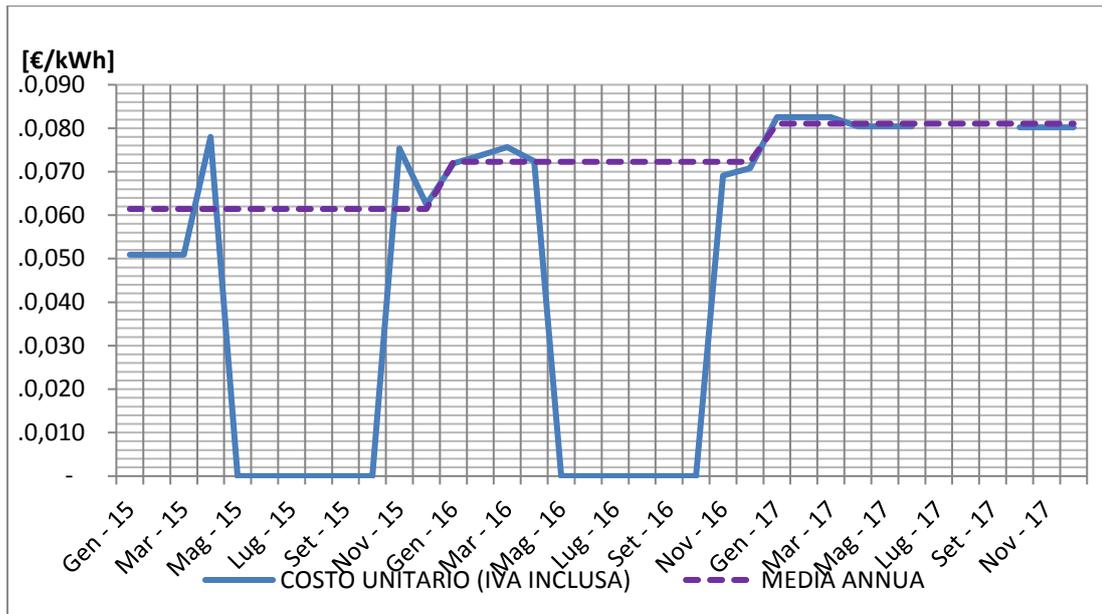
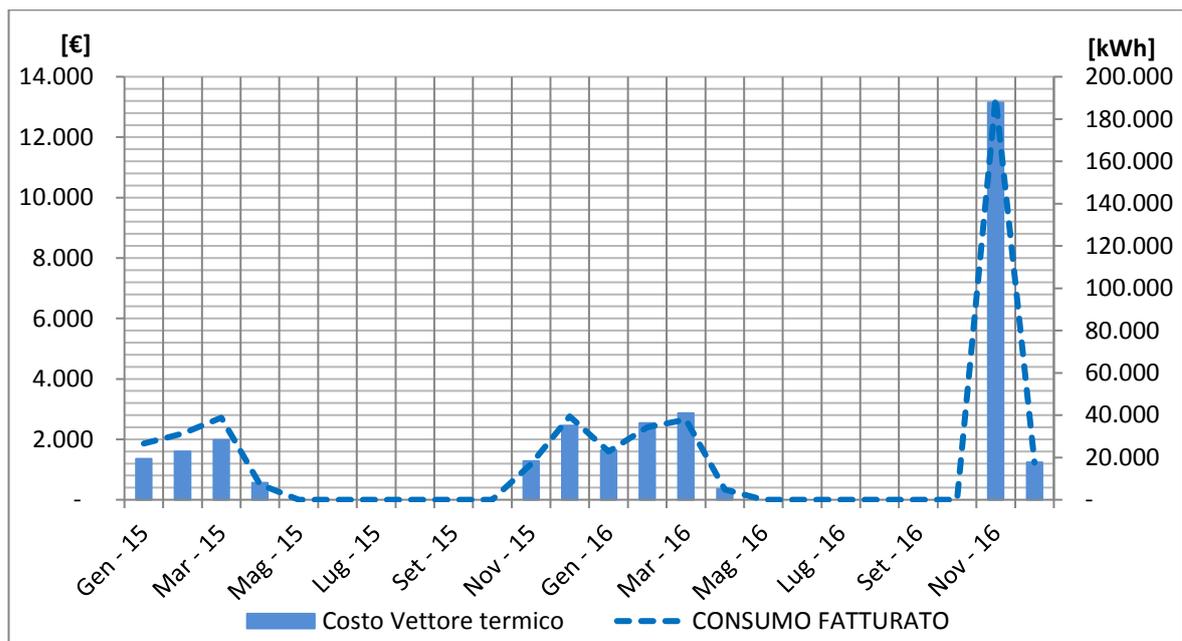


Figura 7.2 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia termica



Anche dall'analisi dei costi del vettore termico si evidenzia un'anomalia nel mese di Novembre 2016.

### 7.1.2 Vettore elettrico

La fornitura del vettore elettrico avviene tramite due contratti per i due POD presenti all'interno dell'edificio, come di seguito elencato:

- POD 1 – IT001E04805446: contratto di fornitura del vettore energetico, stipulato direttamente dalla PA con la società di fornitura. È stato quindi possibile effettuare un'analisi di dettaglio dei costi fatturati e delle caratteristiche del contratto di fornitura.
- POD 2 – IT001E04165971: contratto di fornitura del vettore energetico, stipulato direttamente dalla PA con la società di fornitura. È 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: IT001E04805446	Gennaio 2014-Marzo 2015	Aprile 2015-Marzo 2016	Aprile 2016-Dicembre 2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Comune di Genova, Via di Francia 1 16124 Genova	Comune di Genova-Direzione Patrimonio, Via di Francia 1 16124 Genova	Comune di Genova, Via di Garibaldi 9 16124 Genova Codice ufficio WOQ6PS
Società di fornitura	Edison Energia S.p.A.	GALA	Iren mercato S.p.A.
Inizio periodo fornitura	01/10/2013	01/04/2015	01/04/2016.
Fine periodo fornitura	31/03/2015	31/03/2016	n.d.
Potenza elettrica impegnata	6 kW	6 kW	6 kW
Potenza elettrica disponibile	6 kW	6,6 kW	6,60 kW
Tipologia di contratto	Forniture in BT (escluso IP)	Utenza altri usi	Altri usi
Opzione tariffaria <sup>(16)</sup>	n.d.	BTA3	n.d.
Prezzi del fornitura dell’energia elettrica <sup>(17)</sup>	0,078810 €/kWh <sup>(18)</sup>	0,035960 €/kWh <sup>(19)</sup>	0,03247000 €/kWh <sup>(20)</sup>

Nota (16) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

Nota (17): 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.

Nota (18): valore di Gennaio 2014 per la Fascia F1

Nota (19): valore di Giugno 2015 per la Fascia F1

Nota (20): valore di Aprile 2016 per la Fascia F1

POD: IT001E04165971	Gennaio 2014-Marzo 2015	Aprile 2015-Marzo 2016	Aprile 2016-Dicembre 2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Comune di Genova, Via di Francia 1 16124 Genova	Comune di Genova-Direzione Patrimonio, Via di Francia 1 16124 Genova	Comune di Genova, Via di Garibaldi 9 16124 Genova Codice ufficio WOQ6PS
Società di fornitura	Edison Energia S.p.A.	GALA	Iren mercato S.p.A.
Inizio periodo fornitura	01/10/2013	01/04/2015	01/04/2016.
Fine periodo fornitura	31/03/2015	31/03/2016	n.d.
Potenza elettrica impegnata	22 kW	22 kW	22 kW
Potenza elettrica disponibile	22 kW	20 kW	20 kW
Tipologia di contratto	Forniture in BT (escluso IP)	Utenza altri usi	Altri usi
Opzione tariffaria <sup>(21)</sup>	n.d.	BTA6	n.d.
Prezzi del fornitura dell’energia elettrica <sup>(22)</sup>	0,078810 €/kWh <sup>(23)</sup>	0,039430 €/kWh <sup>(24)</sup>	0,03247000 €/kWh <sup>(25)</sup>

Nota (21) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

Nota (22): 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.

Nota (23): valore di Gennaio 2014 per la Fascia F1

Nota (24): valore di Aprile 2015 per la Fascia F1

Nota (25): valore di Aprile 2016 per la Fascia F1

Nella Tabella 7.4 si riporta l’andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di riferimento, suddiviso nelle varie componenti.

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

POD: IT001E04805 446	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO  (IVA INCLUSA)
	FISSA	PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen – 14	59	14	43	8	12	136	663	0,205
Feb – 14	50	14	71	8	14	157	618	0,254
Mar – 14	53	14	76	8	15	166	675	0,246
Apr – 14	48	14	70	7	14	153	563	0,271
Mag – 14	48	14	74	7	14	157	598	0,262
Giu – 14	37	14	52	6	11	119	467	0,255
Lug – 14						-		n.d.
Ago – 14	5	14	23	1	0	43	70	0,615
Set – 14	44	14	69	7	13	147	555	0,265
Ott – 14	40	14	64	6	12	136	496	0,274
Nov – 14	37	14	62	6	12	131	476	0,275
Dic – 14	36	14	61	6	12	128	466	0,275
<b>Totale</b>	<b>455</b>	<b>151</b>	<b>667</b>	<b>71</b>	<b>130</b>	<b>1473</b>	<b>5647</b>	<b>0,261</b>
POD: IT001E04805 446	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO  (IVA INCLUSA)
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen – 15	49	13	82	8	15	168	663 <sup>(26)</sup>	0,253
Feb – 15	44	13	78	8	14	156	618 <sup>(26)</sup>	0,253
Mar – 15	44	13	83	8	15	164	675 <sup>(26)</sup>	0,242
Apr – 15	4	13	70	7	9	104	535	0,194
Mag – 15	23	13	72	7	12	127	558	0,227
Giu – 15	17	13	60	5	10	105	429	0,244
Lug – 15	5	13	32	2	5	57	134	0,427
Ago – 15	2	13	25	1	4	45	57	0,782
Set – 15	3	13	69	6	9	101	434	0,232
Ott – 15	16	13	53	6	9	98	500	0,195
Nov – 15	16	13	51	6	9	94	478	0,197
Dic – 15	3	13	64	6	9	94	451	0,208
<b>Totale</b>	<b>227</b>	<b>156</b>	<b>738</b>	<b>70</b>	<b>119</b>	<b>1311</b>	<b>5532</b>	<b>0,237</b>
POD: IT001E04805 446	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO  (IVA INCLUSA)
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen – 16	11	15	54	5	9	94	371	0,253
Feb – 16	10	15	49	4	8	86	415	0,208

Mar – 16	10	15	51	5	8	88	371	0,239
Apr – 16	13	15	52	5	8	93	360	0,258
Mag – 16	15	15	53	5	9	97	371	0,261
Giu – 16	16	15	52	5	5	92	360	0,256
Lug – 16	20	15	55	5	9	104	371	0,280
Ago – 16	18	15	60	5	10	108	417	0,259
Set – 16	26	15	69	6	12	129	510	0,253
Ott – 16	34	15	69	7	12	137	528	0,259
Nov – 16	37	15	69	7	13	140	528	0,266
Dic – 16	36	15	69	7	13	139	528	0,263
<b>Totale</b>	<b>245</b>	<b>184</b>	<b>700</b>	<b>63</b>	<b>115</b>	<b>1307</b>	<b>5130</b>	<b>0,255</b>

Nota (26): valore stimato in fattura

POD: IT001E04165 971	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO  (IVA INCLUSA)
	FISSA	PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen – 14	87	14	141	15	26	283	1220	0,232
Feb – 14	135	14	209	22	38	418	1766	0,237
Mar – 14	140	14	213	23	40	430	1812	0,237
Apr – 14	104	14	182	17	32	348	1351	0,258
Mag – 14	95	14	172	16	30	326	1252	0,261
Giu – 14	82	14	119	14	23	251	1086	0,231
Lug – 14								
Ago – 14	37	14	102	6	15	175	519	0,337
Set – 14	102	14	179	17	31	342	1337	0,256
Ott – 14	106	14	184	17	32	353	1380	0,256
Nov – 14	133	14	221	22	39	429	1770	0,243
Dic – 14	136	14	230	23	40	443	1865	0,238
<b>Totale</b>	<b>1157</b>	<b>151</b>	<b>1952</b>	<b>192</b>	<b>346</b>	<b>3797</b>	<b>16216</b>	<b>0,234</b>
POD: IT001E04165 971	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO  (IVA INCLUSA)
	FISSA	PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen – 15	133	13	202	24	37	409	1892 <sup>(27)</sup>	0,216
Feb – 15	118	13	191	22	34	379	1766 <sup>(27)</sup>	0,214
Mar – 15	118	13	195	23	35	384	1812 <sup>(27)</sup>	0,212
Apr – 15	8	13	106	11	14	152	907	0,168
Mag – 15	10	13	157	14	19	213	1138	0,187
Giu – 15	7	13	102	11	13	146	883	0,165
Lug – 15	7	13	105	11	14	150	912	0,164
Ago – 15	7	13	105	11	14	150	912	0,164

Set – 15	6	13	102	11	13	146	882	0,165
Ott – 15	8	13	139	15	18	193	1234	0,156
Nov – 15	13	13	202	24	25	277	1923	0,144
Dic – 15	12	13	204	23	25	278	1831	0,152
<b>Totale</b>	<b>446</b>	<b>156</b>	<b>1810</b>	<b>201</b>	<b>261</b>	<b>2875</b>	<b>16092</b>	<b>0,179</b>
<b>POD: IT001E04165 971</b>	<b>QUOTA ENERGIA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE</b>	<b>IMPOSTE</b>	<b>IVA</b>	<b>TOTALE</b>	<b>CONSUMO FATTURATO</b>	<b>COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)</b>
<b>ANNO 2016</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[KWH]</b>	<b>[€/kWh]</b>
Gen – 16	130	14	232	28	40	445	2248	0,198
Feb – 16	99	14	231	28	37	410	2239	0,183
Mar – 16	63	14	240	29	35	381	2300	0,166
Apr – 16 <sup>(28)</sup>	74	14	251	24	36	401	1920	0,209
Mag – 16 <sup>(28)</sup>	82	14	278	26	40	441	2112	0,209
Giu – 16 <sup>(28)</sup>	69	14	224	19	33	359	1549	0,232
Lug – 16 <sup>(28)</sup>	32	14	96	9	15	166	701	0,237
Ago – 16 <sup>(28)</sup>	32	14	96	9	15	166	701	0,237
Set – 16 <sup>(28)</sup>	26	14	74	7	12	133	561	0,237
Ott – 16 <sup>(28)</sup>	82	14	149	16	26	288	1269	0,227
Nov – 16 <sup>(28)</sup>	129	14	243	25	41	452	1995	0,227
Dic – 16 <sup>(28)</sup>	147	14	209	25	40	435	2024	0,215
<b>Totale</b>	<b>964</b>	<b>172</b>	<b>2323</b>	<b>245</b>	<b>371</b>	<b>4076</b>	<b>19618</b>	<b>0,208</b>

Nota (27): valore stimato in fattura

Nota (28): consumi stimati in funzione dei giorni di effettiva occupazione dell’edificio

Nel grafico in Figura 7.3 è riportato l’andamento del costo unitario del vettore elettrico nel triennio di riferimento e per le mensilità dell’anno 2017 per cui è stato possibile ricavare i costi unitari forniti dall’AEEGSI.

Figura 7.3 – Andamento del costo unitario del vettore elettrico per il triennio di riferimento e per il 2017

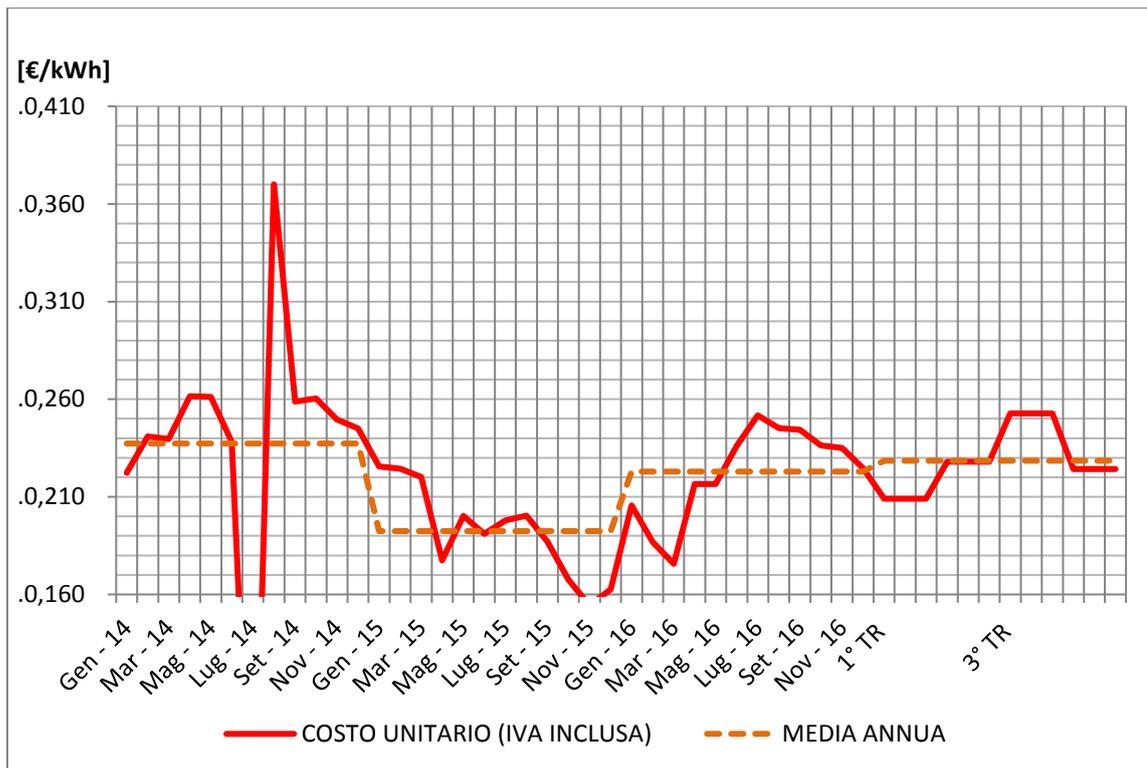
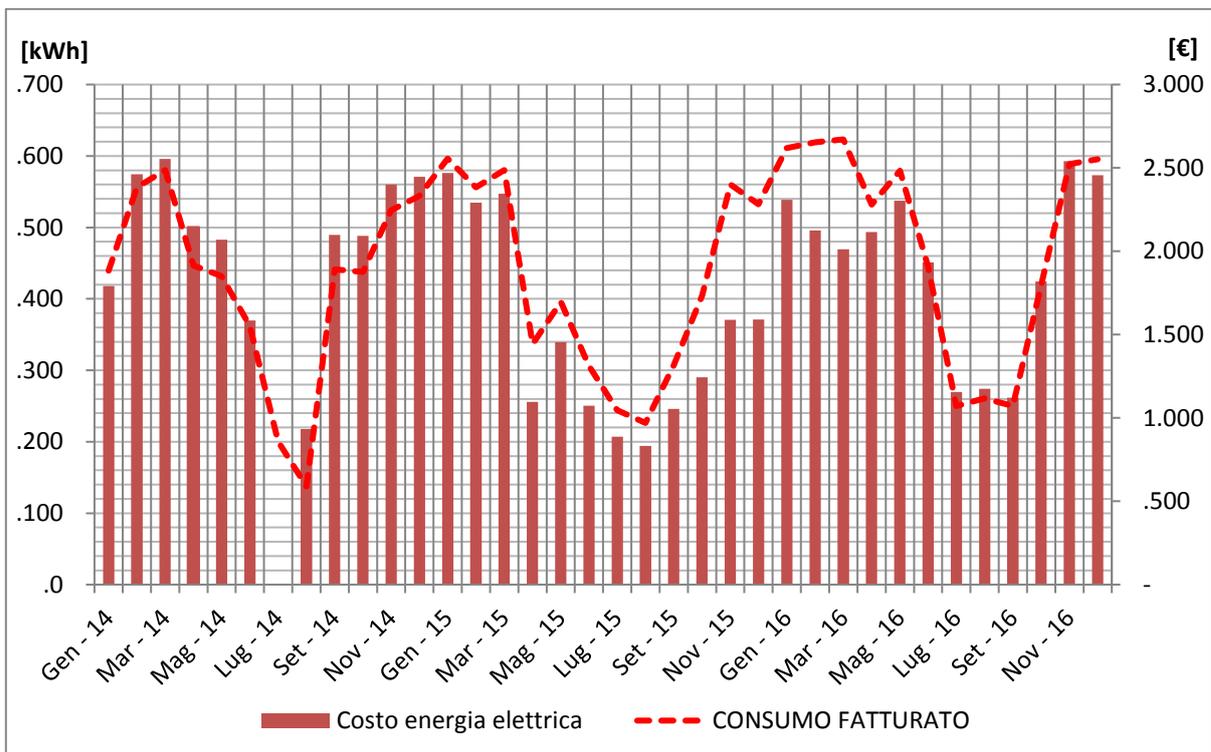


Figura 7.4 – Andamento dei consumi e dei costi dell’energia elettrica



Dall’analisi effettuata risulta evidente che l’andamento dei costi segue quello dell’effettiva occupazione dei locali.

## 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]	[€]
2014	n.d.	n.d.	n.d.	21863	5270	0,241	n.d.
2015	160131	9219	0,058	21624	4185	0,194	13404
2016	307620	21780	0,071	24748	5383	0,217	27163
2017	-	-	0,0817	-	-	0,224	-
Media	233875	15500	0,0702	22745	4946	0,219	20283

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 <sub>Q</sub>	0,082 [€/kWh]
Costo unitario dell’energia elettrica	Valore relativo all’ultimo anno a disposizione	CU <sub>EE</sub>	0,224 [€/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 e straordinaria, relativa ai seguenti impianti:

- L1-042-219: servizio di conduzione e manutenzione caldaia con potenza > 35 kW

Facendo riferimento al capitolo 5 del Capitolato Tecnico della convenzione per l’affidamento del servizio integrato energia per le pubbliche amministrazioni ai sensi dell’art. 26 legge n. 488/1999 e s.m.i. e dell’art. 58 legge n. 388/2000, dove sono descritte nel dettaglio le caratteristiche del servizio di “Gestione, Conduzione e Manutenzione”, si deduce che i servizi compresi all’interno della componente manutentiva riguardano:

- 1) Gestione e conduzione degli impianti, comprensivo del servizio di terzo responsabile;
- 2) Manutenzione ordinaria degli impianti:
  - Manutenzione Preventiva,
  - Manutenzione Correttiva a guasto (con servizio di reperibilità e pronto intervento);
- 3) Manutenzione straordinaria:
  - Interventi di adeguamento normativo;
  - Interventi di riqualificazione energetica.

Tali servizi prevedono il pagamento di un canone annuale da parte della PA pari a 1919,34 €.

Nel caso di impianti non oggetto di fornitura di energia, il costo della manutenzione  $C_M$  è pari al valore contrattuale della conduzione e manutenzione ( $C_{SIE3}$ ) come fornito all’interno del file

kyotoBaseline-EXXXX. In questo caso i costi della manutenzione 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.

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo per la gestione e manutenzione ordinaria	Corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere	$C_{MO}$	1727 [€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	$C_{MS}$	192 [€/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:

$$C_E = Q_{baseline} \times C_{uQ} + EE_{baseline} \times C_{uEE}$$

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

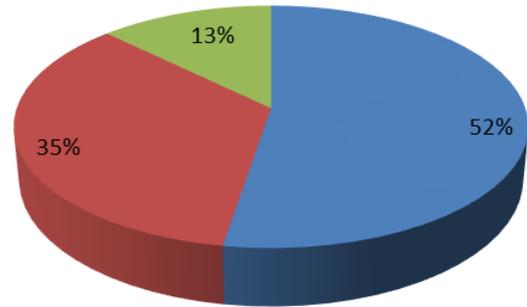
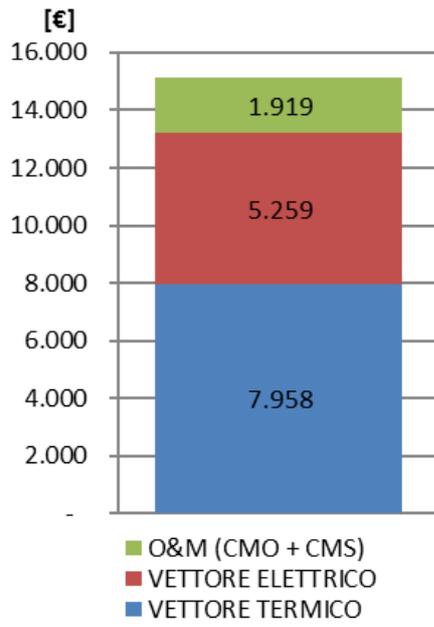
$$C_{baseline} = C_E + C_{MO} + C_{MS}$$

Ne risulta quindi un  $C_E$  pari a € 13216 e un  $C_{baseline}$  pari a € 15136.

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

VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO				O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )		TOTALE
$Q_{baseline}$	$C_{uQ}$	$C_Q$	$EE_{baseline}$	$C_{uEE}$	$C_{EE}$	$C_M$	$C_{MO}$	$C_{MS}$	$C_Q + C_{EE} + C_M$
[kWh]	[€/kWh]	[€]	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
97454	0,082	7958	23446	0,224	5.259	1919	1727	192	15136

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

##### EEM1: Isolamento della copertura piana e del sottotetto

###### Generalità

La misura prevede l’isolamento con pannelli isolanti della copertura piana e del sottotetto.

###### Caratteristiche funzionali e tecniche

Si è scelto di applicare pannelli in XPS con conducibilità pari a 0,038 W/m K per l’isolamento della copertura piana e materassini in lana di vetro con conducibilità pari a 0,032 W/m K per l’isolamento del sottotetto.

Gli spessori utilizzati permettono di raggiungere una trasmittanza tale da poter accedere agli incentivi del Conto termico.

###### Descrizione dei lavori

La posa deve essere svolta da addetti specializzati. È prevista l’installazione di un ponteggio per l’accesso alla copertura piana.

###### Prestazioni raggiungibili

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

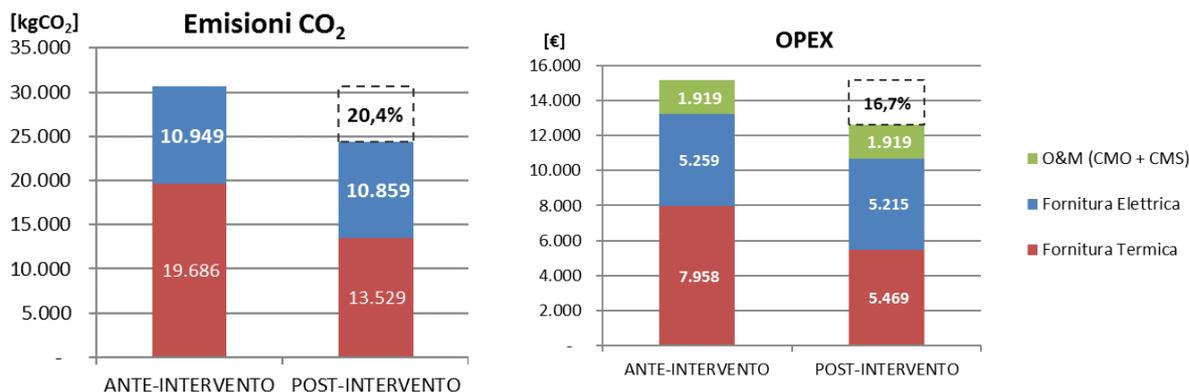
Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – Isolamento della copertura piana e del sottotetto

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza	[W/ mq K]	vedere Allegato E	<0,22	
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	100207	68868	<b>31,3%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	22400	22215	<b>0,8%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	97454	66975	<b>31,3%</b>
EE <sub>baseline</sub>	[kWh]	23446	23252	<b>0,8%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	19686	13529	<b>31,3%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	10949	10859	<b>0,8%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>30635</b>	<b>24388</b>	<b>20,4%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	7958	5469	<b>31,3%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	5259	5215	<b>0,8%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>13216</b>	<b>10684</b>	<b>19,2%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	1727	1727	<b>0,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	192	192	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>1919</b>	<b>1919</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>15136</b>	<b>12603</b>	<b>16,7%</b>
Classe energetica	[-]	E	D	+1 classe

Nota (28) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,202 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore termico e 0,467 tCO<sub>2</sub>/MWh per il vettore elettrico.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,064 [€/kWh] per il vettore termico e 0,214 per il vettore elettrico.

Figura 8.1 – EEM1: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



## EEM2: Isolamento del sottotetto

### Generalità

La misura prevede l’isolamento con materassini in lana di vetro del solo sottotetto.

### Caratteristiche funzionali e tecniche

Si è scelto di applicare materassini in lana di vetro con conducibilità pari a 0,032 W/m K.

Gli spessori utilizzati permettono di raggiungere una trasmittanza tale da poter accedere agli incentivi del Conto termico.

### Descrizione dei lavori

La posa deve essere svolta da addetti specializzati.

### Prestazioni raggiungibili

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

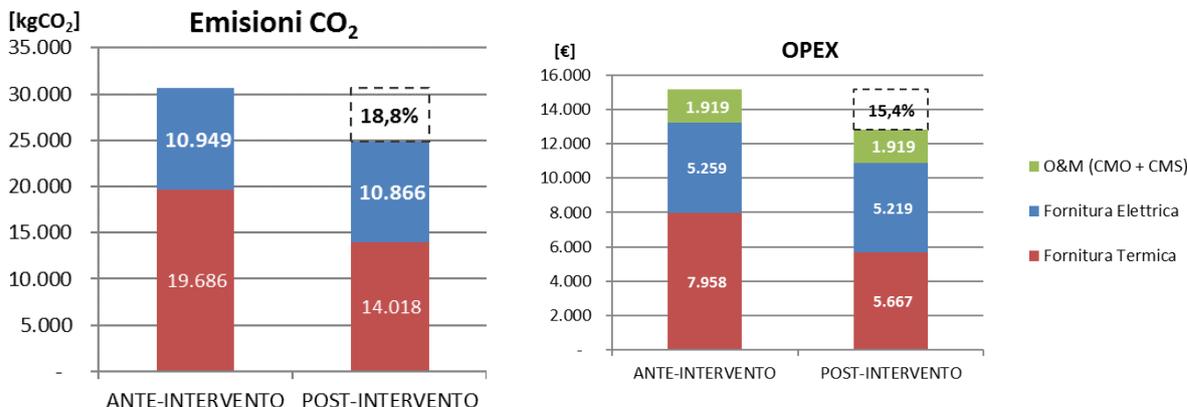
Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – Isolamento del sottotetto

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza	[W/ mq K]	vedere Allegato E	<0,22	
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	100207	71358	<b>28,8%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	22400	22230	<b>0,8%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	97454	69397	<b>28,8%</b>
EE <sub>baseline</sub>	[kWh]	23446	23268	<b>0,8%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	19686	14018	<b>28,8%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	10949	10866	<b>0,8%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>30635</b>	<b>24884</b>	<b>18,8%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	7958	5667	<b>28,8%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	5259	5219	<b>0,8%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>13216</b>	<b>10885</b>	<b>17,6%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	1727	1727	<b>0,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	192	192	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>1919</b>	<b>1919</b>	<b>0,0%</b>
<b>OPEX</b>	<b>[€]</b>	<b>15136</b>	<b>12805</b>	<b>15,4%</b>
Classe energetica	[-]	E	D	+1 classe

Nota (29) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,202 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore termico e 0,467 tCO<sub>2</sub>/MWh per il vettore elettrico.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,064 [€/kWh] per il vettore termico e 0,214 per il vettore elettrico.

Figura 8.2 – EEM2: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



### EEM3: Isolamento dall'interno delle pareti perimetrali

#### Generalità

La misura prevede l'applicazione tramite incollaggio di pannelli isolanti sulla superficie interna delle pareti perimetrali. L'intervento migliora la prestazione termica dell'edificio, di conseguenza le condizioni di comfort e permette di ridurre i consumi energetici.

Il sistema è completato con intonaco di finitura.

#### Caratteristiche funzionali e tecniche

Si è scelto di utilizzare un pannello isolante in Silicato di Calcio, permeabile al vapore, antincendio, traspirabile, incombustibile (classe 0) e con conducibilità pari a 0,045 W/m K. Gli spessori utilizzati permettono di raggiungere una trasmittanza tale da poter accedere agli incentivi del Conto termico.

#### Descrizione dei lavori

La posa deve essere svolta da addetti specializzati.

I lavori prevedono l'installazione di impalcature per interni nei locali interessati.

#### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM3 sono riportati nella Tabella 8.3 e nella Figura 8.2.

Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM3 – Isolamento dall'interno delle pareti

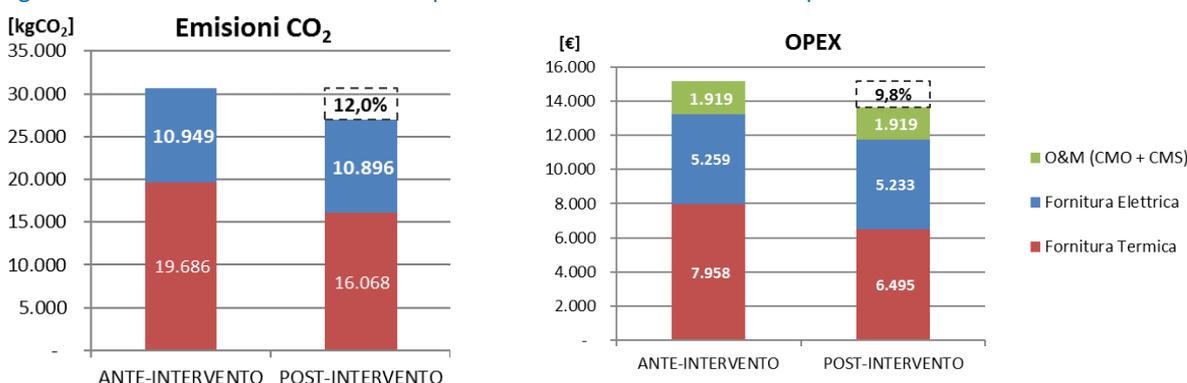
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza	[W/ mq K]	vedere Allegato E	<0,22	
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	100207	81794	18,4%
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	22400	22291	0,5%
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	97454	79547	18,4%
EE <sub>baseline</sub>	[kWh]	23446	23331	0,5%
Emiss. CO <sub>2</sub> Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	19686	16068	18,4%
Emiss. CO <sub>2</sub> Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	10949	10896	0,5%
<b>Emiss. CO<sub>2</sub> TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>30635</b>	<b>26964</b>	<b>12,0%</b>

Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	7958	6495	18,4%
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	5259	5233	0,5%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>13216</b>	<b>11728</b>	<b>11,3%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	1727	1727	0,0%
C <sub>MS</sub>	[€]	192	192	0,0%
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	1919	1919	0,0%
<b>OPEX</b>	<b>[€]</b>	<b>15136</b>	<b>13648</b>	<b>9,8%</b>
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

Nota (30) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,202 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore termico e 0,467 tCO<sub>2</sub>/MWh per il vettore elettrico.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,064 [€/kWh] per il vettore termico e 0,214 per il vettore elettrico.

Figura 8.3 – EEM3: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



### 8.1.2 Impianto riscaldamento

#### EEM4: Installazione delle valvole termostatiche

##### Generalità

L'intervento consiste nell'installazione su tutti i radiatori dell'edificio di valvole termostatiche e relativi comandi.

Questo intervento permette di ottenere un risparmio energetico legato all'effettiva richiesta di carico termico differenziabile per ciascun ambiente di ogni zona climatizzata.

Al fine di un corretto funzionamento è prevista l'installazione di una pompa modulante in sostituzione a quella esistente.

##### Caratteristiche funzionali e tecniche

L'installazione delle valvole termostatiche consente di incrementare notevolmente il rendimento di generazione, andando ad intervenire sulla temperatura di set point locale per locale.

È prevista la sostituzione delle pompe di circolazione con altre a velocità variabile.

Con questa soluzione il rendimento di regolazione risulta pari al 98 % (regolazione ambiente con banda proporzionale ad 1°C).

##### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM4 sono riportati nella Tabella 8.4 e nella Figura 8.4.

Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM4 – Installazione delle valvole termostatiche

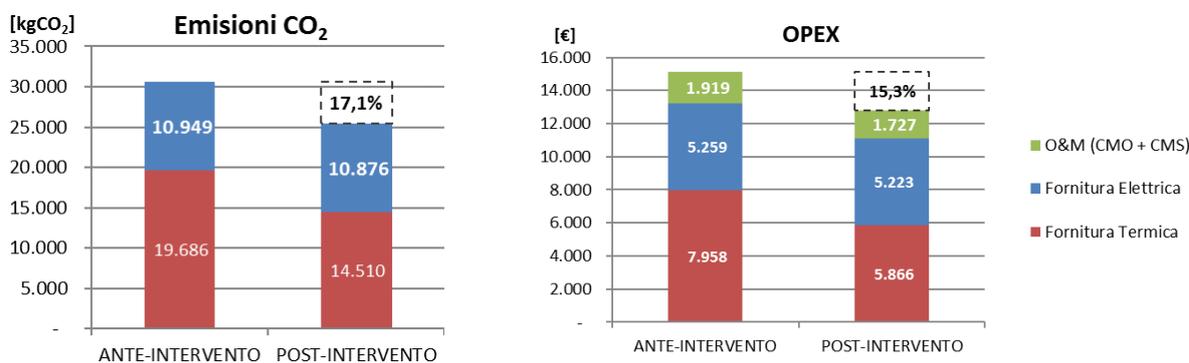
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
-------------------	------	-----------------	-----------------	------------------------

Trasmittanza	[W/ mq K]	87,70%	98%	-11,7%
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	100207	73863	26,3%
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	22400	22249	0,7%
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	97454	71834	26,3%
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	23446	23288	0,7%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	19686	14510	26,3%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	10949	10876	0,7%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>30635</b>	<b>25386</b>	<b>17,1%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	7958	5866	26,3%
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	5259	5223	0,7%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>13216</b>	<b>11089</b>	<b>16,1%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	1727	1555	10,0%
C <sub>MS</sub>	[€]	192	173	10,0%
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	1919	1727	10,0%
OPEX	[€]	15136	12816	15,3%
Classe energetica	[-]	E	D	+1 classi

Nota (31) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,202 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore termico e 0,467 tCO<sub>2</sub>/MWh per il vettore elettrico.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,064 [€/kWh] per il vettore termico e 0,214 per il vettore elettrico.

Figura 8.4 – EEM4: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



### Acqua calda sanitaria

Non è stato previsto nessun intervento sulla sostituzione dei generatori di ACS in quanto il consumo di acqua calda sanitaria è relativamente ridotto data la destinazione d’uso dell’edificio.

## 9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

### 9.1 ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

#### **EEM1: Isolamento della copertura piana e del sottotetto**

Nella realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali sono stati quantificati come descritto dagli Allegati 1 e 2 del Decreto MISE del 16/05/2016.

In particolare, l'intervento di isolamento delle strutture opache orizzontali, di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a), prevede una percentuale incentivata della spesa pari al 40%, un costo massimo ammissibile pari a 200 €/mq per l'isolamento dall'esterno della copertura, un costo massimo ammissibile pari a 100 €/mq per l'isolamento del sottotetto e un valore massimo dell'incentivo pari a 400.000 €.

La durata dell'incentivo è stata stimata pari ad un anno, come previsto dall'Art. 7, comma 5 del Decreto MISE del 16/05/2016.

Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella applicazione di La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali sono stati quantificati come descritto dagli Allegati 1 e 2 del Decreto MISE del 16/05/2016. In particolare, l'intervento di isolamento delle strutture opache orizzontali, di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a), prevede una percentuale incentivata della spesa pari al 40%, un costo massimo ammissibile pari a 200 €/mq per l'isolamento dall'esterno della copertura, un costo massimo ammissibile pari a 100 €/mq per l'isolamento del sottotetto e un valore massimo dell'incentivo pari a 400.000 €.

La durata dell'incentivo è stata stimata pari ad un anno, come previsto dall'Art. 7, comma 5 del Decreto MISE del 16/05/2016.

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1 – Isolamento della copertura piana e del sottotetto

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[%]	[€]
Preparazione copertura	Prezziario Regione Liguria	122,51	m2	6,25	766,24	22 %	934,82
Fornitura materiale impermeabilizzante	Prezziario Regione Liguria	122,51	m2	4,65	569,11	22 %	694,32
Posa in opera materiale impermeabilizzante	Prezziario Regione Liguria	122,51	m2	10,74	1315,31	22 %	1604,68
Fornitura materiale isolante (XPS 0.038 W/mK - spessore 2-3-4-5-6)	Prezziario Regione Liguria	122,51	m2	5,45	668,24	22 %	815,25
Fornitura materiale isolante (XPS 0.038 W/mK - spessore 2-3-4-5-6)	Prezziario Regione Liguria	122,51	m2	5,45	668,24	22 %	815,25
Fornitura materiale isolante (XPS 0.038 W/mK - spessore 2-3-4-5-6)	Prezziario Regione Liguria	122,51	m2	1,82	222,75	22 %	271,75
Posa in opera materiale isolante	Prezziario Regione Liguria	122,51	m2	6,07	743,97	22 %	907,64
Fornitura tessuto non tessuto	Prezziario Regione Liguria	122,51	m2	2,22	271,75	22 %	331,53
Posa in opera tessuto non tessuto	Prezziario Regione	122,51	m2	4,53	554,64	22 %	676,66

Liguria							
Fornitura piastrelle cemento	Prezziario Regione Liguria	122,51	m2	11,27	1381,02	22 %	1684,85
Ponteggiature "di facciata", in elementi metallici prefabbricati e/o "giunto-tubo", compreso il montaggio e lo smontaggio finale, i piani di lavoro, idonea segnaletica, impianto di messa a terra, compresi gli eventuali oneri di progettazione, escluso: mantovane, illuminazione notturna e reti di protezione - Montaggio, smontaggio e noleggio per il primo mese di utilizzo.	Prezziario Regione Liguria	117,6	m2	12,98	1526,66	22 %	1862,53
Costi per la sicurezza	-	3%	%		260,64	22 %	317,98
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		608,15	22 %	741,95
Fornitura materiale isolante (materassino lana vetro 0.032 W/mK)	Prezziario Regione Liguria	662,63	m2	14,48	9596,09	22 %	11707,23
Fornitura materiale isolante (materassino lana vetro 0.032 W/mK)	Prezziario Regione Liguria	662,63	m2	6,21	4114,33	22 %	5019,48
Posa in opera materiale isolante	Prezziario Regione Liguria	662,63	m2	7,13	4722,74	22 %	5761,75
Costi per la sicurezza	-	3%	%		552,99	22 %	674,65
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		1290,32	22 %	1574,19
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>					<b>29833</b>	<b>22 %</b>	<b>36397</b>
<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>						<b>14559</b>
<b>Durata incentivi</b>							<b>1,00</b>
<b>Incentivo annuo</b>							<b>14559</b>

### EEM2: Isolamento del sottotetto

Nella Tabella 9.5 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2, che consiste nella posa di materassini in lana di vetro per l'isolamento del sottotetto.

realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali sono stati quantificati come descritto dagli Allegati 1 e 2 del Decreto MISE del 16/05/2016. In particolare, l'intervento di isolamento delle strutture opache orizzontali, di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a), prevede una percentuale incentivata della spesa pari al 40%, un costo massimo ammissibile pari a 200 €/mq per l'isolamento dall'esterno della copertura, un costo massimo ammissibile pari a 100 €/mq per l'isolamento del sottotetto e un valore massimo dell'incentivo pari a 400.000 €.

La durata dell'incentivo è stata stimata pari ad un anno, come previsto dall'Art. 7, comma 5 del Decreto MISE del 16/05/2016.

Tabella 9.2 – Analisi dei costi della EEM2 – Isolamento del sottotetto

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	TOTALE	IVA	TOTALE
				SCONTATO	(IVA ESCLUSA)	[%]	(IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[%]	[€]
Fornitura materiale isolante (materassino lana vetro 0.032 W/mK)	Prezziario Regione Liguria	662,63	m2	14,48	9596,09	22%	11707,23

Fornitura materiale isolante (materassino lana vetro 0.032 W/mK)	Prezziario Regione Liguria	662,63	m2	6,21	4114,33	22%	5019,48
Posa in opera materiale isolante	Prezziario Regione Liguria	662,63	m2	7,13	4722,74	22%	5761,75
Costi per la sicurezza	-	3%	%		552,99	22%	674,65
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		1290,32	22%	1574,19
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM2)</b>					<b>20276</b>	<b>22%</b>	<b>24737</b>
<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>						<b>9895</b>
<b>Durata incentivi</b>							<b>1</b>
<b>Incentivo annuo</b>							<b>9895</b>

### EEM3: Isolamento delle pareti perimetrali

Nella La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali sono stati quantificati come descritto dagli Allegati 1 e 2 del Decreto Mise del 16/05/2016.

In particolare, l'intervento di isolamento delle strutture opache verticali dall'interno, di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a), prevede una percentuale incentivata della spesa pari al 40%, un costo massimo ammissibile pari a 80 €/mq e un valore massimo dell'incentivo pari a 400.000 €.

La durata dell'incentivo è stata stimata pari ad un anno, come previsto dall'Art. 7, comma 5 del Decreto Mise del 16/05/2016.

Tabella 9.3 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM3, che consiste nell'isolamento dall'interno delle pareti perimetrali.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali sono stati quantificati come descritto dagli Allegati 1 e 2 del Decreto Mise del 16/05/2016.

In particolare, l'intervento di isolamento delle strutture opache verticali dall'interno, di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a), prevede una percentuale incentivata della spesa pari al 40%, un costo massimo ammissibile pari a 80 €/mq e un valore massimo dell'incentivo pari a 400.000 €.

La durata dell'incentivo è stata stimata pari ad un anno, come previsto dall'Art. 7, comma 5 del Decreto Mise del 16/05/2016.

Tabella 9.3 – Analisi dei costi della EEM3 – Isolamento delle pareti dall'interno

DESCRIZIONE	FORTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO [€/m²cm]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [%]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Isolanti di origine minerale. Pannelli in silicato di calcio, per l'isolamento termoacustico a cappotto di facciate e soffitti; permeabili al vapore, antincendio, traspirabili, incombustibili (classe 0). Lambda = 0,045 W/mK spessore da 6 a 20 cm per ogni cm	Prezziario Regione Liguria	13051,54	m2cm	3,17	41408,98	22%	50518,95
Malta premiscelata Rivestimento minerale per rasature armate /cappotto termico idr/m2orepellente, impermeabile e traspirante in sacchi . Resa per mano 1,8 kg.	Prezziario Regione Liguria	715,06	kg	0,75	533,04	22%	650,31
Collante cementizio per murature in cemento cellulare espanso.	Prezziario Regione Liguria	357,53	kg	0,45	159,26	22%	194,30

Impalcature per interni, realizzate con cavalletti, trabattelli, strutture tubolari, misurate in proiezione orizzontale, piani di lavoro per altezza da 2,00 a 4,00 metri.	Prezzario Regione Liguria	17,88	m2	19,25	344,04	22%	419,73
Intonaco interno in malta cementizia strato aggrappante a base di cemento portland, sabbie classificate ed additivi specifici spessore 5 mm circa.	Prezzario Regione Liguria	715,06	m2	4,36	3120,26	22%	3806,72
Costi per la sicurezza	-	3%	%		1366,97	22%	1667,70
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		3189,59	22%	3891,30
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM3)</b>					<b>50122</b>	<b>22%</b>	<b>61149</b>
<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>						<b>24460</b>
<b>Durata incentivi</b>							<b>1</b>
<b>Incentivo annuo</b>							<b>24460</b>

#### EEM4: installazione delle valvole termostatiche

Nella Tabella 9.4 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM4, che consiste nell'installazione delle valvole termostatiche.

La realizzazione di tale intervento non consente l'ottenimento di incentivi da Conto Termico.

Tabella 9.4 – Analisi dei costi della EEM4 – Installazione delle valvole termostatiche

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[%]	[€]
Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 15 mm	Prezzario Regione Liguria	43	cad	35,42	32,20	1384,60	22%	1689,21
Circolatori per impianti di riscaldamento e condizionamento a velocità variabile, regolate elettronicamente, classe di protezione IP44, classe energetica A, 230V, del tipo: versione gemellare con attacchi flangiati, Ø 80, PN6, prevalenza da 1 a 12 m, portata da 1 a 58 m <sup>3</sup> /h	Prezzario Regione Liguria	1	cad	4587,21	4170,19	4170,19	22%	5087,63
Sola posa in opera di pompe e/o circolatori singoli o gemellari per fluidi caldi o freddi, compreso bulloni, guarnizioni e il collegamento alla linea elettrica, escluse le flange. Per attacchi del diametro nominale di: maggiore di 65 mm fino a 80 mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	63,62	57,84	57,84	22%	70,56
Interruttore automatico magnetotermico con potere di interruzione 4,5KA bipolare fino a 32 A - 230 V	Prezzario Regione Liguria	1	cad	22,69	20,63	20,63	22%	25,17
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	17	h	31,88	28,98	502,35	22%	612,87
Costi per la sicurezza	-	3%	%			184,07	22%	224,56
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			429,49	22%	523,98
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM4)</b>						<b>6749</b>	<b>22%</b>	<b>8234</b>

## 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.

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.

$$FC_{att,n} = FC_n \frac{(1+f)^n (1+f')^n}{(1+R)^n} \approx FC_n \frac{1}{(1+i)^n}$$

Dove:

- $FC_n$  è il flusso di cassa all’anno n-esimo;
- $f$  è il tasso di inflazione;
- $f'$  è la deriva dell’inflazione;
- $R$  è il tasso di sconto;
- $i = R - f - f'$  è il tasso di attualizzazione;
- $\frac{1}{(1+i)^n}$  è il fattore di annualità ( $FA_n$ ).

3) Valore Attuale Netto (VAN) del progetto:

$$VAN = \sum_{j=1}^n \frac{FC_n}{(1+i)^n} - I_0$$

Dove:

- $n$  sono gli anni di vita tecnica per la tecnologia di ciascuna EEM, o, 15 anni per lo SCN1, o, 25 anni per SCN2;

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: Isolamento della copertura piana e del sottotetto**

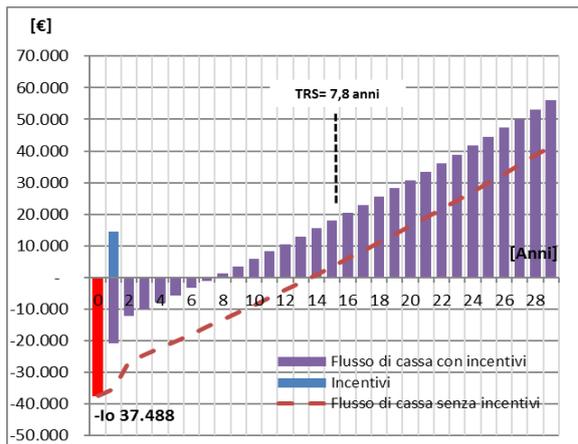
L’analisi di convenienza effettuata per la EEM 1 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

Tabella 9.5 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM1– Isolamento della copertura piana e del sottotetto

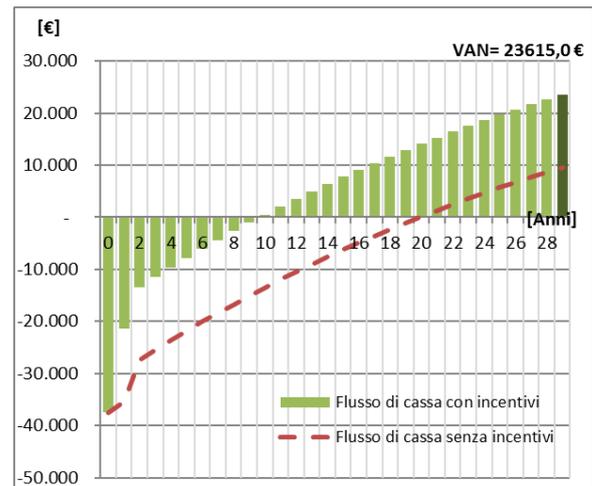
PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€ 36397
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	[%] 3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%] 22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni 3
Vita utile	$n$	anni 30
Incentivo annuo	B	€/anno 14559
Durata incentivo	$n_B$	anni 1
Tasso di attualizzazione	$i$	[%] 3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	13,7 7,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	19,9 9,9
Valore attuale netto	VAN	9.616 23.615
Tasso interno di rendimento	TIR	6,2% 11,5%
Indice di profitto	IP	0,26 0,65

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



Dall’analisi effettuata è emerso, per il caso con incentivi, un tempo di ritorno attualizzato dell’investimento pari a 9,9 anni e un VAN positivo e pari a 23.615 €.

### EEM2: isolamento del sottotetto

L’analisi di convenienza effettuata per la EEM2 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

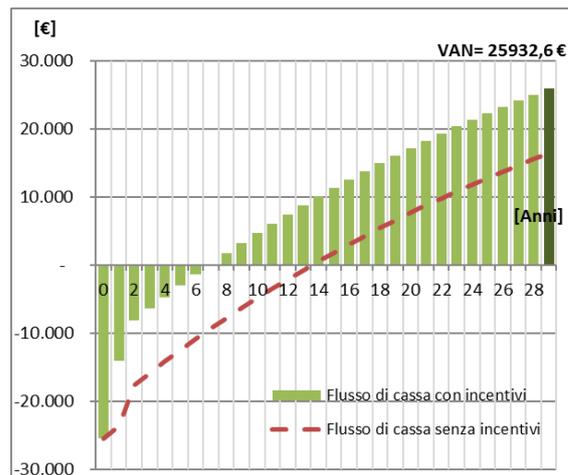
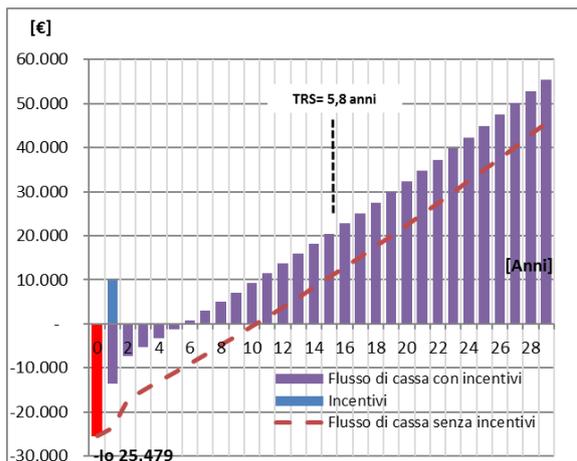
Tabella 9.6 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM2– Isolamento del sottotetto

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	$I_0$	€ 24737	
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	[%] 3,0%	
Aliquota IVA	%IVA	[%] 22,0%	
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni 3	
Vita utile	n	anni 30	
Incentivo annuo	B	€/anno 9895	
Durata incentivo	$n_b$	anni 1	
Tasso di attualizzazione	i	[%] 3,5%	
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI	
Tempo di rientro semplice	TRS	10,4	5,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	13,7	7,0
Valore attuale netto	VAN	16420	25933
Tasso interno di rendimento	TIR	9,1%	15,2%
Indice di profitto	IP	0,66	1,05

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



Dall’analisi effettuata sono emersi indici economici più vantaggiosi rispetto al EEM precedentemente descritto, in particolare, per il caso con incentivi, si è calcolato un tempo di ritorno attualizzato dell’investimento pari a 7 anni e un VAN positivo e pari a 25.933 €.

### **EEM3: isolamento delle pareti dall’interno**

L’analisi di convenienza effettuata per la EEM3 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

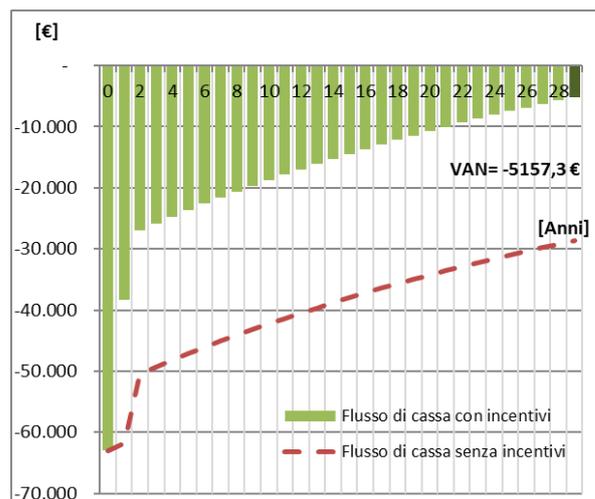
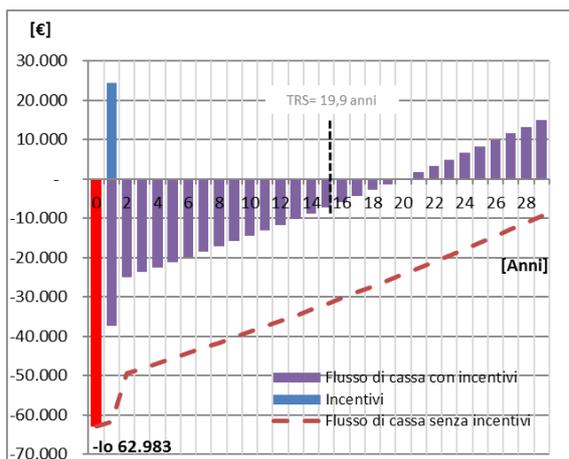
Tabella 9.7 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM3– Isolamento delle pareti dall’interno

PARAMETRO FINANZIARIO	U. M.	VALORE	
Investimento Iniziale	$I_0$	€ 61149	
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	[%] 3,0%	
Aliquota IVA	%IVA	[%] 22,0%	
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni 3	
Vita utile	n	anni 30	
Incentivo annuo	B	€/anno 24460	
Durata incentivo	$n_B$	anni 1	
Tasso di attualizzazione	i	[%] 3,5%	
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI	
Tempo di rientro semplice	TRS	35,3	19,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	55,1	32,7
Valore attuale netto	VAN	- 28.675	- 5157
Tasso interno di rendimento	TIR	-1,2%	2,7%
Indice di profitto	IP	-0,47	-0,08

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



Dall’analisi effettuata sono emersi TRA maggiori della vita utile dell’investimento e VAN negativo.

#### **EEM4: installazione delle valvole termostatiche**

L’analisi di convenienza effettuata per la EEM4 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

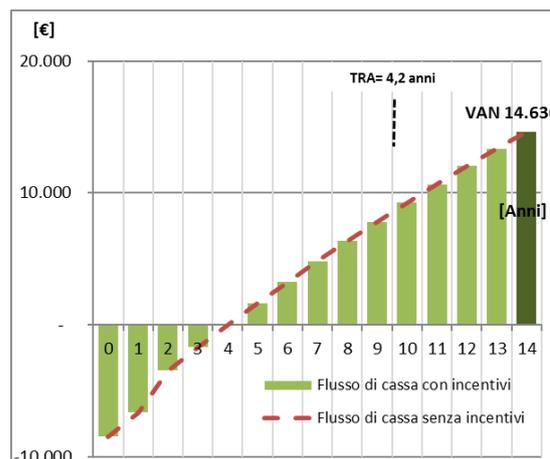
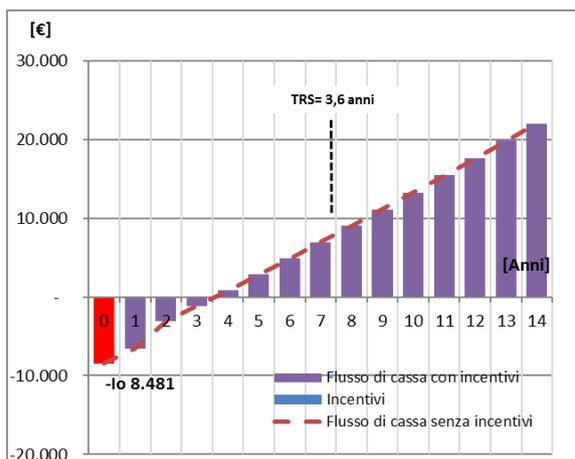
Tabella 9.8 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM4– Installazione delle valvole termostatiche

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	$I_0$	€ 8234	
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 -	
Tasso di attualizzazione	i	[%] 3,5%	
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI	
Tempo di rientro semplice	TRS	3,6	3,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA	4,2	4,2
Valore attuale netto	VAN	14.630	14630
Tasso interno di rendimento	TIR	25,4%	25,4%
Indice di profitto	IP	1,78	1,78

I flussi di cassa rappresentativi dell’analisi sono riportati nelle Figura 9.7 e Figura 9.8

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

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



Dall’analisi effettuata è emerso un TRA pari a 4,2 e un VAN pari a 14.630 €.

## Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle Tabella 9.9 e Tabella 9.10.

Tabella 9.9 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso senza incentivi

	SENZA INCENTIVI												
	% $\Delta E$ [%]	% $\Delta_{CO_2}$ [%]	$\Delta C_E$ [€/anno]	$\Delta C_{MO}$ [€/anno]	$\Delta C_{MS}$ [€/anno]	$I_0$ [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]	
EEM 1	32,10%	20,04%	2532	-	-	36397	13,7	19,9	30	9618	6,2%	0,26	
EEM 2	29,55%	18,80%	2330	-	-	24737	10,4	13,7	30	16420	9,1%	0,66	
EEM 3	18,86%	12,00%	1488	-	-	61149	35,3	55,1	30	-28.676	-1,2%	-0,47	
EEM 4	26,96%	17,10%	2127	173	19	8234	3,6	4,2	15	14.629	25,4%	1,78	

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

- % $\Delta E$  è il valore percentuale di riduzione dei consumi energetici rispetto al baseline energetico complessivo (termico + elettrico);
- % $\Delta_{CO_2}$  è il valore percentuale di riduzione delle emissioni di CO2 rispetto al baseline dell’emissioni complessivo (termico + elettrico);
- $\Delta C_E$  è il risparmio economico annuo attribuibile alla riduzione dei consumi energetici (termico + elettrico); assume valori positivi;
- $\Delta C_{MO}$  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;
- $\Delta C_{MS}$  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;

Dall’analisi dei risultati emerge che l’intervento singolo più conveniente è quello di installazione delle valvole termostatiche, mentre l’intervento di isolamento delle pareti risulta avere un VAN negativo.

Tabella 9.10 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso con incentivi

	CON INCENTIVI												
	% $\Delta E$ [%]	% $\Delta_{CO_2}$ [%]	$\Delta C_E$ [€/anno]	$\Delta C_{MO}$ [€/anno]	$\Delta C_{MS}$ [€/anno]	$I_0$ [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]	
EEM 1	32,10%	20,04%	2532	-	-	36397	7,8	9,9	30	23617	11,5%	0,65	
EEM 2	29,55%	18,80%	2330	-	-	24737	5,8	7,0	30	25934	15,2%	1,05	
EEM 3	18,86%	12,00%	1488	-	-	61149	19,9	32,7	30	-5156	2,7%	-0,08	
EEM 4 (*)	26,96%	17,10%	2127	173	19	8234	3,6	4,2	15	14629	25,4%	1,78	

Nota (\*) L'intervento non prevede l'ottenimento di incentivi da Conto Termico

Dall'analisi dei risultati emerge che l'EEM economicamente più conveniente è quello di installazione delle valvole termostatiche pur non prevedendo incentivi da Conto Termico.

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

A seguito dell'analisi delle singole misure di efficienza energetica si è cercato di definire due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposti, di cui sia stata accertata la fattibilità tecnica ed economica, che consentano un miglioramento del paramento di efficienza energetica dell'edificio superiore a due classi.

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 i seguenti scenari economici:

- Scenario ottimale 1, (SCN1), per il quale è sarà verificato un tempo di ritorno semplice,  $TRS \leq 15$  anni;
- Scenario ottimale 2, (SCN2), per il quale è sarà verificato un tempo di ritorno semplice,  $TRS \leq 25$  anni.

Il primo scenario ottimale, con tempi di ritorno del capitale investito maggiore, permetterà la formulazione di soluzione integrate che includono interventi sull'involucro degli edifici, o più in generale, interventi tipicamente caratterizzati da tempi di ritorno lunghi, laddove, nel caso del secondo scenario ci si aspetta che gli interventi proposti interessino maggiormente investimenti per gli impianti.

La valutazione della fattibilità tecnico-economica è stata effettuata al fine di una gestione diretta da parte della PA o indiretta mediante ESCO.

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) ed è posto pari al 4%, sulla base della seguente equazione:

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

Dove:

- $Kd$  è costo del debito, sarà ipotizzato pari a 3.82%
- $Ke$  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%
- $\tau$  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 positivi (nell'intorno di 1,3) 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 nell'intorno di 1,3 e valori positivi di LLCR maggiori di 1.

Nell'ambito della riqualificazione energetica degli edifici scolastici, 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, sia tramite finanziamento proprio, sia 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.

Infine, si è 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 è quindi individuato il seguente scenario, che fornisce i maggiori vantaggi in termini di riduzione dei costi e consumi energetici, nei tempi di ritorno accettabili sopra descritti.

- **Scenario 1: installazione delle valvole termostatiche + isolamento del sottotetto:** Tale scenario consiste nella realizzazione dell’intervento combinato di installazione delle valvole termostatiche in ogni radiatore, sostituzione della pompa di distribuzione ed isolamento del sottotetto mediante posa di materassini in lana di vetro.

Si precisa che non è stato possibile individuare un secondo scenario in quanto non si sono ottenuti Indici Cover Ratio maggiori di 1.

### 9.3.1 Scenario 1: installazione delle valvole termostatiche + isolamento del sottotetto

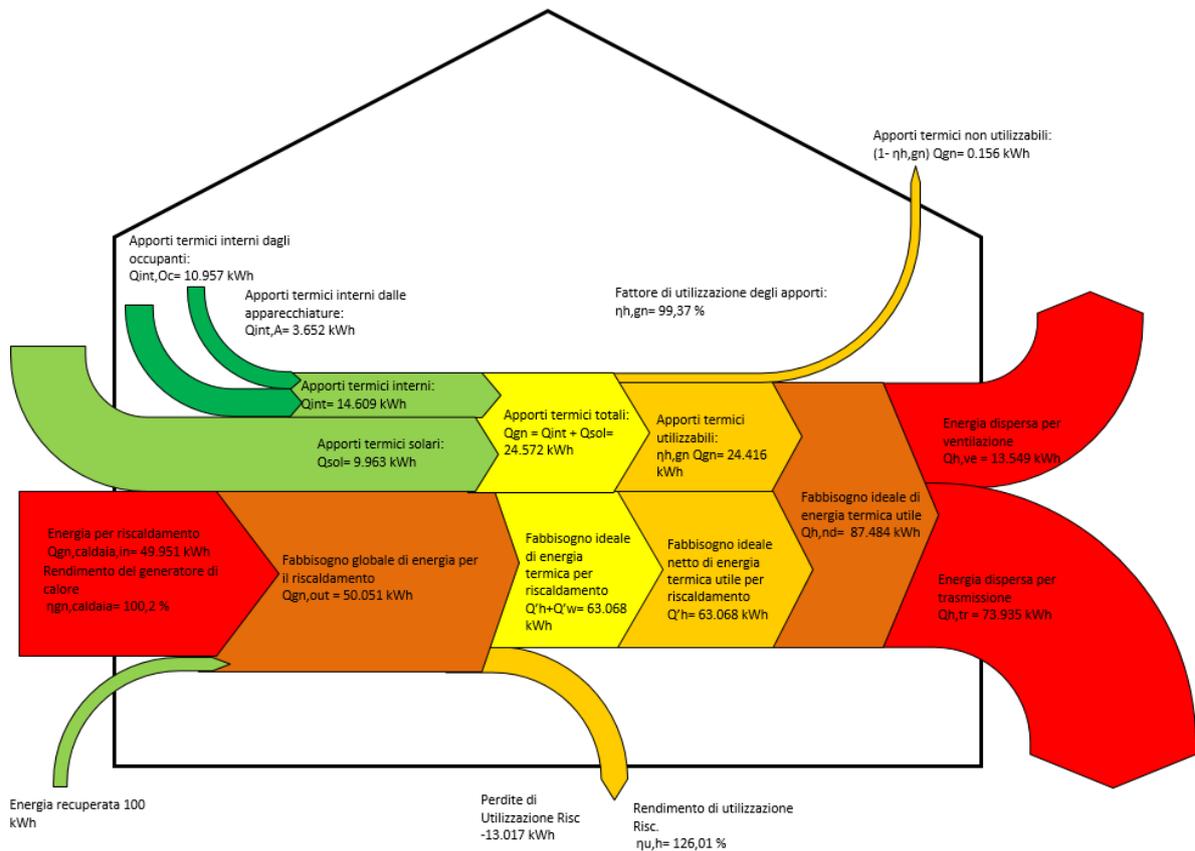
La realizzazione dello scenario 1 consiste nella combinazione delle EEM di seguito elencate:

Tabella 9.11 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AL 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 Fornitura & Posa	18433	4055	22488
EEM4 Fornitura & Posa	6136	1350	7485
Costi per la sicurezza	737	162	899
Costi per la progettazione	1720	378	2098
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>	<b>27025</b>	<b>5945</b>	<b>32971</b>
VOCE MANUTENZIONE	C <sub>Mo</sub> (IVA INCLUSA)	C <sub>Ms</sub> (IVA INCLUSA)	C <sub>M</sub> (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 O&M	1555	173	1727
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>	<b>1555</b>	<b>173</b>	<b>1727</b>
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	[Conto termico]	9.895	
Durata incentivi		1	
Incentivo annuo		9.895	

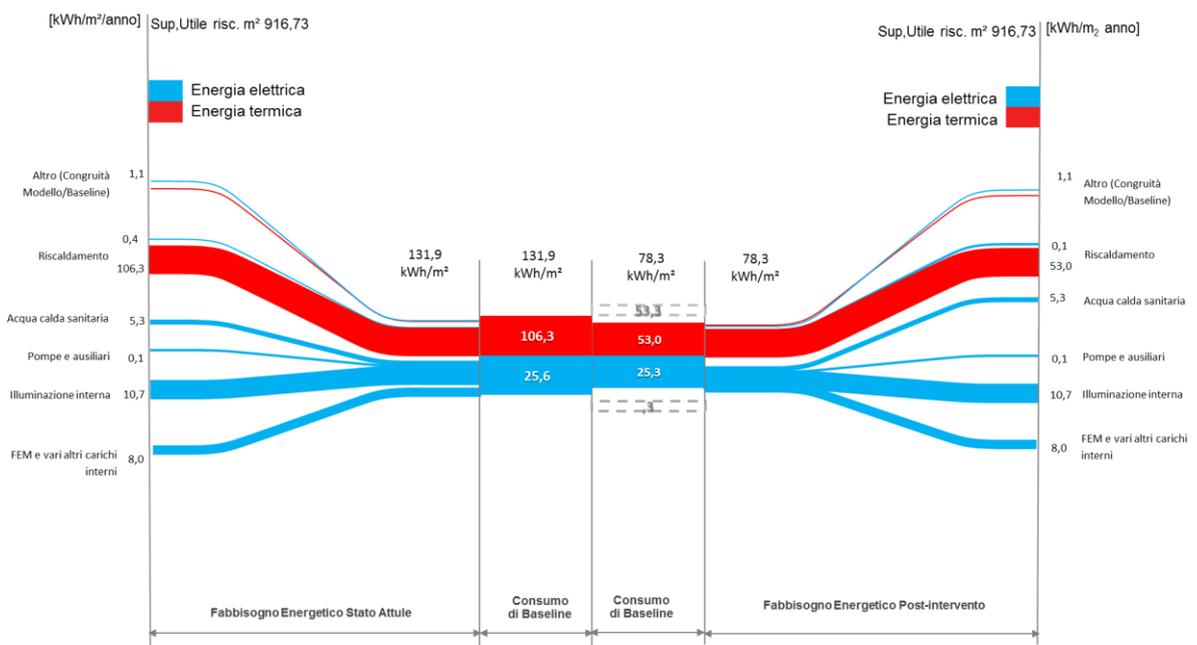
A seguito della modellazione dei due scenari ottimali è stato possibile rappresentare i risultati del bilancio energetico termico nella forma di diagramma di sankey relativo alle situazioni post-intervento.

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



Dall’analisi dei diagrammi di Sankey relativo al fabbisogno termico dell’edificio post intervento è possibile notare che un miglioramento nei rendimenti e una diminuzione dell’energia dispersa per trasmissione.

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



I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.12 e nella Figura 9.11

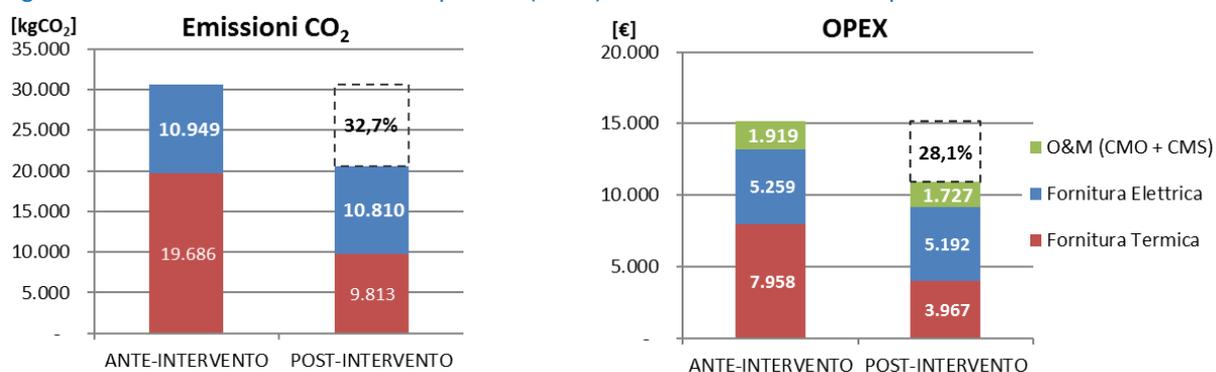
Tabella 9.12 – Risultati analisi SCN1 – installazione valvole termostatiche + isolamento sottotetto

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EEM2 Trasmittanza	[W/m²K]	VEDERE ALLEGATO E	0,22	
EEM4 Rendimento di regolazione		0,877	0,98	-12%
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	100.207	49.951	<b>50,2%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	22.400	22.114	<b>1,3%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	97.454	48.579	<b>50,2%</b>
EE <sub>baseline</sub>	[kWh]	23.446	23.147	<b>1,3%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	19.686	9.813	<b>50,2%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	10.949	10.810	<b>1,3%</b>
<b>Emiss. CO2 Totale</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>30.635</b>	<b>20.622</b>	<b>32,7%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	7.958	3.967	<b>50,2%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	5.259	5.192	<b>1,3%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>13.216</b>	<b>9.158</b>	<b>30,7%</b>
Costo Manutenzione Ordinaria, C <sub>MO</sub>	[€]	1.727	1.555	<b>10,0%</b>
Costo Manutenzione Straordinaria, C <sub>MS</sub>	[€]	192	173	<b>10,0%</b>
Costo per O&M (C <sub>M</sub> = C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>1.919</b>	<b>1.727</b>	<b>10,0%</b>
OPEX	[€]	<b>15.136</b>	<b>10.886</b>	<b>28,1%</b>
Classe energetica	[-]	E	C	+2 classi

Nota (33) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,202 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore termico e 0,467 tCO<sub>2</sub>/MWh per il vettore elettrico.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,064 [€/kWh] per il vettore termico e 0,214 per il vettore elettrico.

Figura 9.11 - SCN1: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



È stato quindi possibile presentare un modello semplificato di Piano Economico Finanziario (PEF) indicativo, i cui calcoli di dettaglio sono riportati all’Allegato L – Piano Economico Finanziario scenari. I risultati dell’analisi sono riportati nella Tabella 9.13, Tabella 9.14 e Tabella 9.15 e nelle successive figure.

Tabella 9.13 – Parametri finanziari dell’analisi di redditività dello SCN1– installazione valvole termostatiche + isolamento sottotetto

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	n <sub>i</sub>	1
Anni Gestione Servizio	n <sub>s</sub>	14
Anni Concessione	n	15
Anno inizio Concessione	n <sub>0</sub>	2020

Anni dell'ammortamento	$n_A$	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	$k_{CdP}$	2,00%
Costo Capitale Azienda	<b>WACC</b>	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	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	<b>IRES</b>	24,0%
Aliquota IRAP	<b>IRAP</b>	3,9%
Aliquota fiscale	$\tau$	27,90%
Anni debito (finanziamento)	$n_D$	10
Anni Equity	$n_E$	14
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	$I_D$	€ 32971
Oneri Finanziari (costi indiretti)	<b>%Of</b>	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	<b>Of</b>	€ 989
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	<b>CAPEX</b>	€ 33960
%CAPEX a Debito	<b>D</b>	80,0%
%CAPEX a Equity	<b>E</b>	20,00%
Debito	$I_D$	€ 27168
Equity	$I_E$	€ 6792
Fattore di annualità Debito	<b>FA<sub>D</sub></b>	8,30
Rata annua debito	$q_D$	€ 3273
Costo finanziamento, (D+INT <sub>D</sub> )	$q_D * n_D$	€ 32726
Costi per interessi debito, INT <sub>D</sub>	<b>INT<sub>D</sub> = <math>q_D * n_D - D</math></b>	€ 5557

Tabella 9.14 – Parametri Economici dell'analisi di redditività dello SCN1

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	$C_{E0}$	€ 10573
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	$C_{M0}$	€ 1535
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€ <b>12108</b>
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	$C_{Altro}$	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	<b>%<math>\Delta C_E</math></b>	<b>32,8%</b>
Riduzione% costi O&M	<b>%<math>\Delta C_M</math></b>	<b>10,0%</b>
Obiettivo riduzione spesa PA	<b>%<math>C_{Baseline}</math></b>	<b>5,0%</b>
Risparmio annuo PA garantito	<b>45,6%</b>	€ <b>2.892</b>
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	<b>Risp.IM</b>	€ 605
Risparmio PA durante la concessione	<b>14%</b>	€ 30736
Risparmio annuo PA al termine della concessione	<b>Risp.Term.</b>	€ 4333
N° di Canoni annuali	<b>anni</b>	<b>14</b>
Utile lordo della ESCO	<b>%CAPEX</b>	<b>24,56%</b>
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	$C_{ESCO}$	€ 596
Costi FTT €/anno IVA escl.	$C_{FTT}$	€ 397
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	$C_{CAPEX}$	€ 1294
Canone O&M €/anno	<b>CnM</b>	€ 1435
Canone Energia €/anno	<b>CnE</b>	€ 7781
Canone Servizi €/anno IVA escl.	<b>CnS</b>	€ 9216
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	<b>CnD</b>	€ 2287
Canone Totale €/anno IVA escl.	<b>Cn</b>	€ <b>11503</b>

Aliquota IVA %	<b>IVA</b>	<b>22%</b>
Rimborso erariale IVA	<b>R<sub>IVA</sub></b>	€ 5946
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	<b>R<sub>B</sub></b>	€ 9895
Durata Incentivi, anni	<b>n<sub>B</sub></b>	<b>1</b>
Inizio erogazione Incentivi, anno		<b>2022</b>

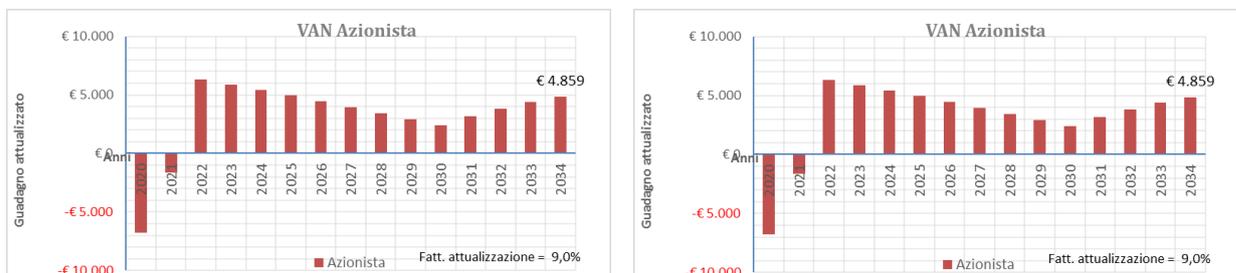
Tabella 9.15 – Risultati dell'analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN1

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	<b>T.R.S.</b>	7,85
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>	10,02
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	<b>VAN &gt; 0</b>	€ 5734
Tasso interno di rendimento del progetto	<b>TIR &gt; WACC</b>	7,92%
Indice di Profitto	<b>IP</b>	17,39%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	<b>T.R.S.</b>	2,13
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>	2,21
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	<b>VAN &gt; 0</b>	€ 4859
Tasso interno di rendimento dell'azionista	<b>TIR &gt; ke</b>	59,81%
Debit Service Cover Ratio	<b>DSCR &lt; 1,3</b>	1,170
Loan Life Cover Ratio	<b>LLCR &gt; 1</b>	1,090
Indice di Profitto Azionista	<b>IP</b>	14,74%

Figura 9.12 –SCN1: Flussi di cassa del progetto



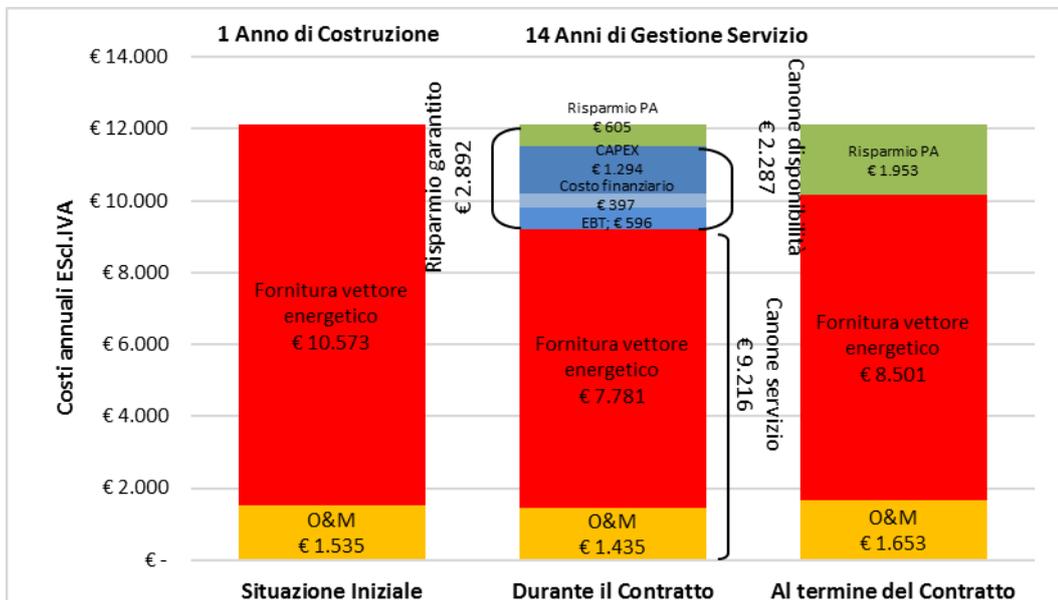
Figura 9.13 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



Dall'analisi effettuata è emerso che gli indicatori economici sia del progetto che della Esco sono positivi. Inoltre, gli indici cover ratio sono maggiori di 1.

Infine si è provveduto all’identificazione del possibile canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale con incentivi attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di EPC descritto in Figura 9.14.

Figura 9.14 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



## 10 CONCLUSIONI

### 10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

	Epglob nr	EP H	EPW	EPL	EPT	CLASSE
	kWh/mq anno					
<b>STATO DI FATTO</b>	162,42	115,99	12,74	25,78	1,68	E
<b>EEM1</b>	126,13	79,61	12,74	25,78	1,68	D
<b>EEM2</b>	129,02	82,50	12,74	25,78	1,68	D
<b>EMM3</b>	141,10	94,61	12,74	25,78	1,68	E
<b>EEM4</b>	131,93	85,42	12,74	25,78	1,68	D
<b>SC1</b>	104,25	57,68	12,74	25,78	1,68	C

### 10.2 RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI

	CON INCENTIVI													
	% $\Delta_E$	% $\Delta_{CO_2}$	$\Delta C_E$	$\Delta C_{MO}$	$\Delta C_{MS}$	$I_0$	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	32,10%	20,04%	2532	-	-	36397	7,8	9,9	30	23617	11,5%	0,65	[n/a]	[n/a]
EEM 2	29,55%	18,80%	2330	-	-	24737	5,8	7,0	30	25934	15,2%	1,05	[n/a]	[n/a]
EEM 3	18,86%	12,00%	1488	-	-	61149	19,9	32,7	30	-5156	2,7%	-0,08	[n/a]	[n/a]
EEM 4	26,96%	17,10%	2127	173	19	8234	3,6	4,2	15	14630	25,4%	1,78	[n/a]	[n/a]
SCN 1	51,43%	32,70%	4057	173	19	32971	7,85	10,02	15	5734	7,92%	17,39	1,17	1,09

### 10.3 CONCLUSIONI E COMMENTI

Si sono valutate diverse possibilità di intervento in base alla loro fattibilità tecnica ed economica, in rispetto delle norme attualmente vigenti e di eventuali vincoli presenti sull'edificio oggetto di studio. Sono state così individuate un'unica soluzione ottimale.

Lo scenario consente di ottenere un salto di due classi energetiche e un tempo di ritorno semplice minore di 15 anni senza incentivi.

Esso consiste nella combinazione di due interventi quali isolamento del sottotetto e l'installazione delle valvole termostatiche. Per questa soluzione si è valutata una spesa pari a 32.971 € con un TRS del progetto pari a 7,85 anni ed un VAN pari a 5.734 €. Per questo scenario, tra gli indicatori di redditività della Esco, il VAN, i TR, WACC e IP suggeriscono una convenienza economica dell'investimento, inoltre i Cover Ratio hanno valori superiori all'unità.

## ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

Titolo	Data	Nome file
Tabulato Consumi EE	26/06/2018	DE-Lotto.8-E1416_revA-AllegatoB-Tabulato consumi EE.xls
Inquadramento generale	15/10/1997	E01416.dwg
Planimetria piano1	15/10/1997	PIAN1.dwg
Planimetria piano2	15/10/1997	PIAN2.dwg
Planimetria piano3	15/10/1997	PIAN3.dwg
Planimetria piano4	15/10/1997	PIAN4.dwg
Planimetria piano5	15/10/1997	PIAN5.dwg
Planimetria piano6	15/10/1997	PIAN6.dwg
Copertura	15/10/1997	PIANC.dwg
Planimetria piano terra	15/10/1997	PIANT.dwg
Planimetria piano terra A	15/10/1997	PIANTA.dwg
Inquadramento generale	29/11/2017	generale.pdf
Planimetria piano1	29/11/2017	plan 1.pdf
Planimetria piano2	29/11/2017	plan 2.pdf
Planimetria piano3	29/11/2017	plan 3.pdf
Planimetria piano4	29/11/2017	plan 4.pdf
Planimetria piano5	29/11/2017	plan 5.pdf
Planimetria piano6	29/11/2017	plan 6.pdf
Planimetria piano terra	29/11/2017	plan T.pdf
Planimetria piano terra A	29/11/2017	plan TA.pdf
Centrale termica	11/07/2017	219-P00-AE-CENTRALE TERMICA.dwg
Planimetria piano 2 con info impianti	26/09/2017	L1-042-219-P02.dwg
Planimetria piano 5 con info impianti	26/09/2017	L1-042-219-P05.dwg
Checklist piano 2	18/09/2017	L1-042-219-P02-Checklist.xls
Checklist piano 5	04/07/2017	L1-042-219-P05-Checklist.xls
Fatture EE	2014	2014-5700065495.pdf
Fatture EE	2014	2014-5700065499 (2) .pdf
Fatture EE	2014	2014-5700098218.pdf
Fatture EE	2014	2014-5700098221.pdf
Fatture EE	2014	2014-5700134954.pdf
Fatture EE	2014	2014-5700134957.pdf
Fatture EE	2014	2014-5700176145.pdf
Fatture EE	2014	2014-5700176200.pdf
Fatture EE	2014	2014-5700214973.pdf
Fatture EE	2014	2014-5700214975.pdf
Fatture EE	2014	2014-5700248944.pdf
Fatture EE	2014	2014-5700248946.pdf
Fatture EE	2014	2014-5700291206.pdf
Fatture EE	2014	2014-5700291259.pdf
Fatture EE	2014	2014-5700345541.pdf
Fatture EE	2014	2014-5700345571.pdf
Fatture EE	2014	2014-5700373395.pdf
Fatture EE	2014	2014-5700373449.pdf



Fatture EE	2014	2014-5700411327.pdf
Fatture EE	2014	2014-5700411457.pdf
Fatture EE	2015	2015_00140844E_GE1150.pdf
Fatture EE	2015	2015_00175672E_GE1150_SCUOLE_EL.pdf
Fatture EE	2015	2015_281519_GE1100.pdf
Fatture EE	2015	2015_00337521E_GE1100.pdf
Fatture EE	2015	2015-5700477402.pdf
Fatture EE	2015	2015-5700493139.pdf
Fatture EE	2015	2015-5700510846.pdf
Fatture EE	2015	2015-5700544142.pdf
Fatture EE	2015	2015-5700544221.pdf
Fatture EE	2015	2015-5750081967.pdf
Fatture EE	2016	2016_060_011640025275_FE16981.pdf
Fatture EE	2016	2016_060_011640048519_FE16608.pdf
Fatture EE	2016	2016_060_011640060830_FE16238.pdf
Fatture EE	2016	2016_060_011640074903_FE16671.pdf
Fatture EE	2016	2016_060_011640087945_FE16A88.pdf
Fatture EE	2016	2016_060_011640087946_FE16A88.pdf
Fatture EE	2016	2016_060_011640100078_FE16322.pdf
Fatture EE	2016	2016_060_011640126639_FE16F55 (1) .pdf
Fatture EE	2016	2016_00018556E_GE1100.pdf
Fatture EE	2016	2016_00018557E_GE1150.pdf
Fatture EE	2016	2016_00084133E_GE1100.pdf
Fatture EE	2016	2016_00084134E_GE1100.pdf
Fatture EE	2016	2016_00084136E_GE1150.pdf
Fatture EE	2016	2016_00150589E_GE1100.pdf
Fatture EE	2016	2016_00150590E_GE1150.pdf
Fatture EE	2016	2016_00194172E_GE1100.pdf
Fatture EE	2016	2016_00310245E_GE1150.pdf
Fatture EE	2016	2016_E000163928_GE1100.pdf
Fatture EE	2016	2016_E000163929_GE1100.pdf
Fatture EE	2017	2017_060_011740001581_FE17017.pdf
Fatture EE	2017	2017_060_011740023038_FE17048.pdf
Fatture EE	2017	2017_060_011740042570_FE17C75.pdf
Fatture EE	2017	011640018115_FE16N46.pdf
Fatture EE	2017	E00218120_GE1150 NC_E000084136_GENNAIO_STORNO.pdf
Fatture EE	2017	E00218121_GE1150 nc_E000150590- marzo_STORNO.pdf
Fatture EE	2017	E000238236_GE1100.pdf
Fatture EE	2017	E000238237.pdf
Fatture EE	2017	E00278554_GE1150.pdf
Fatture EE	2017	E000386675_GE1100.pdf
Fatture GAS	2015	15_7518.pdf
Fatture GAS	2015	0100032015000160200.pdf
Fatture GAS	2015	P150015576.pdf
Fatture GAS	2015	P150019771.pdf
Fatture GAS	2015	P150032667.pdf
Fatture GAS	2015	P150037967-I10.pdf

Fatture GAS	2015	P150048624-I10.pdf
Fatture GAS	2015	P160003881-I10 (3) .pdf
Fatture GAS	2015	P160012671_I10_AC74.pdf
Fatture GAS	2015	P160023980_I10_AC74.pdf
Fatture GAS	2015	P160031417_I10_AC74 (2) .pdf
Fatture GAS	2015	P160041242_cong.pdf
Fatture GAS	2015	P160053190 (2) .pdf
Fatture GAS	2016	EX03011_2017_COMUNE_DI_GENOVA.pdf
Fatture GAS	2016	EX15066_2016_COMUNE_DI_GENOVA (1) .pdf
Fatture GAS	2016	EX1.pdf 9107_2016_COMUNE_DI_GENOVA (1) .pdf
Fatture GAS	2016	EX22893_2016_COMUNE_DI_GENOVA (1) .pdf
Fatture GAS	2016	EX26900_2016_COMUNE_DI_GENOVA.pdf
Fatture GAS	2016	EX31010_2016_COMUNE_DI_GENOVA (1) .pdf
Fatture GAS	2016	EX33534_2016_COMUNE_DI_GENOVA.pdf
Fatture GAS	2016	EX38844_2016_COMUNE_DI_GENOVA.pdf
Fatture GAS	2016	EX43773_2016_COMUNE_DI_GENOVA (2) .pdf

**ALLEGATO B – ELABORATI**

Titolo	Descrizione	Data	Nome file
Grafici Template	File excel con Grafici	05/07/2018	DE_Lotto.8-E1416_revA-AllegatoB-Grafici_Template.xls
Modello	Modello edilclima	28/06/2018	DE_Lotto.8-E1416_revA-AllegatoB-Modello.0001
Planimetria zone termiche spazi non riscaldati destinazioni uso			
Planimetria 1 100_1 200			
Diagramma blocchi impianto elettrico			
Contestualizzazione geografica climatica urbana			
Diagramma blocchi impianto termico			
Grafici Template	File excel con Grafici	26/07/2018	DE_Lotto.8-E1416_revB-AllegatoB-Grafici_Template.xls

## ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

	Titolo	Data	Nome file
	Report termografico	04/07/2018	DE_Lotto.8-E1416_revA-AllegatoC-Report termografico.doc

## 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 Edilclima	05/07/2018	DE_Lotto.8-E1416_revA-AllegatoE- Relazione di Calcolo Edilclima.doc

## ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

Titolo	Data	Nome file
Certificato CTI software Edilclima	27/06/2018	DE_Lotto.8-E1416_revA-AllegatoF-CertCTI.pdf

## ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

	Titolo	Data	Nome file
APE		05/07/2018	DE_Lotto.8-E1416_revA-Allegato G-25114_2018_8042.rtf
APE		05/07/2018	DE_Lotto.8-E1416_revA-Allegato G-25114_2018_8042.xml

## ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file
Bozza APE scenario 1	05/07/2018	DE_Lotto.8-E1416_revA-Allegato H-2 APE SCN1.rtf
Bozza APE scenario 1	05/07/2018	DE_Lotto.8-E1416_revA-Allegato H-2 APE SCN1.xlm

## ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

Titolo	Data	Nome file
Dati climatici e calcolo GG	02/07/2018	DE-Lotto.8-E1416_revA-AllegatoI-Dati Climatici.xls

## ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

	Titolo	Data	Nome file
	Schede di rilievo	05/07/2018	DE-Lotto.8-E1416_revA-AllegatoJ-Schede di Audit.xls

## ALLEGATO K – SCHEDE ORE

	Titolo	Data	Nome file
	Schede ORE	04/07/2018	DE-Lotto.8-E1416_revA-AllegatoK-Schede ORE.pdf

## ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

Titolo	Data	Nome file
Analisi PEF SCN1	05/07/2018	DE_Lotto.8-E1416_revA-Allegato L-AnalisiPEF SCN1.xls
Analisi PEF SCN1	26/07/2018	DE_Lotto.8-E1416_revB-Allegato L-AnalisiPEF SCN1.xls

## ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
Report di Benchmark	05/07/2018	DE_Lotto.8_E1416_revA-Allegato M-Report di Benchmark.xls
Report di Benchmark	26/07/2018	DE_Lotto.8_E1416_revB-Allegato M-Report di Benchmark.xls

## ALLEGATO N – CD-ROM

