

# SCUOLA ELEMENTARE "A. GIANELLI"

## E.3

Piazza Beata Paolo Frassinetti n.3 (VIA MARIO MASTRANGELO N. 2)

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Luglio/2018

COMUNE DI GENOVA  
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA



# SCUOLA ELEMENTARE "A. GIANELLI"

## E.3

**Piazza Beata Paola Frassinetti n.3 (VIA MARIO MASTRANGELO  
N.2)**

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3

Luglio/2018

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)

Environment Park.S.p.A  
via Livorno n.60 – 10144 Torino - Italia  
Tel: 011 2257536 – [stefano.dotta@envipark.com](mailto:stefano.dotta@envipark.com)

## REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

Revisione	Data	Realizzazione	Revisione	Approvazione	Descrizione
A	15/05/2018	Stefano Dotta	Sergio Ravera	Stefano Dotta	Prima Pubblicazione
		Sergio Ravera	Daniela Di Fazio		
		Mauro Cornaglia			
		Angela Baccaro			
		Vincenzo Cuzzola			
B	19/07/2018	Stefano Dotta	Sergio Ravera	Stefano Dotta	Seconda Pubblicazione
		Sergio Ravera	Daniela Di Fazio		
		Mauro Cornaglia			
		Angela Baccaro			
		Vincenzo Cuzzola			

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

<b>EXECUTIVE SUMMARY .....</b>	<b>I</b>
<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>7</b>
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO .....	7
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D'USO .....	7
2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL'IMMOBILE INTERESSATE DAGLI 'INTERVENTI.....	9
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
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
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> .....	16
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i> .....	17
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione</i> .....	18
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i> .....	20
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA .....	21
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE .....	22
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE .....	22
<b>5 CONSUMI RILEVATI .....</b>	<b>24</b>
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	24
5.1.1 <i>Energia termica</i> .....	24
5.1.2 <i>Energia elettrica</i> .....	27
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI .....	30
<b>6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....</b>	<b>34</b>
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO .....	34
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i> .....	35
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i> .....	36
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	36
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	38
<b>7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO.....</b>	<b>41</b>
7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI .....	41
7.1.1 <i>Vettore termico</i> .....	41
7.1.2 <i>Vettore elettrico</i> .....	44
7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	48
7.3 COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	48
7.4 BASELINE DEI COSTI.....	49
<b>8 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> .....	54
8.1.3	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i> .....	57
<b>9</b>	<b>VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....</b>	<b>59</b>
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI .....	59
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI .....	63
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO .....	71
9.3.1	<i>Scenario 1: Scenario ottimale TRS≤15 anni:</i> .....	73
9.3.2	<i>Scenario 2: Scenario ottimale TRS≤25 anni:</i> .....	79
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>85</b>
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA .....	85
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI .....	85
10.3	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	87
	<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		1890
Anno di ristrutturazione		nn
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> ]	824,59
Superficie disperdente (S)	[m <sup>2</sup> ]	1.449,63
Volume lordo riscaldato (V)	[m <sup>3</sup> ]	4.130,57
Rapporto S/V	[1/m]	0,35
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	1.258,37
Superficie lorda aree esterne	[m <sup>2</sup> ]	56,54
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m <sup>2</sup> ]	1.314,91
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	235
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]	22.9
Consumo di riferimento Gas Metano <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>tit</sub> /anno]	63036
Spesa annuale Gas Metano <sup>(1)</sup>	[€/anno]	4.808
Consumo di riferimento energia elettrica <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>el</sub> /anno]	8462
Spesa annuale energia elettrica <sup>(1)</sup>	[€/anno]	1.859

Nota (1): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp. 12cm
- EEM 2: Isolamento intradosso copertura con pannelli in lana di roccia sp. 14 cm
- EEM 3: Installazione di sistemi di termoregolazione
- EEM 4: Installazione di sistemi di illuminazione a LED
- EEM 5: Installazione di un nuovo generatore di calore
- SCN1: Installazione di sistemi di termoregolazione, installazione di un nuovo generatore di calore
- SNC2: Installazione di sistemi di termoregolazione, installazione di un nuovo generatore di calore, Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp. 12cm

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>	ΔC <sub>MO</sub>	ΔC <sub>MS</sub>	I <sub>0</sub>	Vita utile	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	31.5	33.4	2017,2	0	0	60530	30	15	26,8	1997≥0	4,4	0,03	[n/a]	[n/a]
EEM 2	6.7	7.1	426,4	0	0	24327	30	25,8	37,6	-5071 ≤0	0,8	-0,21	[n/a]	[n/a]

## E3 – Scuola Elementare "A. Giannelli"

EEM 3	2.7	2.9	173,9	0	0	3727	15	20,1	25,5	-1581 ≤ 0	-4,3	-0,42	[n/a]	[n/a]
EEM 4	10.8	9.2	722,8	0	0	34.735	8	11.8	13.2	-14052 ≤ 0	-11,8 %	-0.40	[n/a]	[n/a]
EEM 5	2.5	3,7	3,7	24,4	1.133	126	-13700	7,5	9,8	3.388 > 0	7,5	0,18	[n/a]	[n/a]
SCN 25anni	37.4	39.5	1870.8 *	929*	103*	79697	-	10.8	17.7	8729 ≥ 0	5.7	0.11	1≈1.3	1,143 ≥ 1
SCN 15 anni	8.2	8.5	409*	929*	103*	19168	-	7.6	9.9	3377 ≥ 0	7.4	0.18	1.1 < 1.3	0.8 ≤ 1

\*secondo il documento di F.A.Q. quesito 35 nelle analisi economiche e finanziarie degli scenari i risparmi economici sono considerati al netto dell'IVA

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi finanziaria

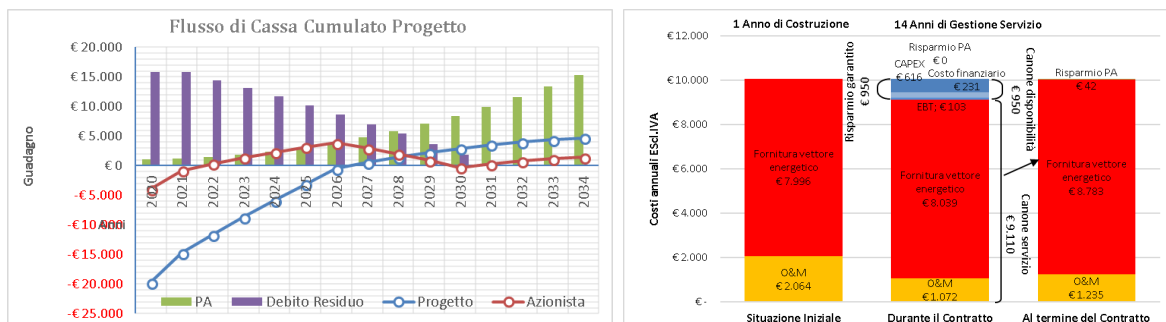
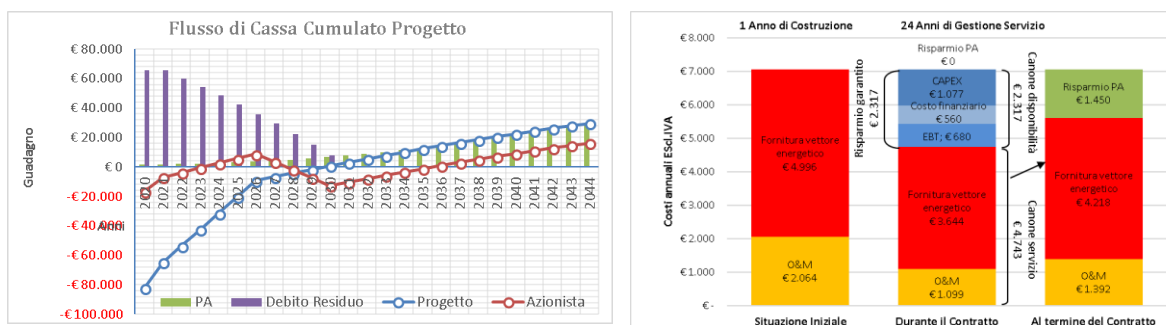


Figura 0.2 – Scenario 2: analisi finanziaria



## 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.

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.

Figura 1.1 - Vista della facciata esposta a Sud





### 1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO

La presente DE è stata eseguita dalla Environment Park S.p.A, il cui responsabile per il processo di audit è l'Arch. Stefano Dotta, 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
Stefano Dotta Mauro Cornaglia Vincenzo Cuzzola		Sopralluogo in sito
Mauro Cornaglia, Vincenzo Cuzzola		Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Stefano Dotta		Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Sergio Ravera	Responsabile involucro	Revisione report di diagnosi energetica
Daniela Di Fazio	Responsabile impianti	Revisione report di diagnosi energetica
Stefano Dotta	EGE	Approvazione report di diagnosi energetica
Sergio Ravera		Sopralluogo in sito

### 1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

L'immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCEU a seguito dei controlli effettuati dalla società di Audit è risultato avere le seguenti coordinate catastali: Sezione QUI F. 4 Mapp. 46 Sub. 0 è sito nel Comune di Genova e più precisamente nel quartiere Quinto-Nervi.

L'edificio è di proprietà del Comune di Genova ed è attualmente adibito a Scuola Elementare.

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		1.890
Anno di ristrutturazione		nn]
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> ]	824,59
Superficie disperdente (S)	[m <sup>2</sup> ]	1.449,63
Volume lordo riscaldato (V)	[m <sup>3</sup> ]	4.130,57

Rapporto S/V	[1/m]	0,35
Superficie netta aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	929,51
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	1.258,37
Superficie lorda aree esterne	[m <sup>2</sup> ]	56,54
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m <sup>2</sup> ]	1.314,91
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	235
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	[-]
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler elettrici
Emissioni CO <sub>2</sub> di riferimento <sup>(1)</sup>	[t/anno]	22.9
Consumo di riferimento Gas Metano <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>rit</sub> /anno]	63036
Spesa annuale Gas Metano <sup>(1)</sup>	[€/anno]	4.808
Consumo di riferimento energia elettrica <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>rel</sub> /anno]	8462
Spesa annuale energia elettrica <sup>(1)</sup>	[€/anno]	1.859

Nota (1): Valori di Baseline

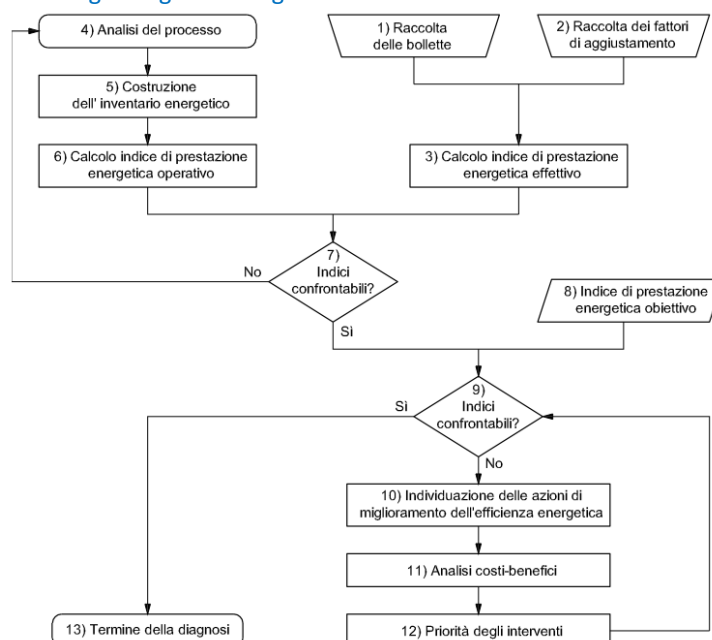
## 1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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

- Acquisizione della documentazione utile, fornita dalla PA, come riportato all' Allegato B – Elaborati;
- 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 23/11/2017 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, Assisital, 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 Versione EC700 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) Certificato 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 Sant'Ilario 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>);

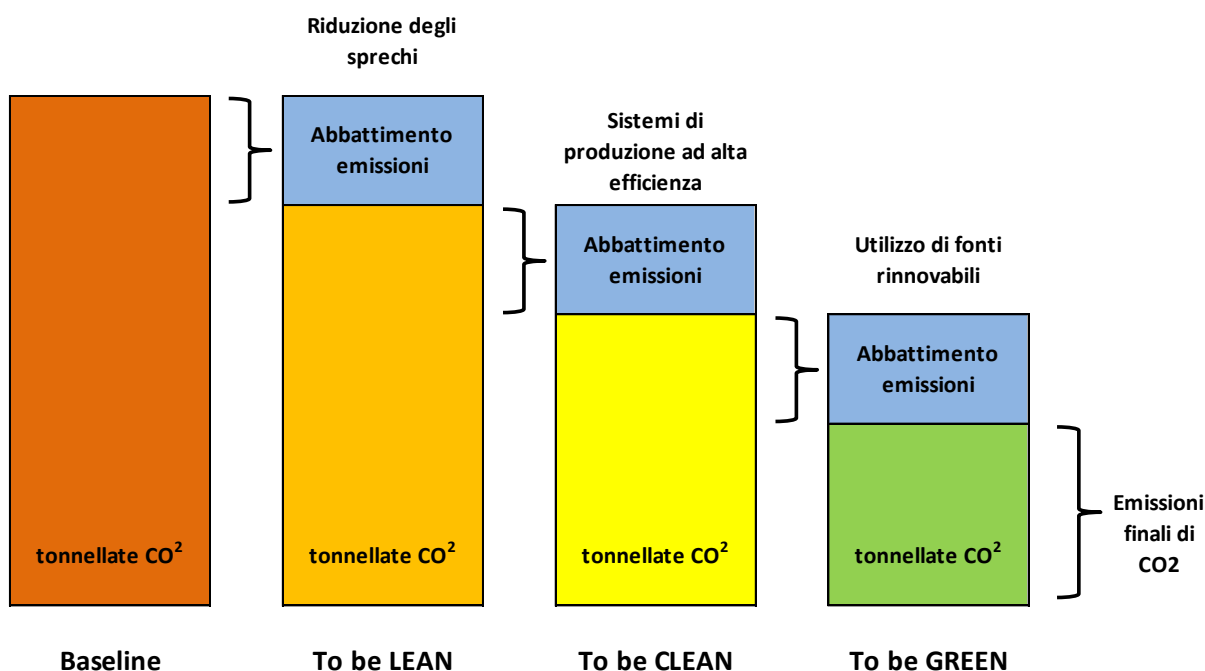
- j) Individuazione della “baseline elettrica” di riferimento (e relative emissioni di CO<sub>2</sub>) calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per tre le annualità 2014, 2015, 2016;
- k) Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche, 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 inferiori 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, (fonte: London Plan 2011)



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 losfruttamento 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 energetica primario.

Per tanto, nel caso di soluzioni integrate, dapprima si è valutata la fattibilità di ridurre gli sprechi mediante misure sull'involucro e sulle domande d'utenza (anche relativamente ai sistemi di emissione, regolazione, distribuzione, accumulo), partendo dalla 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 dalle riqualificazioni degli impianti di generazione per la climatizzazione e, dopo, dall'installazione di tecnologie di generazione da fonti rinnovabili.

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

- TRS (Tempo di rientro semplice);
- TRA (Tempo di rientro attualizzato);

- VAN (Valore attuale netto);
- TIR (Tasso interno di rendimento);
- IP (indice di profitto).

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

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

La definizione di bancabilità delle EEM viene associata agli scenari che realizzino valori 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:

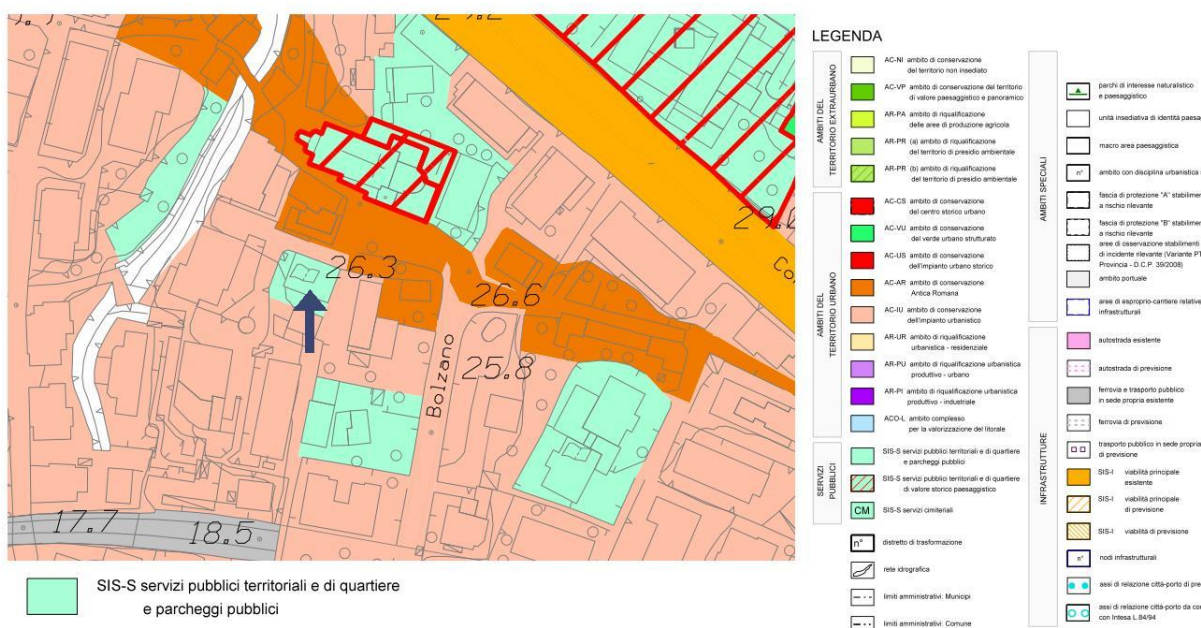
- Una prima parte nella quale sono descritti lo scopo ed i confini della DE e le metodologie di analisi adottate;
- Una seconda parte in cui sono riportate le informazioni dell'edificio rilevate in sede di sopralluogo e le valutazioni effettuate al fine di identificare le caratteristiche tecniche dei 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 SIS-S ambito che disciplina destinazioni d'uso quali: servizi pubblici e parcheggi pubblici. Tra le attività complementari disciplina anche le zone di connettività urbana funzionali per la riqualificazione e conservazione e parcheggi privati pertinenziali o liberi da asseveramento.

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



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

L'edificio ove è ubicata la SCUOLA ELEMENTARE "A. GIANELLI" risale all'incirca al 1890 ai sensi del DPR 412/93, attualmente ricade 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 ELEMENTARE "A. GIANELLI" rappresenta per il Comune di Genova, un edificio di rilevanza storica, artistica e culturale. L'ipotesi di intervenire al fine di migliorarne l'efficienza energetica è innanzitutto volta ad una diminuzione delle emissioni di CO2, la quale rientra negli obiettivi prefissati dal Comune di Genova all'interno del SEAP (Sustainable Energy Action Plan), ma può anche essere considerata di notevole interesse socio-culturale al fine della sensibilizzazione del pubblico alle tematiche di interesse ambientale ed energetico.

La SCUOLA ELEMENTARE "A. GIANELLI", ogni anno, è utilizzata da circa 100 persone tra alunni insegnanti e personale ATA ed è rilevante inoltre sottolineare come la corretta gestione e manutenzione del sistema edificio – impianto, comporterebbe il miglioramento delle condizioni di benessere percepite dagli utenti oltreché la salvaguardia e la corretta manutenzione dell'edificio, al fine di preservarlo al meglio.



Si può pertanto affermare che la riqualificazione energetica della SCUOLA ELEMENTARE "A. GIANELLI", potrebbe portare ad una maggiore valorizzazione dell'edificio stesso.

L'edificio ospitante il complesso scolastico oggetto della DE è costituito complessivamente da quattro piani fuori terra oltre al sottotetto, nei quali si svolgono le varie attività scolastiche.

Nella Tabella 2.1 sono riassunte le destinazioni d'uso delle varie aree e le relative superfici.

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

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



Tabella 2.1 - Suddivisione in piani dell'edificio

PIANO	UTILIZZO	U.M.	SUPERFICIE LORDA COMPLESSIVA <sup>(2)</sup>	SUPERFICIE UTILE RISCALDATA <sup>(3)</sup>	SUPERFICIE UTILE RAFFRESCATA <sup>(3)</sup>
Terra	palestra	m <sup>2</sup>	100,55	80,4	0
Terra	atrio	m <sup>2</sup>	38,17	28,48	0
Terra	magazzino	m <sup>2</sup>	30,56	18,41	0
Terra	mensa	m <sup>2</sup>	52,44	37,43	0
Terra	ingresso	m <sup>2</sup>	11,63	0	0
Terra	ripostiglio	m <sup>2</sup>	2,27	0	0
Primo	aule	m <sup>2</sup>	151,29	117,84	0
Primo	ufficio	m <sup>2</sup>	18,23	13,14	0
Primo	corridoio	m <sup>2</sup>	33,48	23,89	0
Primo	WC	m <sup>2</sup>	29,70	20,02	0
Primo	ripostiglio	m <sup>2</sup>	2,27	0	0
Secondo	aule	m <sup>2</sup>	154,29	122,93	0
Secondo	ufficio	m <sup>2</sup>	18,54	14,6	0
Secondo	corridoio	m <sup>2</sup>	29,66	21,93	0
Secondo	WC	m <sup>2</sup>	32,03	24,59	0
Secondo	ripostiglio	m <sup>2</sup>	2,27	0	0
Terzo	aule	m <sup>2</sup>	154,96	123,99	0
Terzo	ufficio	m <sup>2</sup>	25,11	14,6	0
Terzo	corridoio	m <sup>2</sup>	30,39	23,38	0
Terzo	WC	m <sup>2</sup>	25,36	24,59	0
Terzo	ripostiglio	m <sup>2</sup>	2,27	0	0
Quarto	magazzino	m <sup>2</sup>	117,28	99,37	0
Quarto	Locale tecnico	m <sup>2</sup>	12	0	0
vari	scale	m <sup>2</sup>	101,33	75	0
<b>TOTALE</b>		<b>m<sup>2</sup></b>	<b>1.314,91</b>	<b>824,59</b>	<b>0</b>

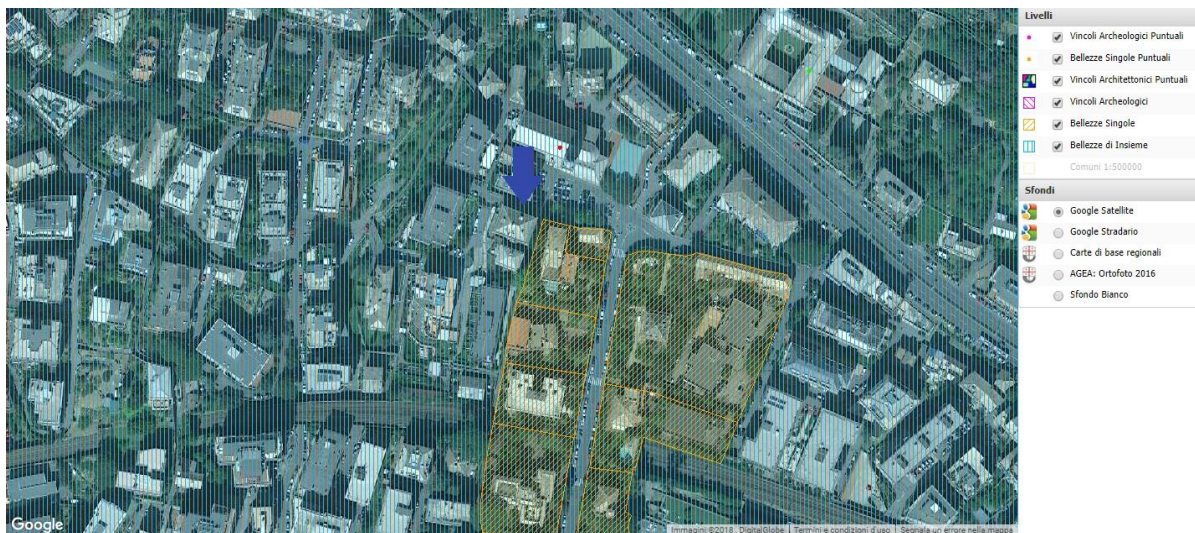
Nota (2): Superficie lorda comprensiva delle zone interne climatizzate e non climatizzate, valutate a partire dalle planimetrie progettuali, opportunamente verificate in fase di sopralluogo

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

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

[Quartiere della circoscrizione Levante e deve il nome alla collocazione sulla Via Aurelia antica di epoca romana (Quintus Miliun – quinto miglio dalla città di Gen30ova). E' stato un comune sino al 1926 quando fu annesso alla Grande Genova in cui l'economia agricola del borgo conobbe la spinta dello sviluppo "industriale". Il tessuto urbano è di rilevante importanza perché mantiene in alcuni tratti elementi di identità locali originarie prima dell'espansione del dopoguerra.]

Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli



È stata eseguita una verifica sul portale della Regione Liguria dedicato agli edifici vincolati ([www.liguriavincoli.it](http://www.liguriavincoli.it)). Per l'edificio in oggetto non sussistono alcuni vincoli architettonici, nonostante sia stato costruito alla fine dell'800.

Nell'analisi delle EEM non si è resa necessaria l'identificazione delle possibili interferenze con i vincoli storico artistici architettonici in quanto non gravanti sull'edificio.

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 ottenuti tramite colloquio col personale amministrativo e dirigente scolastica, mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti sono stati forniti dagli uffici preposti del Comune di Genova.

Nella Tabella 2. sono pertanto riportati gli orari di funzionamento dell'edificio e gli orari di funzionamento degli impianti termici.

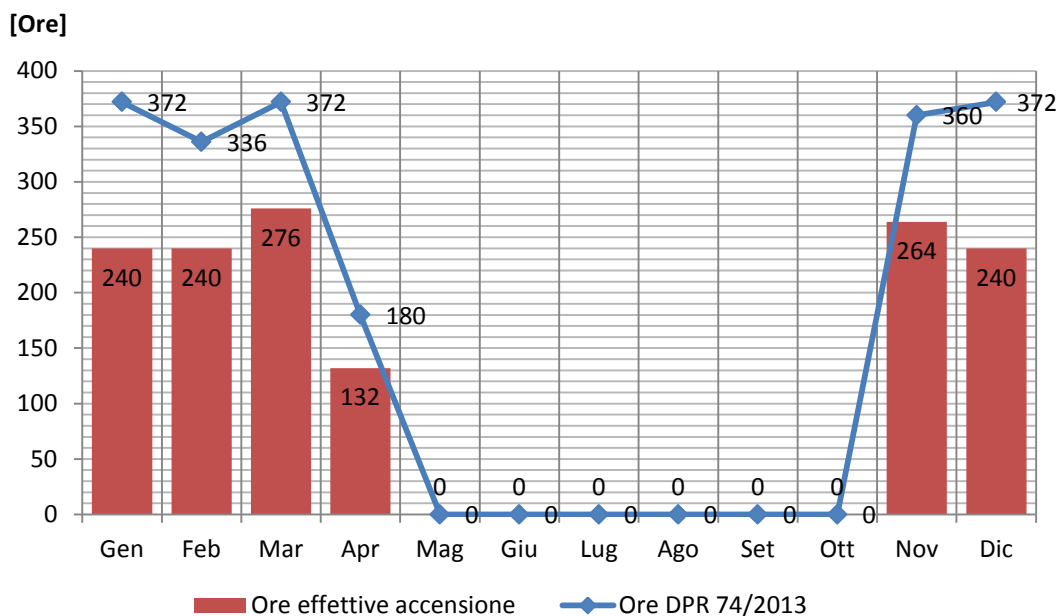
Tabella 2.2 – Orari di funzionamento dell'edificio e orari di funzionamento degli impianti termici.

PERIODO	GIORNI SETTIMENALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
Dal 1 Novembre al 15 Aprile	Lunedì-mercoledì	7.30-18.45	7.00 – 19.00



	Martedì-giovedì-venerdì	7.30-14.45	7.00 – 19.00
Dal 16 Aprile al 30 Ottobre	Lunedì-mercoledì	7.30-18.45	[-]
	Martedì-giovedì-venerdì	7.30-14.45	[-]

Figura 2.4 – Andamento mensile delle ore effettive di utilizzo dell'edificio



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. Si rileva infatti un'accensione anticipata dell'impianto termico rispetto all'orario effettivo di utilizzo ed uno spegnimento prossimo all'orario di uscita del personale della struttura, al fine di garantire l'adeguata climatizzazione dell'edificio.

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.

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., i GG sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 988 GG calcolati su 116 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<sub>rif</sub> ai fini del processo di normalizzazione di cui al capitolo 5.1.1.

Tabella 3.2 – Profili mensili dei GG<sub>rif</sub>

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 <sub>rif</sub>	PROFILO DI INCIDENZA
Gennaio	31	10,4	31	298	20	20	192	19%
Febbraio	28	10,5	28	266	20	20	190	19%
Marzo	31	11,1	31	276	23	23	205	21%
Aprile	30	15,3	15	71	11	11	54	6%
Maggio	31	18,7	-	-	22	-	-	-
Giugno	30	22,4	-	-	21	-	-	-
Luglio	31	24,6	-	-	21	-	-	-
Agosto	31	23,6	-	-	-	-	-	-
Settembre	30	22,2	-	-	22	-	-	-
Ottobre	31	18,2	-	-	21	-	-	-
Novembre	30	13,3	30	201	22	22	147	15%
Dicembre	31	10,0	31	310	20	20	200	20%
<b>TOTALE</b>	<b>365</b>	<b>16,7</b>	<b>166</b>	<b>1421</b>	<b>223</b>	<b>116</b>	<b>988</b>	<b>100%</b>

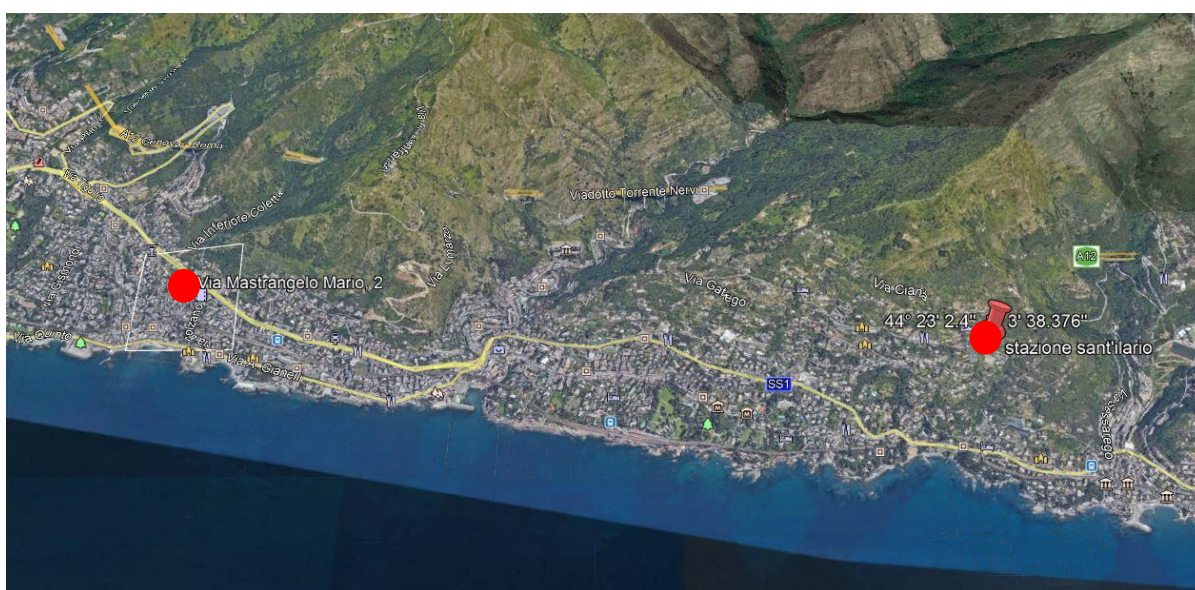
### 3.2 DATI CLIMATICI REALI

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 installata presso Genova Sant'Ilario (44° 23' N 9° 3' E Altitudine 174 m).

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

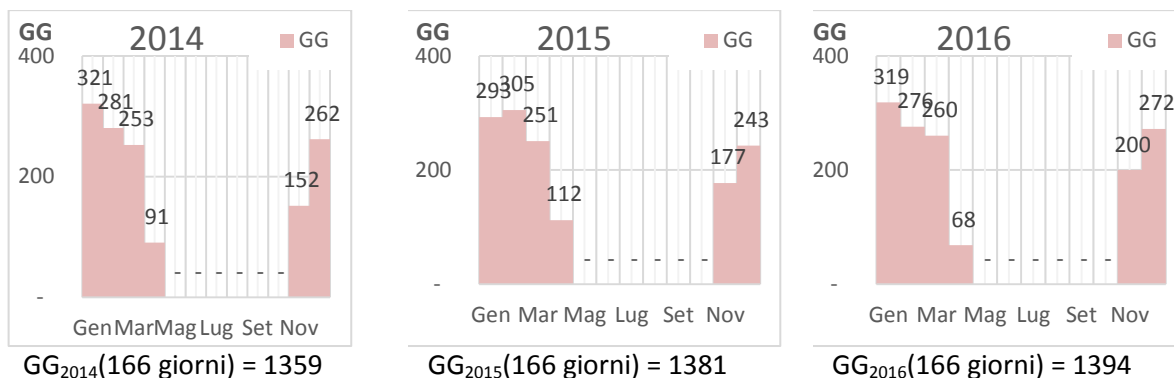
Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all'edificio oggetto di DE



### 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

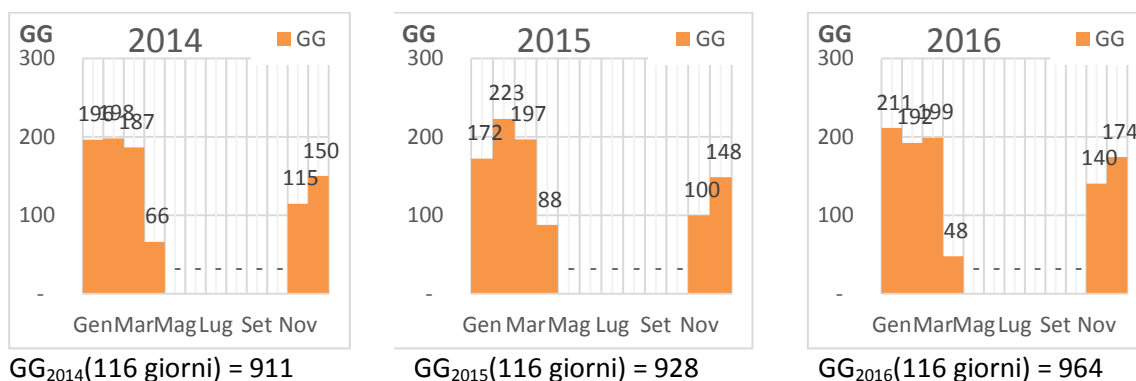


Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2., i GG reali sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 911, 928 e 964 GG calcolati su 116 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento, riferiti rispettivamente agli anni 2014, 2015 e 2016.

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

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

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



## 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 risulta essere stato realizzato alla fine del XIX secolo e pertanto con tecniche costruttive dell'epoca e dunque caratterizzato da murature portanti, presumibilmente in pietra e conglomerati debitamente intonacate e coperture a falda con struttura in legno non isolata.

Figura 4.1 - Particolare della porzione di involucro



Va inoltre sottolineato, sempre in riferimento all'involucro edilizio, che pur trattandosi di un edificio storico non essendo soggetto a particolari vincoli architettonici si è ritenuto corretto simulare interventi di efficientamento energetico dell'involucro opaco verticale.



In base al periodo di costruzione si è potuto definire con approssimabile certezza la tecnologia costruttiva dell'edificio. Essendo in muratura portante ed in pietra locale si evidenzia come la valutazione termografica possa essere considerata poco efficace ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro opaco. Difatti il comportamento termico è omogeneo per tutta la superficie, dovuto a spessori murali importanti e costanti per ogni piano che non consentono di evidenziare disomogeneità termiche puntuali. Inoltre, in sede di sopralluogo, è stata rilevata una temperatura esterna di poco inferiore a quella interna. Non si è potuto dunque raggiungere il delta termico minimo consigliato dalla norma UNI EN 13187:2000. Tali indagini in queste condizioni non consentono di evidenziare difetti ed anomalie per cui non è stata realizzata l'indagine termografica. Per le medesime ragioni non è stato possibile verificare il valore di trasmittanza termica dei componenti d'involucro mediante l'utilizzo di termoflussimetro. Pertanto per la determinazione della trasmittanza termica si è fatto riferimento alla UNI/TR 11552:2014 "Abaco delle strutture costituenti l'involucro opaco degli edifici. Parametri termofisici".

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/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Parete verticale	M1	80	Assente	1,376	Buono
Parete verticale	M2	68	Assente	1,546	Buono
Parete verticale	M3	60	Assente	1,685	Buono
Parete verticale	M4	53	Assente	1,829	Buono
Parete verticale	M5	43	Assente	1,754	Buono
Parete verticale	M6	30	Assente	2,542	Buono
Parete verticale	M7	10	Assente	3,401	Buono
Parete verticale	M8	57	Assente	1,508	Buono
Parete verticale	M9	34	Assente	1,961	Buono
Parete verticale	M11	69,5	Assente	1,519	Buono
Parete verticale	M12	61,5	Assente	1,653	Buono
Parete verticale	M13	54,5	Assente	1,791	Buono
Parete verticale	M15	80	Assente	1,224	Buono
Parete verticale	M18	68	Assente	1,357	Buono
Pavimento su terreno	P1	44,5	Assente	0,421	Buono
Pavimento su terreno	P2	34	Assente	1,261	Buono
Copertura	S3	32,6	Assente	0,909	Buono
solaio su sottotetto	S4	26,3	Assente	0,972	Buono
solaio su sottotetto	S6	22,3	Assente	1,002	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 principalmente da serramenti con telaio in PVC e vetri doppi  
Lo stato di conservazione degli stessi è buona in quanto sostituiti di recente

Figura 4.2 - Particolare dei serramenti





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

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

- Rilievo dettagliato di tutti i telai dei serramenti dell'edificio;
- Misurazione diretta degli spessori dei vetri dei serramenti mediante misuratore laser (spessivetro) utilizzato in sede di sopralluoghi;
- Indisponibilità delle condizioni termiche ambientali alla realizzazione dell'indagine termografica che non hanno permesso la redazione del documento, così come descritto nel paragrafo dell'involucro opaco ed in modo più approfondito nell'Allegato C.

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
Porta finestra	PF1	194x114	PVC	Vetro singolo	2,200	Buono
Finestra verticale	F2	229x127	PVC	Vetro doppio	2,776	Buono
Porta finestra	PF3	300x128	PVC	Vetro doppio	2,666	Buono
Porta finestra	PF4	223x155	PVC	Vetro doppio	2,718	Buono
Porta finestra	PF5	340x158	PVC	Vetro doppio	2,806	Buono
Porta finestra	PF7	395x300	PVC	Vetro doppio	3,277	Buono
Porta finestra	PF9	251x161	PVC	Vetro doppio	2,366	Buono
Finestra verticale	F11	248x128	PVC	Vetro doppio	2,800	Buono
Finestra verticale	F12	241x127	PVC	Vetro doppio	2,822	Buono
Finestra verticale	F13	237x126	PVC	Vetro doppio	2,591	Buono
Finestra verticale	F14	60x126	PVC	Vetro doppio	2,814	Buono
Finestra verticale	F15	162x114	PVC	Vetro doppio	2,809	Buono
Porta finestra	PF16	317x121	PVC	Vetro doppio	2,673	Buono
Porta finestra	PF17	250x113	PVC	Vetro doppio	2,598	Buono
Finestra verticale	F18	250x113	PVC	Vetro doppio	2,798	Buono
Finestra verticale	F20	144,5x75,5	PVC	Vetro doppio	2,887	Buono
lucernaio	velux	112x98	legno	Vetro doppio	3,323	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 una caldaia di tipo tradizionale, alimentata a metano ed asservita alla climatizzazione invernale dell'intero edificio.

### 4.2.1 Sottosistema di emissione

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

Figura 4.3 - Particolare dei radiatori installati a parete

- Radiatori su parete esterna non isolata;



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 elementare "A. Gianelli"	Radiatori a parete	92%

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

Tabella 4.4 - Tabella 4.5 - Riepilogo caratteristiche dei terminali di emissione installati

PIANO	TIPO DI INSTALLAZIONE	NUMERO	POTENZA TERMICA UNITARIA	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA	POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA	POTENZA FRIGORIFERA COMPLESSIVA
			[kW]	[kW]	[kW]	[kW]
Terra	Installato a parete	9	2.1	18.84	-	-
Primo	Installato a parete	8	2.06	16.5	-	-
Secondo	Installato a parete	8	2.06	16.5	-	-
Terzo	Installato a parete	8	2.02	16.2	-	-
Quarto	Installato a parete	3	1.71	5.13	-	-
<b>TOTALE</b>		<b>36</b>	<b>2.03<sup>(1)</sup></b>	<b>73.18</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Nota (4): La potenza termica di ciascun terminale è stata ottenuta secondo le disposizioni della norma EN 442-2, considerando un deltaT pari a 50 °C.

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 termico avviene attraverso l'impostazione degli orari di funzionamento e della curva climatica. La temperatura massima di mandata del sottosistema di generazione è fissata a 70°C.

Non sono state rilevate valvole termostatiche installate ai terminali di emissione né termostati ambiente asserviti alla regolazione dell'impianto termico.

Figura 4.4 - Particolare del pannello di controllo di dell'impianto termico

Figura 4.5 – Orologio generale a servizio dell'impianto termico





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 4.6:

Tabella 4.6 - Rendimenti del sottosistema di regolazione per le varie zone termiche

ZONA TERMICA	TIPO DI REGOLAZIONE	RENDIMENTO
Scuola elementare "A. Gianelli"	Climatica	96%

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 il sistema di generazione ed i terminali di emissione (fluido termovettore acqua);
- 2) Pompa di circolazione gemellare (funzionamento alternato) asservita al circuito primario;

**Circuito primario:** è presente una pompa di circolazione gemellare per la mandata del circuito primario così denominato:

- Circuito Radiatori;

Le caratteristiche dei circolatori a servizio del circuito primario sono riportate nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

Tabella 4.7 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito primario

	NOME	SERVIZIO	PORTATA <sup>(5)</sup> m <sup>3</sup> /h	PREVALENZA <sup>(5)</sup> kPa	POTENZA ASSORBITA <sup>(5)</sup> kW
Circuito radiatori	Salmson DCX65-50	mandata acqua calda zone a radiatori (gemellare)	12	75	0.45

Nota (5): Valori ricavati da dati di targa

Le temperature del fluido termovettore all'interno del circuito primario sono riportate nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Tabella 4.8 – Temperature di mandata e ritorno del circuito primario

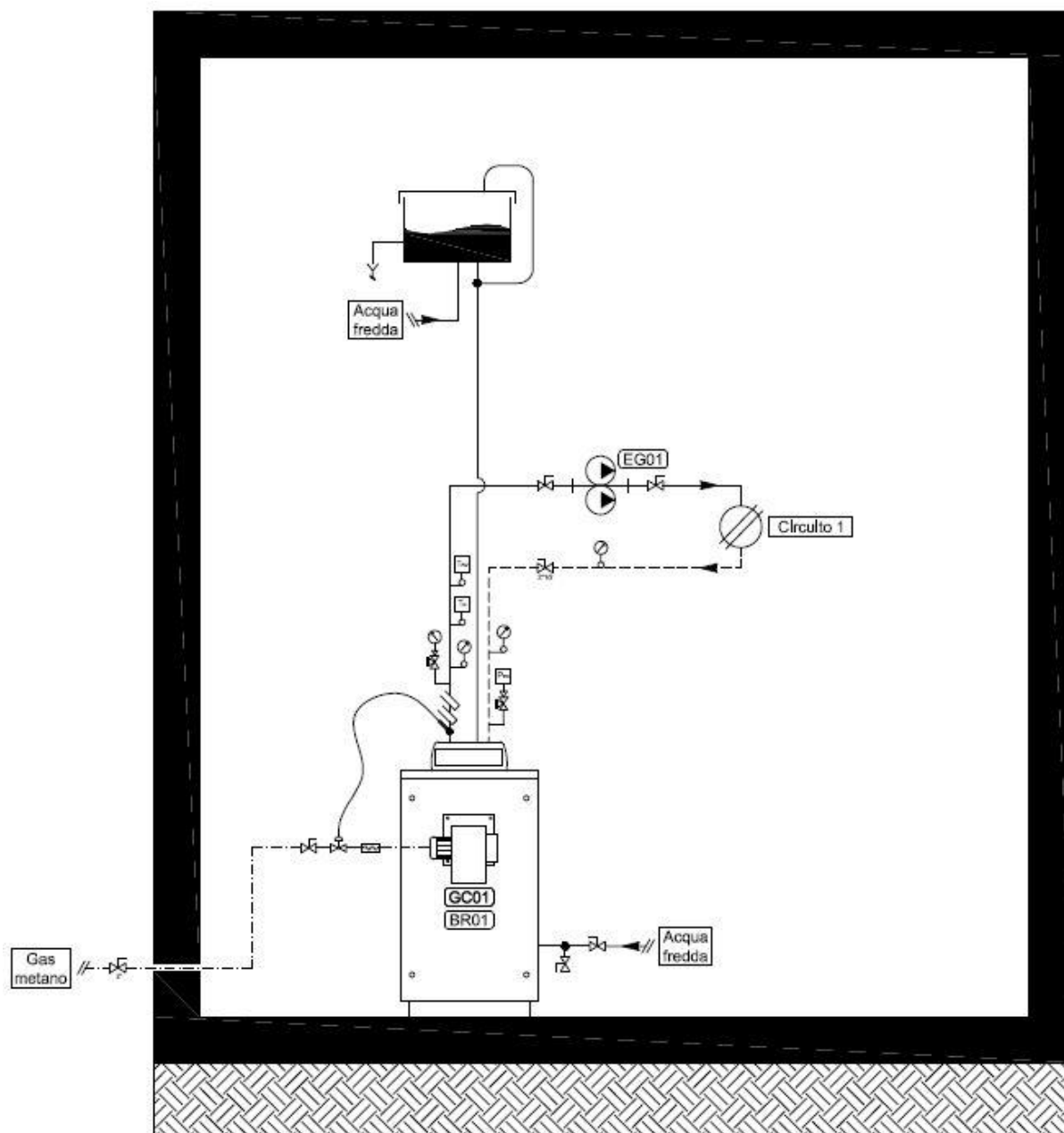
CIRCUITO			TEMPERATURA RILEVATA <sup>(7)</sup>	TEMPERATURA CALCOLO <sup>(6)</sup>
			°C	°C
Scuola elementare "A. Giannelli"	Mandata	Caldo	55	49
Scuola elementare "A. Giannelli"	Ritorno	Caldo	40	43

Nota (6): Valori utilizzati nel modello di calcolo

Nota (7): Valori rilevati il giorno 30/11/2017 alle ore 15.00, in orario di utilizzo della scuola, con una temperatura esterna di circa 12°C

Per quanto riguarda le temperature del fluido termovettore caldo si è potuto notare un effettivo riscontro tra i valori considerati nel modello di calcolo e quelli rilevati in sede di sopralluogo.

Figura 4.6 - Particolare dello schema di impianto [(Fonte: Tavola 214-P00-001-CENTRALE TERMICA.dwg)]



Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione pari al 92% è stato calcolato tramite la norma UNI TS 11300-2.

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 una centrale termica dotata di un'unica caldaia di tipo tradizionale, alimentata a metano, di produzione Riello modello 3500 180 SAT con bruciatore bistadio Cuenod C28 G107/8-T2.

Figura 4.7 - Particolare della caldaia Riello 3500 180 SAT

Figura 4.8 - Particolare del bruciatore Cuenod C28 G107/8-T2



Le caratteristiche dei sistemi di generazione sono riportate nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

Tabella 4.9 - Riepilogo caratteristiche sistema di generazione

Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE <sup>(8)</sup> [kW]	POTENZA TERMICA UTILE <sup>(8)</sup> [kW]	RENDIMENTO <sup>(9)</sup>	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA <sup>(8)</sup> [kW]
Gen 1 Riscaldamento	Riello	3500 180 SAT	1998	235	214.3	93.9	n/d

Nota (8): Valore ricavato tramite letture dei dati di targa rilevati in sede di sopralluogo

Nota (9): il valore riportato nella prova fumi dell'impianto risulta superiore a quello calcolato attraverso il modello energetico dell'edificio. Tale scostamento tra i valori di rendimento è dovuto alle differenti condizioni ambientali in cui è stata effettuata la prova fumi rispetto a quelle di calcolo del modello

Il rendimento complessivo del sottosistema di generazione, in regime di riscaldamento è stato calcolato nella DE tramite UNI TS 11300-2 ed è pari al 90.8%.

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 e/o 6.2 dell' Allegato J – Schede di audit.

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

L'edificio non presenta un impianto di produzione di acqua calda sanitaria.

#### 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 PC, stampanti 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

LOCALI TERMICI	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE	POTENZA COMPLESSIVA	ORE ANNUE DI UTILIZZO
			[W]	[W]	[ore]
Ufficio P1	PC	1	65	65	1512
Ufficio P1	Stampante	2	550	1100	252
Aule 3 P3	LIM	1	155	155	412
Aule 3 P3	PC	12	65	780	412
Aule 3 P3	Stampante	2	550	1100	206
Aula 2 P3	LIM	1	155	155	1236

Ai fini di un'identificazione più precisa del funzionamento dei componenti impiantistici si è proceduto, in sede di sopralluogo, al rilevamento dei dati di targa dei singoli dispositivi e all'intervista dell'utenza per meglio comprenderne le modalità di utilizzo. Non si è ritenuto necessario procedere con attività diagnostiche degli impianti elettrici data la tipologia e l'uso degli stessi, come specificato nell'Allegato D – Report relativi ad altre prove diagnostiche strumentali.

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 fluorescenza tubolari (neon).

Tale tipologia di corpi illuminanti sono installate a soffitto nelle zone di circolazione interna, aule, uffici e servizi igienici.

Figura 4.9 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nei locali dell'edificio



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

Tabella 4.11 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

LOCALI TERMICI	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA	POTENZA COMPLESSIVA
----------------	-------------	--------	------------------	---------------------

			[W]	[W]
Palestra PT	Neon	16	36	576
Atrio PT	Neon	4	36	144
Magazzino PT	Neon	4	36	144
Mensa PT	Neon	8	36	288
Aula 1 P1	Neon	8	36	288
Aula 2 P1	Neon	8	36	288
Aula 3 P1	Neon	8	36	288
Ufficio P1	Neon	4	36	144
WC P1	Neon	4	36	144
WC P1	Neon	2	18	36
Corridoio P1	Neon	3	36	108
Aula 1 P2	Neon	8	36	288
Aula 2 P2	Neon	8	36	288
Aula 3 P2	Neon	8	36	288
Ufficio P2	Neon	2	36	72
WC P2	Neon	4	36	144
WC P2	Neon	2	18	36
Corridoio P2	Neon	3	36	108
Aula 1 P3	Neon	8	36	288
Aula 2 P3	Neon	8	36	288
Aula 3 P3	Neon	8	36	288
Ufficio P3	Neon	2	36	72
WC P3	Neon	4	36	144
WC P3	Neon	2	18	36
Corridoio P3	Neon	5	36	180
Magazzino 1 P4	Neon	2	36	72
Magazzino 2 P4	Neon	4	36	144
Magazzino 3 P4	Neon	4	36	144
Scala	Neon	16	36	576

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.

Durante la fase di sopralluogo si è provveduto a rilevare anche lo stato di conservazione dei corpi illuminanti, che si presentano in buone condizioni. Si è inoltre verificata la presenza di luci di emergenza nei diversi locali della struttura.

Figura 4.10 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle aule



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

Nota (10) Fonte: Prospetto B.19 UNI TS 11300-2:2014

La fornitura di Gas metano avviene tramite la presenza di 1 contatore il quale risulta a servizio dei seguenti utilizzi:

- Centrale termica per il riscaldamento degli ambienti della scuola;

L'effettiva ubicazione dei contatori 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 [mc]	2015 [mc]	2016 [mc]	2014 [kWh]	2015 [kWh]	2016 [kWh]
03270023510825	Riscaldamento	6.838	6.105	6.036	64.414	57.513	56.857

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.

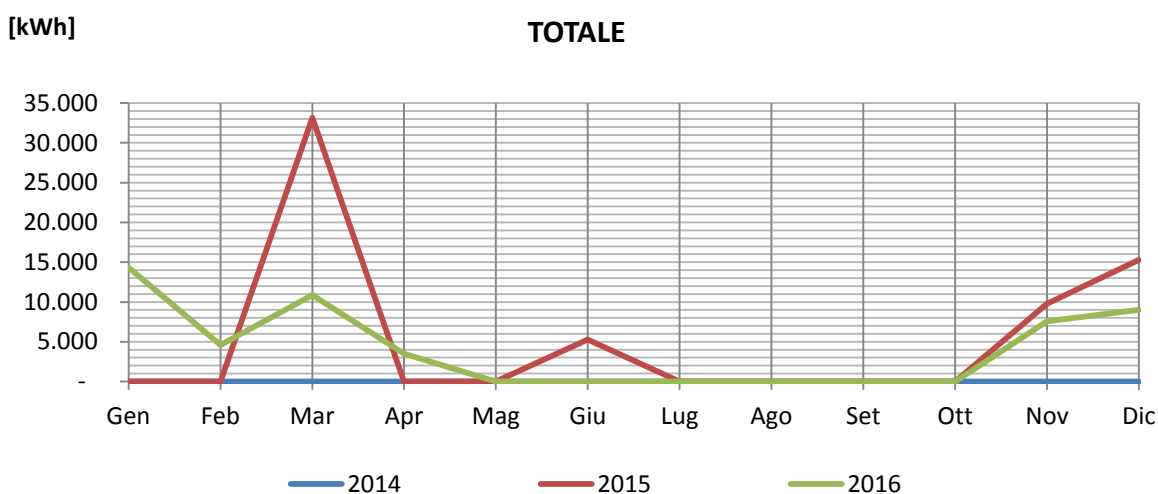
Tabella 5.3 - Consumi mensili di energia termica per il triennio di riferimento – Dati fatturati da società di fornitura

PDR: 3270023510825	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese di riferimento	[mc]	[mc]	[mc]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	-	-	1.521	-	-	14.328
Febbraio	-	-	486	-	-	4.578
Marzo	-	3.518	1.154	-	33.141	10.871
Aprile	-	-	370	-	-	3.485
Maggio	-	-	-	-	-	-
Giugno	-	561	-	-	5.285	-
Luglio	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-
Settembre	-	-	-	-	-	-
Ottobre	-	-	-	-	-	-
Novembre	-	1.040	802	-	9.797	7.555
Dicembre	-	1.624	959	-	15.298	9.034
<b>Totale</b>	<b>-</b>	<b>6.743</b>	<b>5.292</b>	<b>-</b>	<b>63.521</b>	<b>49.851</b>

Si precisa che per il PDR mancano le fatturazioni dell'anno 2014.

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

Figura 5.1 – Andamento mensile dei consumi termici fatturati



Dall'analisi effettuata è emerso che il prelievo termico del triennio è caratterizzato da andamenti non continuativi tra un anno e l'altro. Si basa sui m<sup>3</sup> di gas rilevati dalla società di fornitura nel triennio di riferimento. Per il PDR non sono disponibili le fatture dell'anno 2014 e i valori qui sopra inseriti fanno riferimento principalmente a letture stimate. Non sono state disposte, da parte dei fornitori, letture reali mensili (le uniche letture rilevate corrispondono ai cambi gestore nei mesi marzo/aprile e alcune finali del 2016) e per cui l'andamento proposto dalle tabelle e dai grafici non corrisponde con esattezza al reale consumo.

Confrontando l'andamento dei consumi con i GG<sub>reali</sub> del triennio di riferimento si può notare che non c'è congruenza con i valori indicati dalla PA rispetto quelli rilevati da fatturazione. L'andamento mostrato dal grafico non è assimilabile a quello di una stagione termica.



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:

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

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

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

Tale consumo è stato valutato esclusivamente ad uso riscaldamento, non è presente il servizio di acqua calda sanitaria.

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

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

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

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

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

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

Tabella 5.4 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica

ANNO	GG <sub>REALI</sub> SU 116 GIORNI	GG <sub>RIF</sub> SU 116 GIORNI	CONSUMO REALE RISC. [Smc]	CONSUMO REALE RISC. [kWh]	$\alpha_{rif}$	CONSUMO NORMALIZZATO A 989 GG [kWh]	CONSUMO ACS [kWh]	CONSUMO ALTRO [kWh]
2014	911	988	6.838	64.432	70,8	69.878	-	-
2015	928	988	6.105	57.526	62,0	61.257	-	-
2016	964	988	6.036	56.875	59,0	58.284	-	-
<b>Media</b>	<b>934</b>	<b>988</b>	<b>6.326</b>	<b>59.611</b>	<b>63,8</b>	<b>63.036</b>	-	-

Come si può notare dai dati riportati il comportamento energetico dell'edificio, negli anni considerati, è stato caratterizzato da un consumo pressoché costante negli ultimi due anni. La riduzione avvenuta nel 2015 non è dovuta alla realizzazione di importanti interventi di efficientamento. È possibile che queste riduzioni possano essere riconducibili ad un utilizzo diverso dei locali congiuntamente a fattori climatici.

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]
$\bar{Q}_{ACS}$	-
$\bar{Q}_{ALTRO}$	-
$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$	63.036
<b><math>Q_{baseline}</math></b>	<b>63.036</b>

### 5.1.2 Energia elettrica

La fornitura di energia elettrica avviene tramite la presenza di 1 contatori i quali risultato a servizio dei seguenti utilizzi:

- Scuola elementare "Giannelli";

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]
IT001E00096586	Scuola elementare "Giannelli1	9.399	9.089	7.899	8.462
<b>TOTALE</b>		<b>9.399</b>	<b>9.089</b>	<b>7.899</b>	<b>8.462</b>

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-E3) e sono emerse le seguenti differenze:

2014 : 9.399 kWh (0%)

2015 : 8.928 kWh (-10%)

2016 : 8.698 kWh (-10%)

Media : 9.008 kWh (-6%)

I consumi rilevati da fatturazione sono mediamente più bassi del 6% rispetto quelli rilevati da PA (il primo anno coincide esattamente). In questi consumi sono stati presi in considerazione i conguagli presenti in fatture successive.

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 8.462 kWh, quello rilevato dall'Auditor nella fase di analisi della fatturazione.

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

POD: IT001E00096586	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	829	114	156	1.099

Febbraio	875	111	113	1.099
Marzo	862	120	128	1.110
Aprile	694	102	114	910
Maggio	586	110	111	807
Giugno	383	80	146	609
Luglio	173	56	89	318
Agosto	59	48	91	198
Settembre	486	88	104	678
Ottobre	554	86	98	738
Novembre	681	91	122	894
Dicembre	692	103	144	939
<b>Totale</b>	<b>6.874</b>	<b>1.109</b>	<b>1.416</b>	<b>9.399</b>
<b>POD: IT001E00096586</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>
Gennaio	770	95	131	996
Febbraio	801	103	104	1.008
Marzo	647	90	100	837
Aprile	446	65	82	593
Maggio	529	87	93	709
Giugno	386	71	93	550
Luglio	98	41	68	207
Agosto	50	36	74	160
Settembre	361	67	90	518
Ottobre	552	99	119	770
Novembre	681	90	132	903
Dicembre	622	77	139	838
<b>Totale</b>	<b>5.943</b>	<b>921</b>	<b>1.225</b>	<b>8.089</b>
<b>POD: IT001E00096586</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>
Gennaio	587	83	150	820
Febbraio	739	116	181	1.036
Marzo	685	91	138	914
Aprile	503	83	109	695
Maggio	518	76	108	702
Giugno	402	63	95	560
Luglio	52	40	72	164
Agosto	67	42	80	189
Settembre	326	71	88	485
Ottobre	521	80	86	687
Novembre	659	102	136	897
Dicembre	515	95	140	750
<b>Totale</b>	<b>5.574</b>	<b>942</b>	<b>1.383</b>	<b>7.899</b>

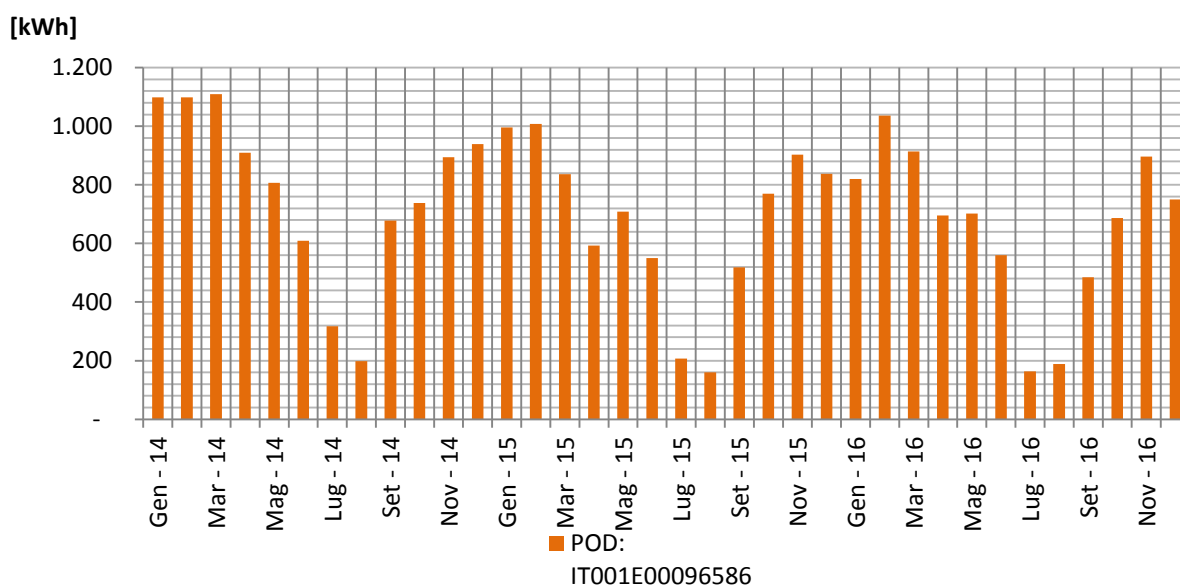
Dall'analisi effettuata è stato possibile definire i profili mensili dei consumi elettrici di Baseline, valutati come la media dei valori mensili analizzati nel triennio di riferimento. Tali valori sono riportati nella Tabella 5.8.

Tabella 5.8 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	729	97	146	972
Febbraio	805	110	133	1.048
Marzo	731	100	122	954
Aprile	548	83	102	733
Maggio	544	91	104	739
Giugno	390	71	111	573
Luglio	108	46	76	230
Agosto	59	42	82	182
Settembre	391	75	94	560
Ottobre	542	88	101	732
Novembre	674	94	130	898
Dicembre	610	92	141	842
<b>Totale</b>	<b>6.130</b>	<b>991</b>	<b>1.341</b>	<b>8.462</b>

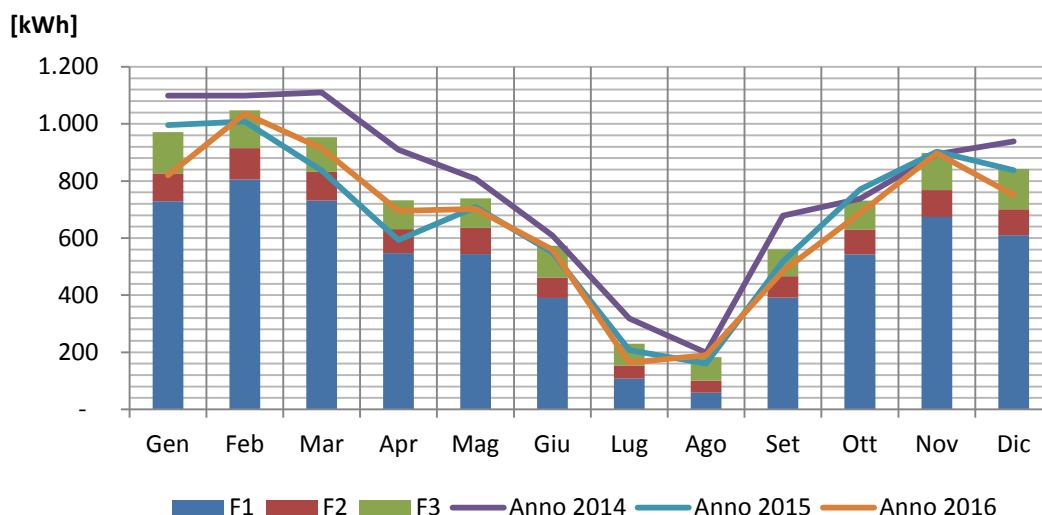
Il profilo così ottenuto è rappresentato nel grafico in Figura 5.2

Figura 5.2 – Profili mensili di Baseline riferimento



L'andamento dei consumi elettrici mensili nel triennio di riferimento e di Baseline è riportato nei grafici in Figura 5..

Figura 5.3 – Confronto tra i profili mensili reali per il triennio di riferimento ed i valori di Baseline



I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano andamenti coerenti di anno in anno. I minimi consumi si hanno nei mesi estivi di luglio ed agosto quando l'attività della scuola è molto ridotta. Tale contributo può essere dovuto all'attività di segreteria e alla presenza di consumi in stand-by delle numerose apparecchiature presenti nella struttura, infatti le porzioni delle fasce orarie in F1, F2 ed E3 sono tra loro comparabili senza che una domini sulle altre così come accade invece negli altri mesi. In quest'ultimo caso il consumo maggiore si ha nella fascia diurna F1 la quale è sempre la componente prevalente.

Non è stato possibile rappresentare i profili giornalieri dei consumi elettrici accedendo alle informazioni fornite dalla società di distribuzione dell'energia elettrica, in quanto il contatore installato nella scuola ha una potenza minore di 55 kW, soglia necessaria per questo tipo di analisi. Pertanto non è stato possibile analizzare i profili giornalieri rappresentativi nelle diverse condizioni di utilizzo dell'edificio e di funzionamento dell'impianto.

## 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
	tCO <sub>2</sub> /MWh
Energia elettrica	* 0,467
Gas naturale	* 0,202
GPL	* 0,227
Olio combustibile	* 0,267
Gasolio	* 0,267
Benzina	* 0,249

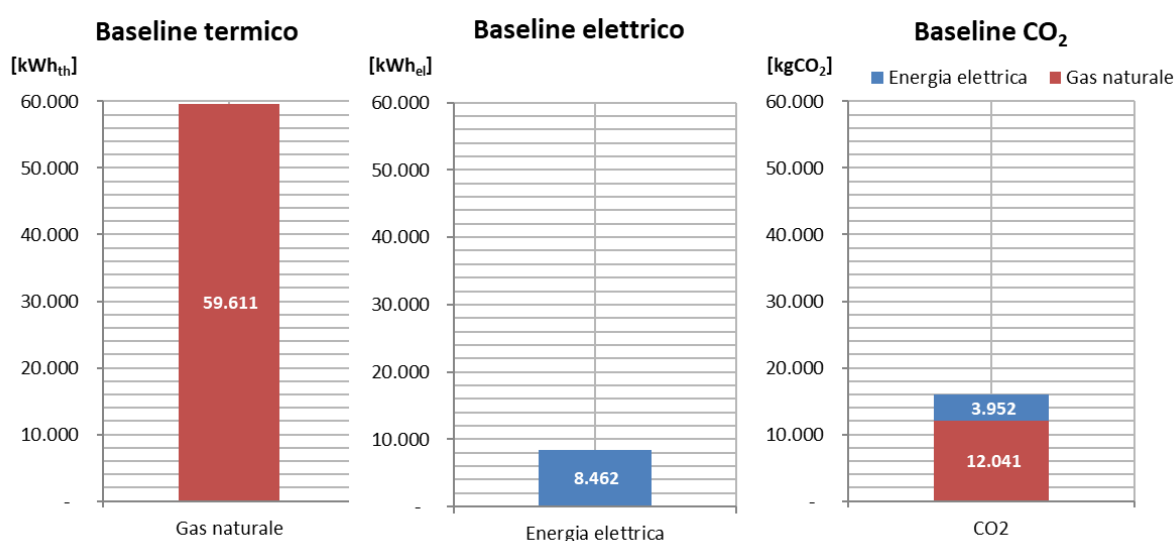
\* da "Linee Guida Patto dei Sindaci" per anno 2010

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 5.3

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> ]	
Gas naturale	59.611	0,202	12.041	
Energia elettrica	8.462	0,467	3.952	

Figura 5.3 – Rappresentazione grafica della Baseline 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 CONSUMI RILEVATI5, in funzione dei fattori riportati nella Tabella 5.12.

Tabella 5.12 – Fattori di riparametrizzazione

PARAMETRO		VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	825	m <sup>2</sup>
FATTORE 1	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	930	m <sup>3</sup>
FATTORE 1	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	4.185	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	59.611	1,05	62.592	75,9	67,3	15,0	14,60	12,95	2,88
Energia elettrica	8.462	2,42	20.479	24,8	22,0	4,9	4,79	4,25	0,94
<b>TOTALE</b>			<b>83.070</b>	<b>101</b>	<b>89</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	<b>4</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	59.611	1,05	62.592	75,9	67,3	15,0	14,60	12,95	2,88
Energia elettrica	8.462	1,95	16.502	20,0	17,8	3,9	4,79	4,25	0,94
<b>TOTALE</b>	-		<b>79.093</b>	<b>96</b>	<b>85</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	<b>4</b>

Figura 5.4 – Indicatori di performance e relative emissioni di CO<sub>2</sub> valutati in funzione della superficie utile riscaldata

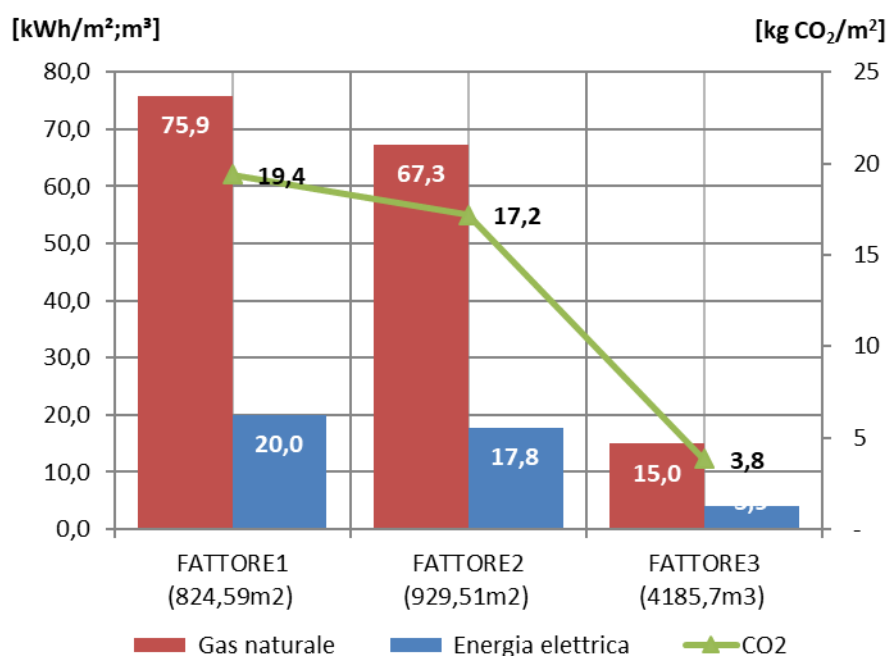
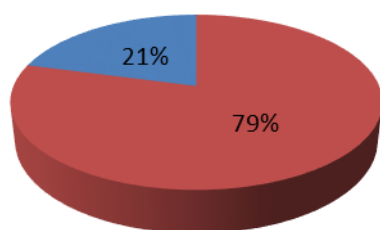
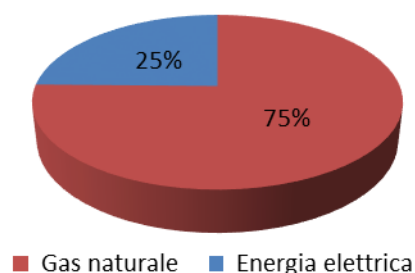


Figura 5.5 – Ripartizione % dei consumi specifici di energia primaria e delle relative emissioni di CO<sub>2</sub>

### Ripartizione % energia primaria



### 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>3</sup> anno)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Gas Naturale	18,77	16,45	15,66	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	9,62	9,14	8,91

E' stato quindi possibile effettuare un raffronto con le classi di merito riportate nelle suddette Linee Guida ENEA - FIRE, ottenendo mediamente classi di merito Sufficiente per il riscaldamento e Sufficiente per l'energia elettrica.

Si rimanda nell'allegato M il dettaglio riassuntivo di tutti gli indici di performance in condizioni standard ed adattati all'utenza.



## 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 e UNI-TS 11300-4:2016.

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		ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	U.M.
Globale	EP <sub>gl</sub>	170.76	kWh/mq anno	176.56	kWh/mq anno
Climatizzazione invernale	EP <sub>H</sub>	148.14	kWh/mq anno	148.48	kWh/mq anno
Produzione di acqua calda sanitaria	EP <sub>w</sub>	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Ventilazione	EP <sub>v</sub>	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Raffrescamento	EP <sub>c</sub>	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Illuminazione artificiale	EP <sub>L</sub>	22.62	kWh/mq anno	28.08	kWh/mq anno
Trasporto di persone e cose	EP <sub>T</sub>	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Emissioni equivalenti di CO <sub>2</sub>	CO <sub>2eq</sub>	33.8	Kg/mq anno	35	Kg/mq anno

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	
	[Nm <sup>3</sup> /anno]	[kWh/anno]	
Gas Naturale	11.591	120.971	
	[kWh/anno]	[kWh/anno]	
Energia Elettrica	10.173	19.837	

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:

- $E_{teorico}$  è il fabbisogno teorico di energia dell'edificio, come calcolato dal software di simulazione;
  - Nel caso di consumo termico,  $E_{teorico}$  è assunto pari al fabbisogno di energia per la combustione ( $Q_{gn,in}$ ) così come definito dalla norma UNI TS 11300 parte 2;
  - Nel caso di consumo elettrico,  $E_{teorico}$  è assunto pari al fabbisogno complessivo di energia elettrica prelevata dalla rete ( $EE_{in}$ ) valutata come sommatoria dei contributi riportati nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**;
- $E_{baseline}$  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.

### 6.1.1 Validazione del modello termico

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

Si è quindi provveduto alla simulazione dei parametri reali di utilizzo dell'edificio considerando l'orario di funzionamento effettivo dell'impianto termico e gli indici di occupazione reali dell'edificio.

Nella Tabella 6.5 sono riportati gli indicatori di performance energetica ricavati dalla modellazione dell'edificio in modalità "Adattata all'utenza".

Tabella 6.3 – Indicatori di performance energetica ricavati dalla modellazione (valutazione in modalità adattata all'utenza)

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	U.M.
Globale	$EP_{gl}$	97.44	kWh/mq anno	101.86	kWh/mq anno
Climatizzazione invernale	$EP_H$	80.25	kWh/mq anno	80.52	kWh/mq anno
Produzione di acqua calda sanitaria	$EP_w$	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Ventilazione	$EP_v$	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Raffrescamento	$EP_c$	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Illuminazione artificiale	$EP_L$	17.19	kWh/mq anno	21.33	kWh/mq anno
Trasporto di persone e cose	$EP_T$	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Emissioni equivalenti di CO2	$CO_{2eq}$	26.3	Kg/mq anno	28.8	Kg/mq anno

Gli indici di prestazione energetica sopra riportati corrispondono ad un quantitativo annuo di vettore energetico consumato, riportato nella Tabella 6.4.

Tabella 6.4 – Consumo di vettore energetico ricavato dalla modellazione (valutazione in modalità adattata all'utenza)

FORTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[Nm <sup>3</sup> /anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	6.250	65.231
	[kWh/anno]	[kWh/anno]
Energia Elettrica	8771	17103

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

$Q_{teorico}$	$Q_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
62125	63036	1,5%

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

$EE_{teorico}$	$EE_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
8771	8462	3,5%

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

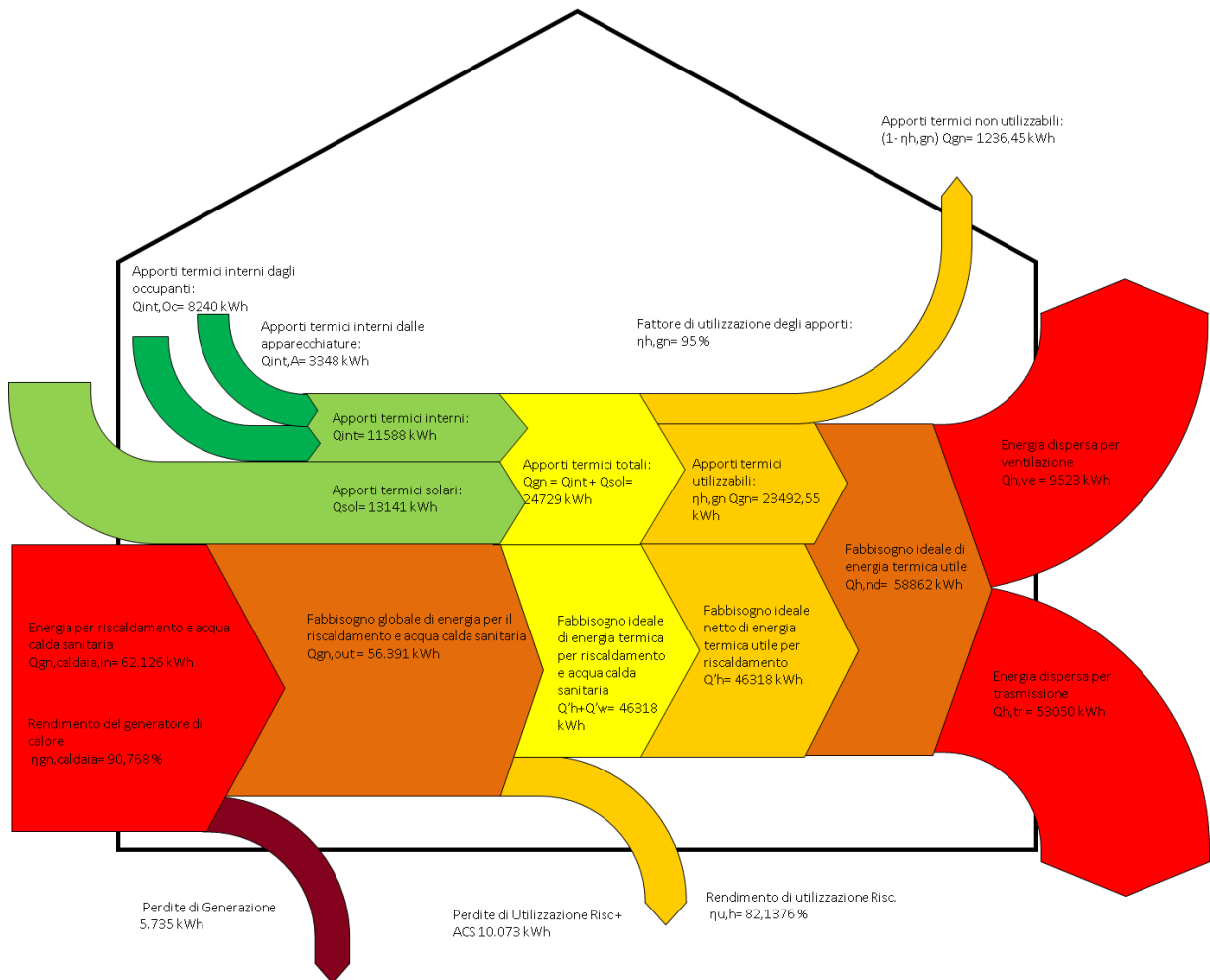
## 6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

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.

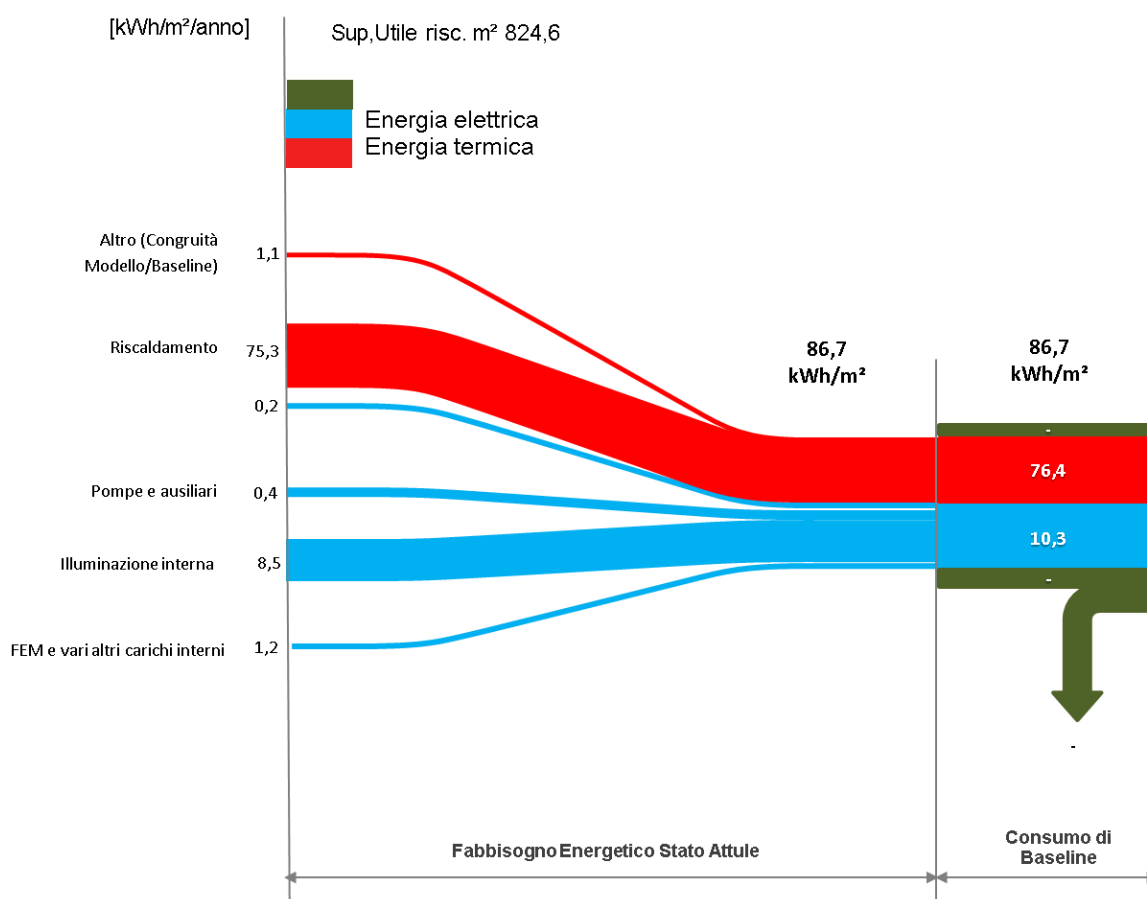
I risultati del bilancio energetico termico sono stati rappresentati nella forma di diagramma di Sankey riportato in Figura 6.1

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



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

Figura 6.2 – Bilancio energetico complessivo dell'edificio

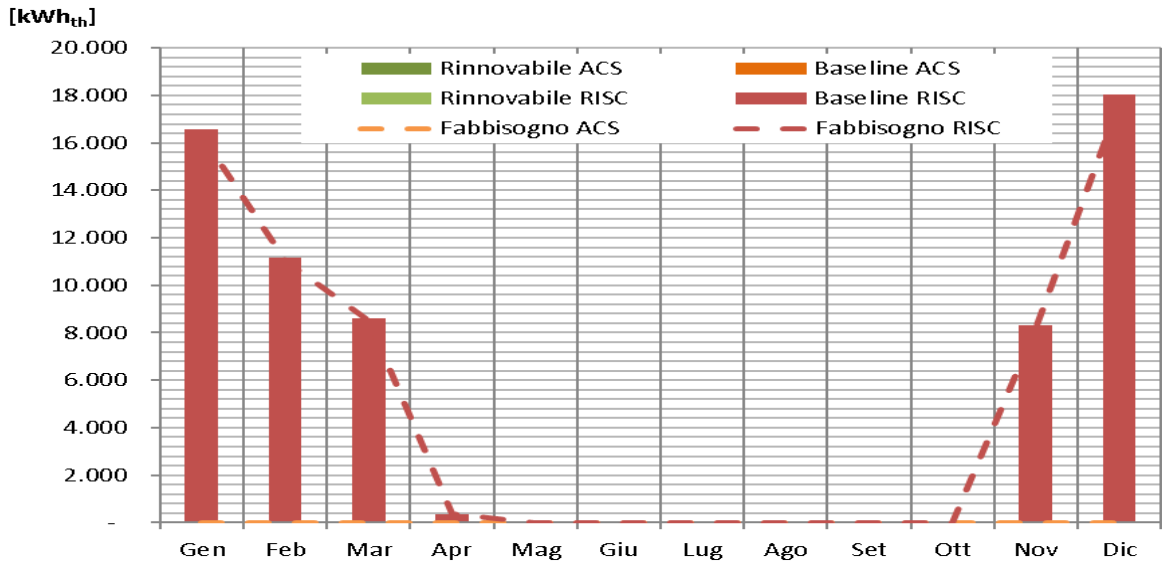


### 6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

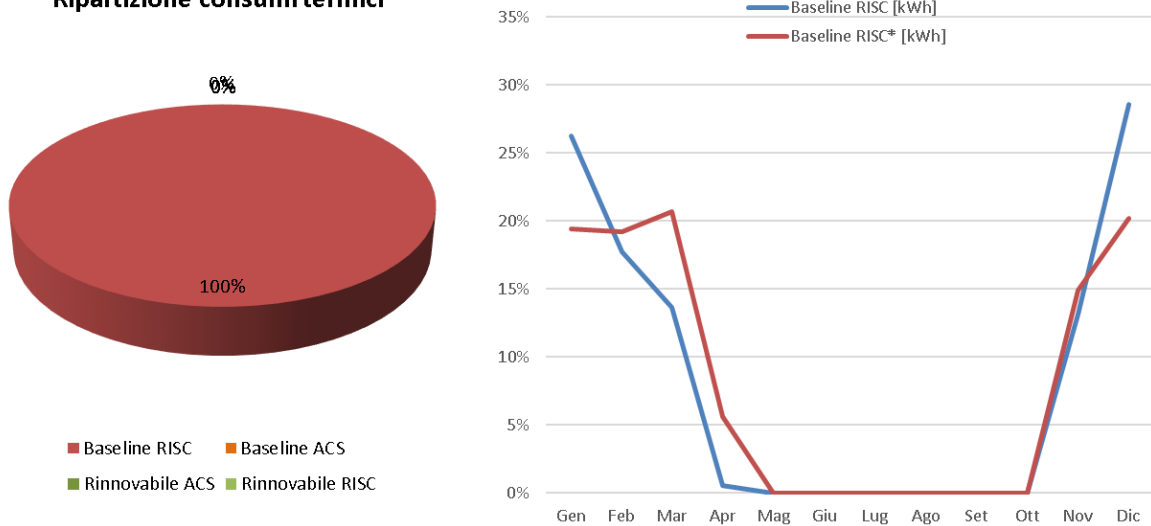
La creazione di un modello energetico consente di effettuare una pi  corretta ripartizione dei consumi energetici di Baseline in funzione dei diversi utilizzi presenti all'interno dell'edificio oggetto della DE. Tale profilo pu  essere confrontato con il profilo mensile del che si otterrebbe tramite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

Il confronto tra i due profili   riportato in **Errore. L'origine riferimento non   stata trovata.**

Figura 6.3- Confronto tra il profilo mensile del Baseline Termico e il profilo mensile dei GG rif



**Ripartizione consumi termici**



Si può notare come la totalità dei consumi termici sia da attribuirsi all'utilizzo per la climatizzazione invernale dei locali, pertanto, gli interventi migliorativi proposti andranno ad interessare principalmente i componenti asserviti a tale servizio.

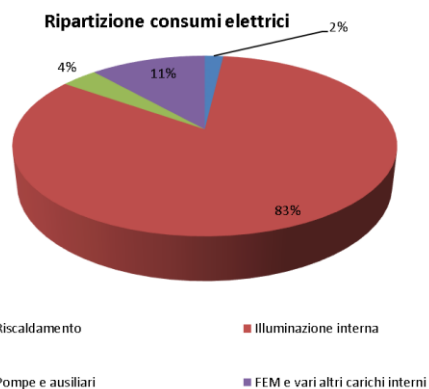
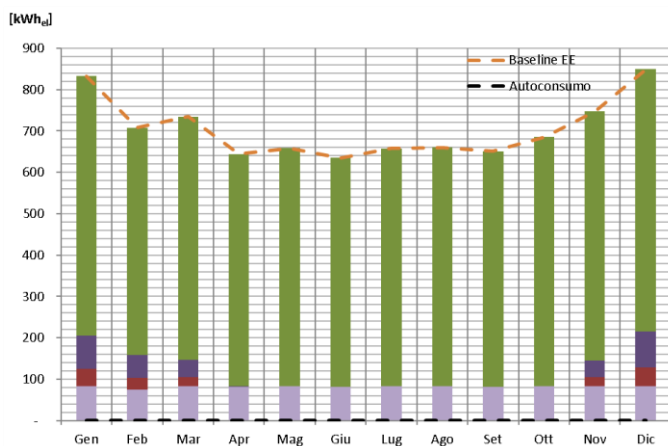
Anche relativamente all'analisi dei fabbisogni di energia elettrica, la ripartizione tra i vari utilizzi è stata effettuata in funzione degli esiti della modellazione.

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

I risultati di tale valutazione sono riportati nella Figura 6.4.

Figura 6.4 – Andamento mensile dei consumi elettrici ricavati dalla modellazione energetica, ripartiti tra i vari utilizzi

## E3 – Scuola Elementare "A. Giannelli"



Si può notare come la maggior parte dei consumi sia da attribuirsi al servizio di illuminazione interna, pertanto, gli interventi migliorativi proposti andranno ad interessare principalmente i componenti asserviti a tale sistema.

## 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 per il PDR presente all'interno dell'edificio, come di seguito elencato:

- PDR 1 – 3270023510825: contratto di fornitura 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: 3270023510825	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura		PIAZZA BEATA PAOLA FRASSINETTI 3 16166 GENOVA (GE)	PIAZZA BEATA PAOLA FRASSINETTI 3 16166 GENOVA (GE)
Società di fornitura		IREN MERCATO SPA	ENI
Inizio periodo fornitura		-	01/04/15
Fine periodo fornitura		31/03/14	31/03/16
Classe del contatore		CLASSE G006 (EX 0050)	CLASSE G004
Tipologia di contratto		PUNTO DI RICONSEGNA PER SERVIZIO PUBBLICO	UTENZE CON ATTIVITA' DI SERVIZIO PUBBLICO
Opzione tariffaria (*)		-	-
Valore del coefficiente correttivo dei consumi		1,023328	1,023328
Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile		9,42 kWh/smc	9,42 kWh/smc
Prezzi di fornitura del combustibile (*) (IVA INCLUSA) [€/kWh]		0,245	0,339

Nota (11) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

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.

Dalle informazioni riportate nella tabella si può desumere che l'informazione per il PDR1 è mancante per natura del contratto stipulato dalla PA.

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

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

PDR: 3270023510825	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gennaio							-	-
Febbraio							-	-





## E3 – Scuola Elementare "A. Giannelli"

Marzo	-	-	-					
Aprile	-	-	-					
Maggio	-	-	-					
Giugno	-	-	-					
Luglio	-	-	-					
Agosto	-	-	-					
Settembre	-	-	-					
Ottobre	-	-	-					
Novembre	-	-	-					
Dicembre	-	-	-					
<b>Totale</b>	-	-	-					
PDR: 3270023510825	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	-	-	-	-	-	-	-	-
Febbraio	-	-	-	-	-	-	-	-
Marzo	1.507	11	521	706	561	2.746	33.141	0,083
Aprile	-	-	-	-	-	-	-	-
Maggio	-	-	-	-	-	-	-	-
Giugno	159	12	59	119	77	348	5.285	0,066
Luglio	-	4	-	-	1	4	-	-
Agosto	-	4	-	-	1	4	-	-
Settembre	-	4	-	-	1	4	-	-
Ottobre	-	4	-	-	1	4	-	-
Novembre	286	4	96	220	133	607	9.797	0,062
Dicembre	448	23	131	344	208	945	15.298	0,062
<b>Totale</b>	<b>2.401</b>	<b>65</b>	<b>806</b>	<b>1.389</b>	<b>983</b>	<b>4.661</b>	<b>63.521</b>	<b>0,073</b>
PDR: 3270023510825	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gennaio	375	4	186	283	156	848	14.328	0,059
Febbraio	132	4	64	103	66	306	4.578	0,067
Marzo	298	4	134	244	149	679	10.871	0,063
Aprile	73	89	35	78	276	552	3.485	0,158
Maggio	-	89	-	-	20	108	-	-
Giugno	-	89	-	-	20	108	-	-
Luglio	-	89	-	-	20	108	-	-
Agosto	-	89	-	-	20	108	-	-
Settembre	-	89	-	-	20	108	-	-
Ottobre	-	89	-	-	20	108	-	-
Novembre	189	89	69	170	114	630	7.555	0,083
Dicembre	225	89	82	203	132	731	9.034	0,081
<b>Totale</b>	<b>1.292</b>	<b>810</b>	<b>571</b>	<b>1.082</b>	<b>1.010</b>	<b>4.398</b>	<b>49.851</b>	<b>0,088</b>

PDR: 3270023510825	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Conguaglio Aprile Energetic	-33,85	0	-16,21	-35,79	-18,89	-104,74	-169	0,620

Così come segnalato dalla PA non erano disponibili le fatturazioni dell'anno 2014. Gli anni 2015 e 2016 evidenziano dei consumi tra loro coerenti come consumo annuale. Negli anni sono state effettuate numerose letture rilevate e i picchi dell'anno 2015 sono dovuti ad un paio di fatturazioni plurimensili. Nei mesi centrali, in cui non è stato effettuato il prelievo di metano, si evidenziano costi dovuti alla quota fissa per la fornitura del servizio.

Nella colonna "Totale" sono stati tenuti in considerazione tutti gli arrotondamenti ed eventuali somme scomputabili indicate sulle bollette.

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 triennio di riferimento e per il 2017

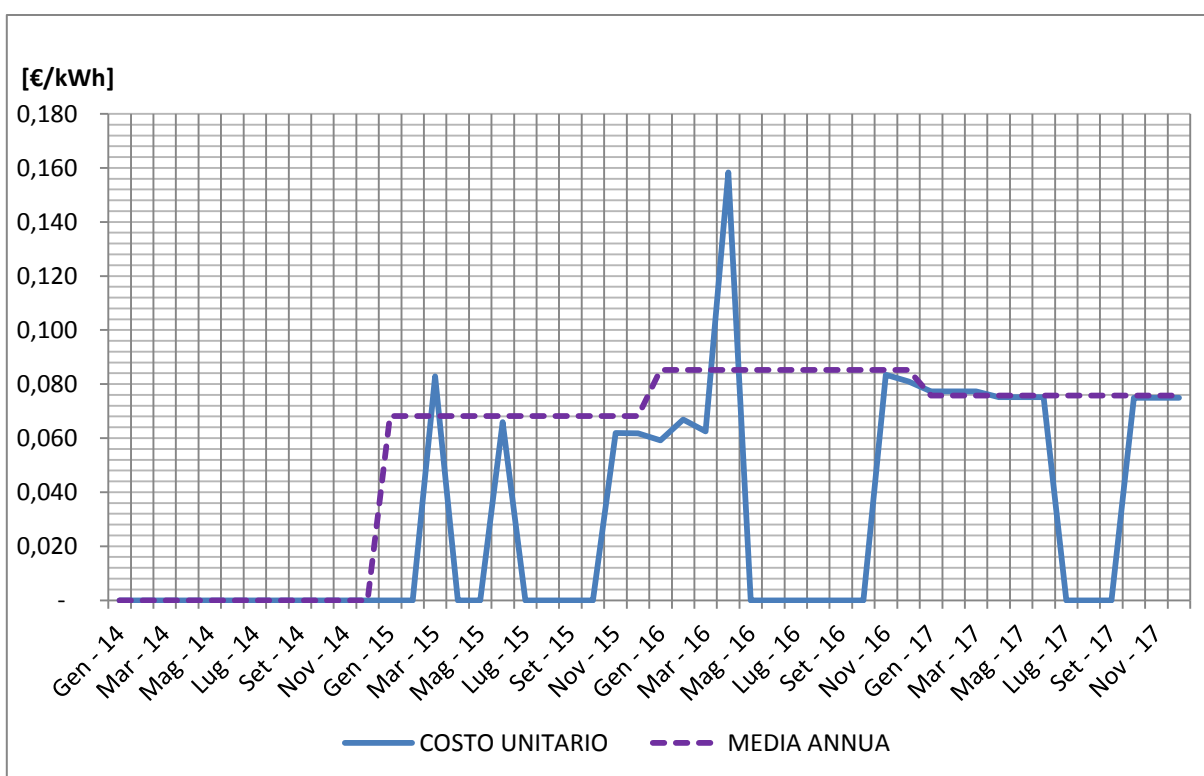
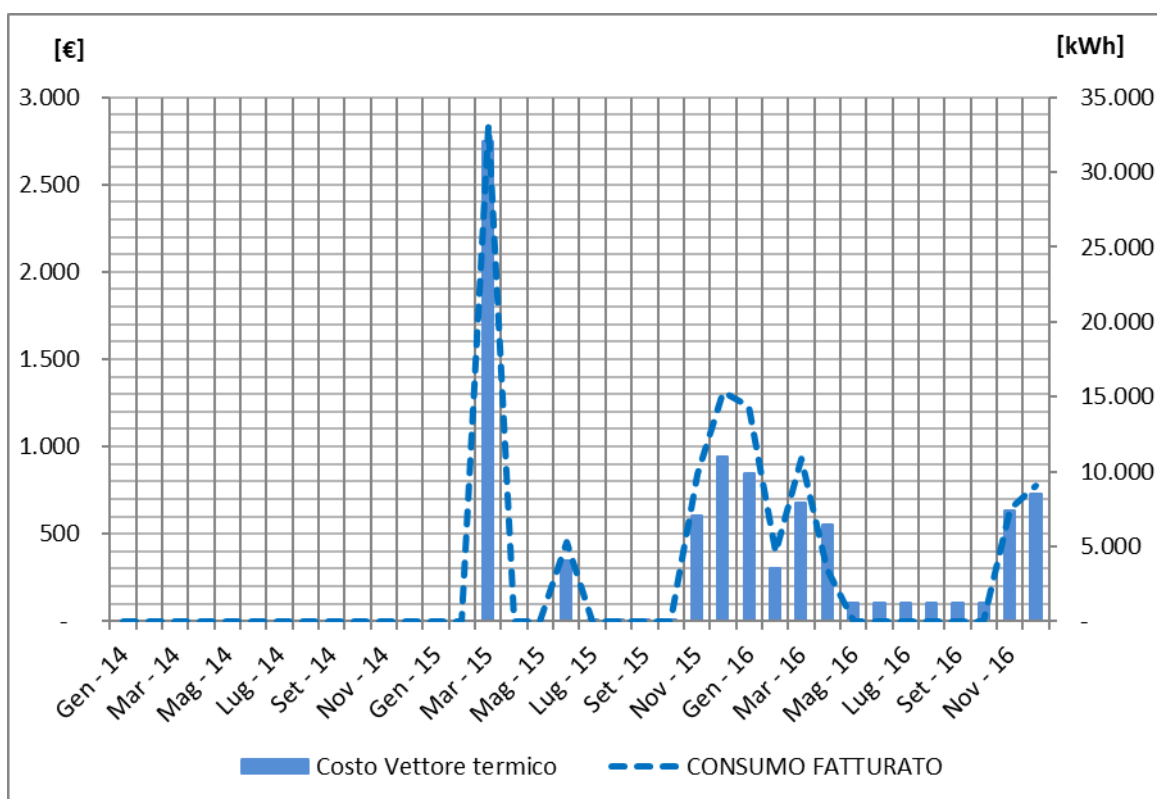


Figura 7.2 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia termica



Dall'analisi effettuata risulta evidente che l'andamento dei costi è oscillante con picchi nei mesi della stagione di riscaldamento, essendo questa la componente dominante.

### 7.1.2 Vettore elettrico

La fornitura del vettore elettrico avviene tramite un contratto per il POD presente all'interno dell'edificio, come di seguito elencato:

- POD 1 – IT001E00096586: contratto di fornitura del 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 7.3 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: IT001E00096586	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Piazza Beata Paola Frassinetti n.3 Genova (GE)	Piazza Beata Paola Frassinetti n.3 Genova (GE)	Piazza Beata Paola Frassinetti n.3 Genova (GE)
Società di fornitura	Edison	Gala	Iren
Inizio periodo fornitura	01/10/13	01/04/15	01/04/16
Fine periodo fornitura	31/03/15	31/03/16	-
Potenza elettrica impegnata	16,5 kW	15 kW	15 kW
Potenza elettrica disponibile	16,5 kW	16,5 kW	16,5 kW
Tipologia di contratto	Forniture in BT (escluso IP)	380 V	BT, Allacciamento 380 V
Opzione tariffaria <sup>(1)</sup>	Trioraria	Trioraria	Trioraria
Prezzi del fornitura dell'energia elettrica <sup>(2)</sup> [€/kWh]	0,083	0,078	0,096

Nota (11) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

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.

Dalle informazioni riportate nella tabella si può desumere che la fornitura dell'elettricità varia il gestore di anno in anno modificando a sua volta il prezzo tariffario medio.

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 riferimento

POD: IT001E00096586	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	51	8	114	9	18	203	719	0,184
Febbraio	88	14	139	14	25	357	1.479	0,324
Marzo	88	14	139	14	26	281	1.110	0,253
Aprile	72	16	126	11	23	249	910	0,273
Maggio	63	14	118	10	21	226	807	0,280
Giugno	46	10	69	8	13	118	609	0,195
Luglio					-	-		-
Agosto	14	3	71	2	9	100	198	0,505
Settembre	53	11	109	8	18	199	678	0,293
Ottobre	57	11	115	9	19	212	738	0,287
Novembre	69	13	128	11	22	243	894	0,271
Dicembre					-	-		-
<b>Totale</b>	<b>600</b>	<b>115</b>	<b>1.128</b>	<b>97</b>	<b>194</b>	<b>2.186</b>	<b>8.142</b>	<b>0,269</b>
POD: IT001E00096586	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]		[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	142	27	271	24	51	511	1.935	0,264
Febbraio	70	13	140	13	24	261	1.008	0,259
Marzo	73	14	147	14	25	272	1.086	0,251
Aprile	27	7	107	7	15	163	593	0,275
Maggio	25	7	107	7	15	162	593	0,273
Giugno	22	7	103	7	14	153	545	0,280
Luglio	25	-	100	6	13	145	496	0,292
Agosto	18	-	88	4	11	121	352	0,344
Settembre	8	-	71	2	8	89	158	0,563
Ottobre	20	6	107	7	14	154	552	0,279
Novembre	31	-	125	9	17	182	755	0,242
Dicembre	41	-	142	12	19	214	937	0,228
<b>Totale</b>	<b>502</b>	<b>82</b>	<b>1.508</b>	<b>112</b>	<b>225</b>	<b>2.426</b>	<b>9.010</b>	<b>0,269</b>
POD: IT001E00096586	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO

## E3 – Scuola Elementare "A. Giannelli"

Anno 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]	
Gennaio	27	-	107	8	14	156	621	0,191
Febbraio	39	-	132	12	18	201	925	0,194
Marzo	-	-	-	-	-	-	-	-
Aprile	-	-	-	-	-	-	-	-
Maggio	77	-	227	17	32	353	1.397	0,502
Giugno	34	-	102	7	14	157	560	0,280
Luglio	11	-	69	2	8	90	164	0,552
Agosto	10	-	68	2	8	88	159	0,468
Settembre	37	-	98	6	14	156	515	0,321
Ottobre	56	-	113	9	18	195	687	0,284
Novembre	80	-	131	11	22	244	897	0,272
Dicembre	64	-	118	9	19	210	750	0,280
<b>Totale</b>	<b>436</b>	<b>-</b>	<b>1.164</b>	<b>83</b>	<b>168</b>	<b>1.851</b>	<b>6.675</b>	<b>0,277</b>

POD: IT001E00096586	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]		[kWh]	[€/kWh]
Cong. Marzo 1	-8	-	11	-2	0	2	-170	-0,012
Cong. Marzo 2	148	-	-	-	15	163	-	-

Nota: per consumo fatturato s'intende quello indicato su ogni bolletta, che potrebbe contenere o meno conguagli anche di altri mesi. I reali consumi mensili (comprensivi dei conguagli posticipati) sono stati presi in considerazione nelle valutazioni energetiche dell'edificio descritte nel Capitolo 5. Dall'analisi risulta che alti costi unitari si hanno in corrispondenza dei mesi estivi in cui si raggiungono i minimi consumi a fronte di un alto costo di servizi di rete.

Nel

grafico

in

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

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

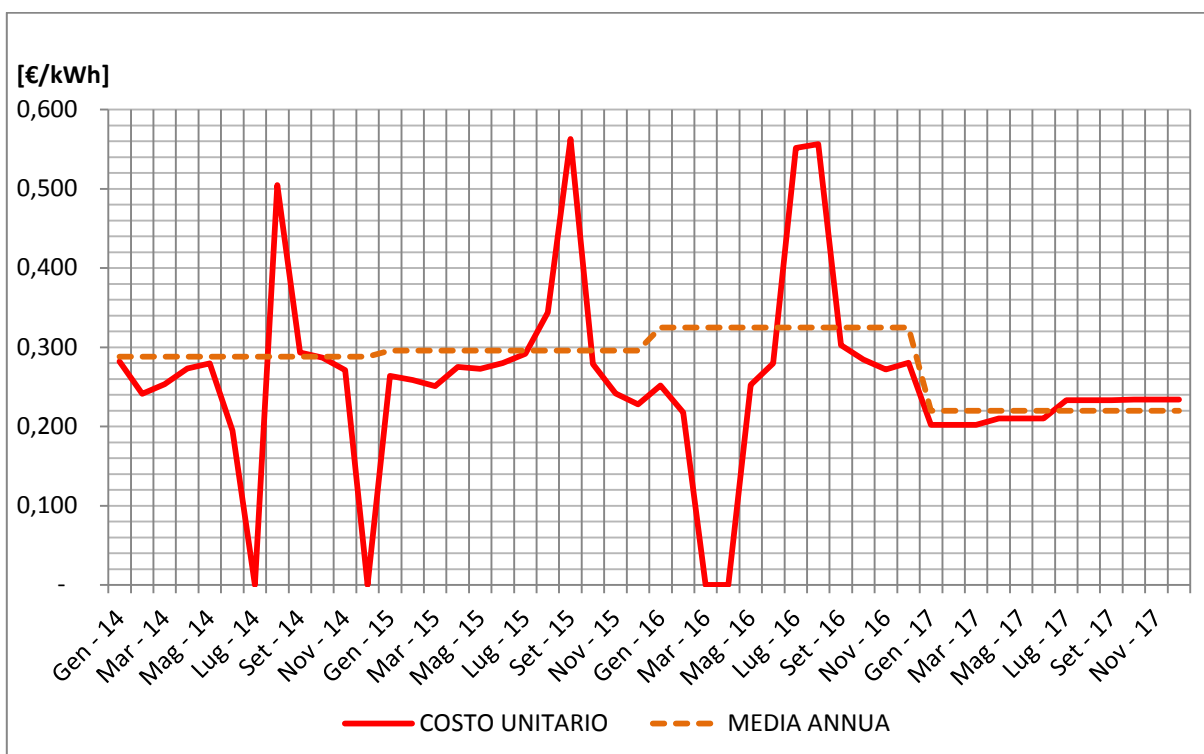
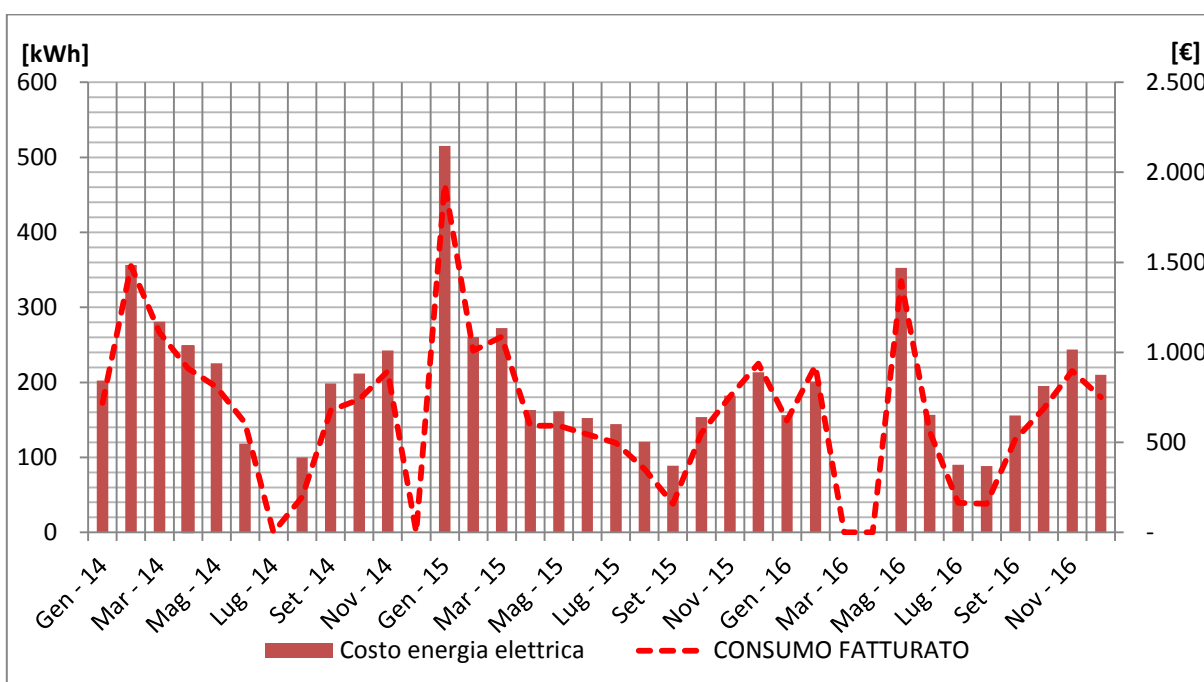


Figura 7.4 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia elettrica



Dall'analisi effettuata risulta evidente che per consumo fatturato s'intende quello indicato su ogni bolletta, che potrebbe contenere o meno conguagli anche di altri mesi. I reali consumi mensili (comprensivi dei conguagli posticipati) sono stati presi in considerazione nelle valutazioni energetiche dell'edificio descritte nel Capitolo 5.

Dall'analisi risulta che alti costi unitari si hanno in corrispondenza dei mesi estivi in cui si raggiungono i minimi consumi a fronte di un alto costo di servizi di rete. Nel primo grafico non sono presenti

alcuni mesi per i quali o non erano presenti delle bollette (nel 2014 e 2015) oppure erano bollette bimestrali (picco mese Maggio 2016)

## 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	-	-	-	8.142	2.186	0,27	2.186
2015	63.521	4.661	0,0734	9.010	2.426	0,27	7.087
2016	49.851	4.398	0,0882	6.675	1.851	0,28	6.249
2017			0,076			0,229	
Media	56.686	4.530	0,081	7.942	2.154	0,27	5.174

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>	0,076 [€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	Cu <sub>EE</sub>	0,229 [€/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:

- L1-042-214: 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.



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-E3. 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 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	$C_{MO}$	2517 [€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	$C_{MS}$	252 [€/anno]

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

Tali servizi prevedono il pagamento di un canone annuale da parte della PA pari a 2.517€.

## 7.4 BASELINE DEI COSTI

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

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

Per la componente energetica vale la seguente formula:

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

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

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

Ne risulta quindi un  $C_E$  pari a 6.667 € e un  $C_{baseline}$  pari a 9.184 €

Figura 7.5 – Confronto tra i costi medi e di baseline

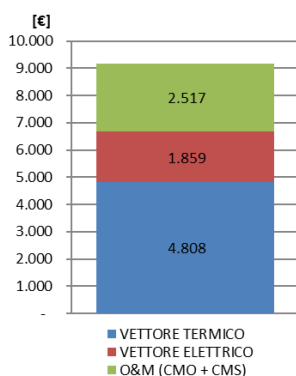
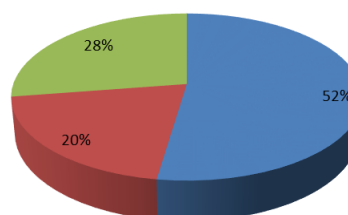


Figura 7.6 – Ripartizione costi di baseline



## 8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

### 8.1 DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI

#### 8.1.1 Involucro edilizio

##### **EEM1: isolamento a cappotto n EPS grigio con graffite sp.12 cm**

###### **Generalità**

La misura prevede di coibentare tutte le pareti dell'edificio mediante la posa del cappotto termico in polistirene EPS grigio con graffite (sp=12cm).

L'efficientamento delle pareti consente di ridurre considerevolmente le dispersioni dell'involucro opaco, portando anche al miglioramento delle condizioni di comfort termico invernale ed estivo di tutti i locali della scuola e della palestra di pertinenza

Figura 8.1 - Particolare della facciata esterna



Le murature a seguito dei lavori risulteranno efficienti sotto l'aspetto energetico e garantiranno una migliore percezione del comfort ambientale all'interno degli ambienti adiacenti. Il cappotto contribuirà inoltre a garantire un miglioramento dell'estetica del fabbricato che a seguito dell'intervento si presenterà con delle facciate completamente rinnovate

###### **Descrizione dei lavori**

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

Durante la posa dovranno essere rispettate alcune condizioni minime:

- la posa in opera dovrà essere effettuata a temperature dell'aria e del supporto comprese tra +5°C e +30°C
- le superfici devono essere pulite ed in caso contrario si dovrà procedere alla rimozione di polvere, sporco, tracce di disarmante, parti sfarinanti ed incoerenti, ecc. mediante lavaggio con acqua pulita a bassa pressione (max 200 bar)
- Verificare la planarità del supporto ed eventualmente livellare con malta d'intonaco o in alternativa con intonaco premiscelato impastato con miscela e acqua in rapporto 1:3. In corrispondenza di sporgenze specifiche, tipo cordoli in cls o elementi di laterizio fuori piombo, asportare le parti in eccesso

Le fasi di posa prevedono:

- FASE 1 Partenza con realizzazione della zoccolatura
- FASE 2 stesura del collante
- FASE 3 posa del pannello isolante

- FASE 4 tassellatura
- FASE 5 esecuzione spigoli ed angoli
- FASE 6 rasatura con rete

### Prestazioni raggiungibili

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

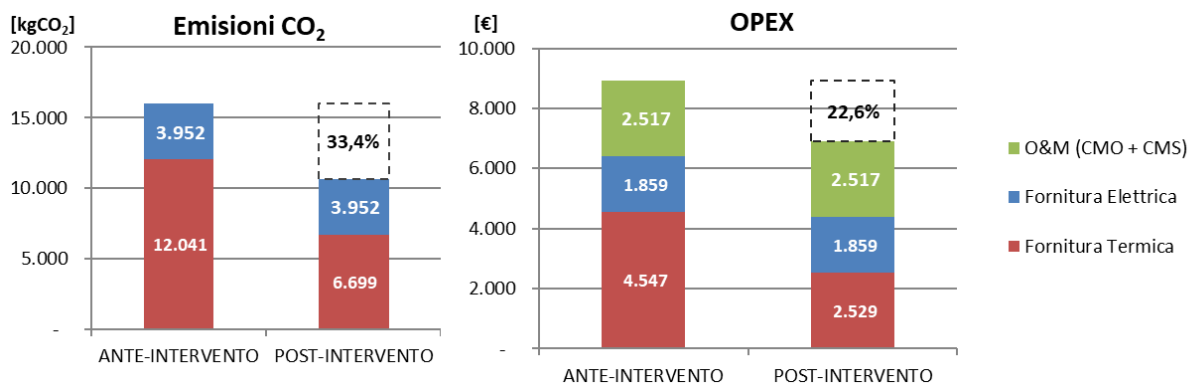
Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – isolamento a cappotto n EPS grigio con graffite sp.12 cm

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM1 [Trasmittanza termica]	[W/m <sup>2</sup> K]	1,3	0,22	<b>83,1%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	62.126	34.561	<b>44,4%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	8.770	8.770	<b>0,0%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	59.611	33.162	<b>44,4%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	8.462	8.462	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	12.041	6.699	<b>44,4%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	3.952	3.952	<b>0,0%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>15.993</b>	<b>10.651</b>	<b>33,4%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	4.547	2.529	<b>44,4%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	1.859	1.859	<b>0,0%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>6.405</b>	<b>4.388</b>	<b>31,5%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	2.266	2.266	<b>0,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	252	252	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>2.517</b>	<b>2.517</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>8.469</b>	<b>6.452</b>	<b>23,8%</b>
Classe energetica	[-]	E	D	+1 classe

Nota (13) 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 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per quello elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,076 [€/kWh] per il vettore termico e : 0,229 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 8.2 – EEM1: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



## **EEM2: Isolamento intradosso copertura con pannelli in lana di roccia sp. 14 cm**

### **Generalità**

La misura prevede di coibentare la copertura dell'edificio dall'intradosso attraverso la rimozione del rivestimento del cartongesso esistente la posa di pannelli in lana di roccia sp.14 cm e rifacimento del rivestimento nuovamente in cartongesso

L'efficientamento delle coperture consente di ridurre considerevolmente le dispersioni dell'involucro opaco, portando anche al miglioramento delle condizioni di comfort termico invernale ed estivo in particolare nei locali riscaldati del sottotetto.

Figura 8.3 - Particolare della struttura di copertura prova di rivestimento in cartongesso



### **Caratteristiche funzionali e tecniche**

La copertura in seguito ai lavori risulterà efficiente sotto l'aspetto energetico e garantiranno una migliore percezione del comfort ambientale all'interno degli ambienti adiacenti, si precisa che il pannello isolante verrà posato in corrispondenza di un'intercapedine esistente senza provocare quindi ribassamenti delle altezze dei locali presenti nel sottotetto.

### **Descrizione dei lavori**

La posa deve essere effettuata da personale tecnico specializzato sia nella posa degli isolanti termici che delle lastre in cartongesso.

### **Prestazioni raggiungibili**

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM2 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.2.

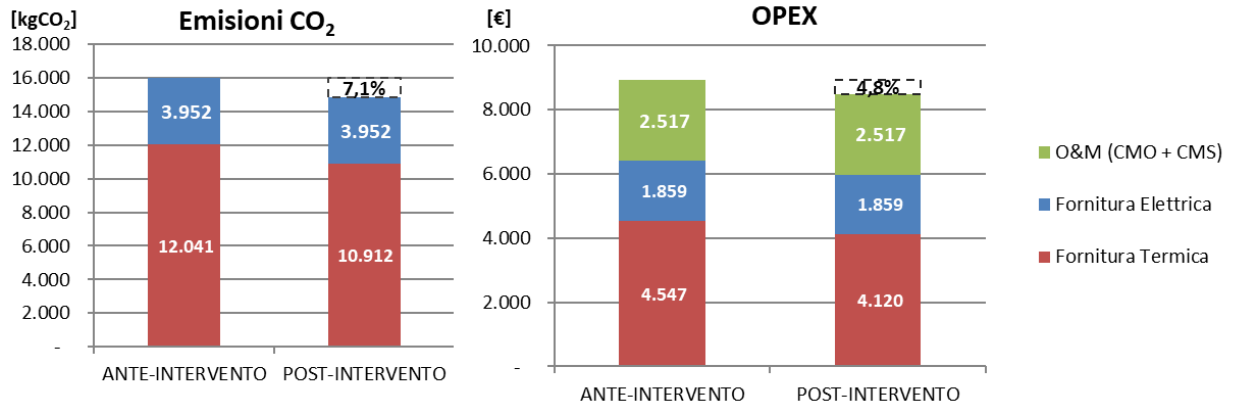
Tabella 8.2– Risultati analisi EEM2 – Isolamento intradosso copertura con pannelli in lana di roccia sp. 14 cm

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM2 Trasmittanza termica	[W/m <sup>2</sup> K]	5,7	2	<b>64,9%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	62.126	56.300	<b>9,4%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	8.770	8.770	<b>0,0%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	59.611	54.021	<b>9,4%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	8.462	8.462	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	12.041	10.912	<b>9,4%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	3.952	3.952	<b>0,0%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>15.993</b>	<b>14.864</b>	<b>7,1%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	4.547	4.120	<b>9,4%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	1.859	1.859	<b>0,0%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>6.405</b>	<b>5.979</b>	<b>6,7%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	2.266	2.266	<b>0,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	252	252	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>2.517</b>	<b>2.517</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>8.469</b>	<b>8.043</b>	<b>5,0%</b>
Classe energetica	[-]	E	E	0 classe

Nota (13) 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 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per quello elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,076 [€/kWh] per il vettore termico e : 0,229 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 8.4– EEM2: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



## 8.1.2 Impianto riscaldamento

### EEM3: Termoregolazione

#### Generalità

Il miglioramento delle prestazioni energetiche del sottosistema di regolazione si può ottenere mediante l'installazione di valvole termostatiche che permettono di regolare la temperatura ambiente all'interno di un edificio.

Raggiungendo poi la temperatura impostata sulla testina essa la mantiene costantemente per tutta la durata di accensione, riducendo gli sprechi di energia e conseguente discomfort degli utenti.

Figura 8.5 - Particolare dei radiatori esistenti



#### Caratteristiche funzionali e tecniche

Il sistema di termoregolazione è composto di tre parti:

- Valvola termostatica: che regola la portata del fluido in entrata nei radiatori,
- Testina: con la sua regolazione consente di gestire la temperatura ambiente,
- Detentore: cordolo che chiude il circuito del fluido del termosifone.

Tali componenti lavorano insieme e regolano la portata dell'acqua calda in ingresso al termosifone, tale da garantire la temperatura ambiente di set-point impostata.

L'intervento prevede l'installazione del sistema completo di ogni sua parte compatibilmente con le caratteristiche dei terminali di emissione.

Tali dispositivi prevedono una sensibilità del 0,5 °C controllando puntualmente la temperatura interna dei singoli ambienti, garantiscono un miglior comfort termico per l'utente e una migliore gestione dell'impianto termico.

#### Descrizione dei lavori

Si prevede l'installazione di n°42 unità, una per ciascun radiatore presente nei diversi locali dell'edificio.

#### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM3 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.2.

Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM3 – Termoregolazione

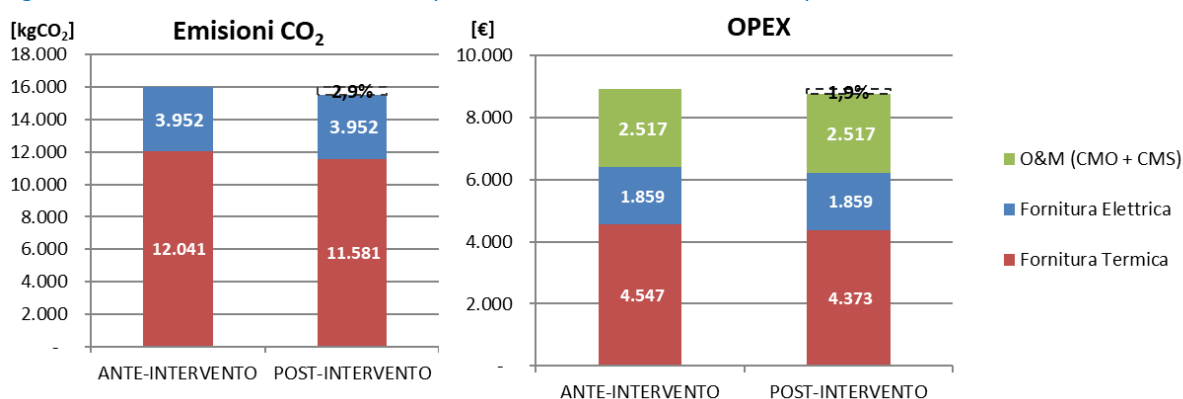
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM4 [Efficienza sottosistema di regolazione]	[%]	96%	99%	-3,1%
$Q_{teorico}$	[kWh]	62.126	59.749	3,8%
$EE_{teorico}$	[kWh]	8.770	8.770	0,0%
$Q_{baseline}$	[kWh]	59.611	57.330	3,8%
$EE_{baseline}$	[kWh]	8.462	8.462	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	12.041	11.581	3,8%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	3.952	3.952	0,0%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>15.993</b>	<b>15.533</b>	<b>2,9%</b>
Fornitura Termica, C <sub>0</sub>	[€]	4.547	4.373	3,8%

Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	1.859	1.859	0,0%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>6.405</b>	<b>6.231</b>	<b>2,7%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	2.266	2.266	0,0%
C <sub>MS</sub>	[€]	252	252	0,0%
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	2.517	2.517	0,0%
OPEX	[€]	8.469	8.295	2,1%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classe

Nota (13) 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 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per quello elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,076 [€/kWh] per il vettore termico e : 0,229 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 8.6 – EEM4: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



### EEM5: Efficiamento generatore di calore

#### Generalità

Il miglioramento delle prestazioni energetiche del sottosistema di generazione si può ottenere mediante la sostituzione del generatore attuale, ormai obsoleto, con un generatore più efficiente. Si propone, pertanto, la rimozione dell'attuale caldaia e l'installazione di una caldaia a gas metano a condensazione con elevata efficienza. Nella fase degli scenari tale intervento viene applicato già con misure "to be Lean". In particolar modo le strategie in "to be Clean" così create sono impostate in previsione degli scenari a 15 e 25 anni perché includono nella fase "to be Lean" opportunità d'intervento differenti in funzione dei loro tempi di ritorno. Si è ipotizzata una riduzione del 50% dei costi di manutenzioni dovuti alla ridotta necessità di ricorrere alla sostituzione delle componenti su un nuovo generatore ipotizzando anche di usufruire, per i primi anni, della garanzia sul prodotto.

#### Caratteristiche funzionali e tecniche

La sostituzione dell'attuale generatore di calore di tipo tradizionale con un nuovo generatore a condensazione di pari potenza che permette di ottenere valori di efficienza più elevati, riducendo il consumo di gas metano in ingresso al sottosistema di generazione e ottimizzarne la conversione in energia termica.

La caldaia a gas installata ha una potenza nominale al focolare di 235 kW che risultano sovradimensionati data la volumetria dello stabile ed in base alla diagnosi energetica prodotta. In questa fase viene sostituita con una di pari potenza rimandando negli scenari a 15 e 25 anni l'installazione di un generatore con potenza inferiore, tenendo in considerazione la potenza



complessiva dei terminali di emissione e il fattore di ripresa dell'edificio.

### Descrizione dei lavori

L'intervento proposto prevede le seguenti operazioni:

- smantellamento del vecchio generatore a gas;
- installazione nuovo generatore a condensazione alimentato a gas metano e del bruciatore;
- rifacimento tubazioni in centrale termica e coibentazione delle stesse;
- adeguamento impianto di distribuzione gas internamente alla Centrale Termica;
- intubamento della canna fumaria con condotto di evacuazione fumi in pressione;
- Adeguamento quadro elettrico di alimentazione ed impianto interno della centrale termica;
- Installazione del sistema di programmazione settimanale.

Figura 8.7 - Particolare del generatore di calore attuale



### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM5 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.2.

Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM5- Efficiamento generatore di calore

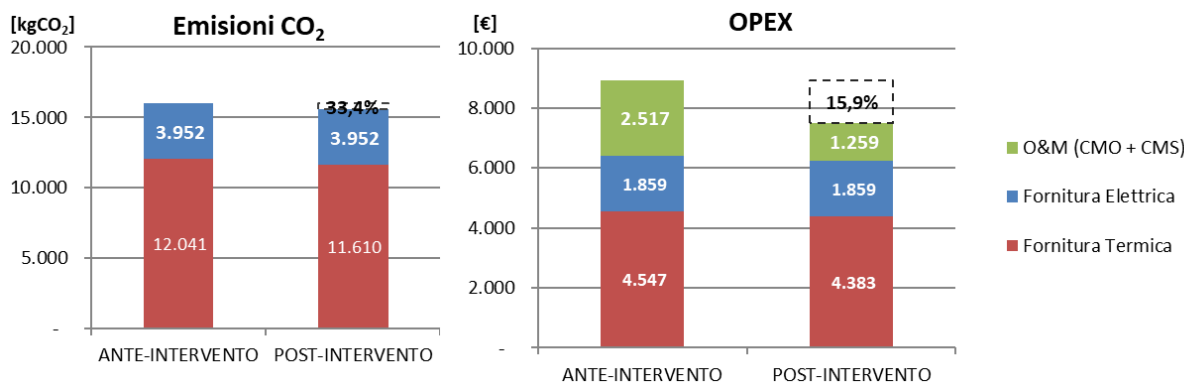
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Rendimento caldaia a condensazione	[%]	93,9%	97,2%	<b>3,26%</b>
$Q_{teorico}$	[kWh]	62.126	59.898	<b>3,6%</b>
$EE_{teorico}$	[kWh]	8.770	8.770	<b>0,0%</b>
$Q_{baseline}$	[kWh]	59.611	57.473	<b>3,6%</b>
$EE_{Baseline}$	[kWh]	8.462	8.462	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	12.041	11.610	<b>3,6%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	3.952	3.952	<b>0,0%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>15.993</b>	<b>15.562</b>	<b>2,7%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	4.547	4.383	<b>3,6%</b>
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	1.859	1.859	<b>0,0%</b>
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>6.405</b>	<b>6.242</b>	<b>2,5%</b>
$C_{MO}$	[€]	2.266	1.133	<b>50,0%</b>
$C_{MS}$	[€]	252	126	<b>50,0%</b>
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	<b>2.517</b>	<b>1.259</b>	<b>50,0%</b>
OPEX	[€]	<b>8.469</b>	<b>7.274</b>	<b>14,1%</b>
Classe energetica	[-]	C	C	+0 classe

Nota (13) 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 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per quello elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,076 [€/kWh] per il vettore termico e : 0,229 [€/kWh] per il vettore elettrico



Figura 8.8 – EEM5: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



### 8.1.3 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico

#### **EEM4: Efficientamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED**

##### **Generalità**

Il miglioramento delle prestazioni energetiche del sistema di illuminazione si può ottenere mediante la sostituzione degli attuali corpi illuminanti con un sistema di illuminazione a LED.

##### **Caratteristiche funzionali e tecniche**

L'attuale sistema di illuminazione è costituito da tubi al neon con potenza di 36 W. Si propone di efficientare tale sistema mediante l'installazione di lampade tubolari a LED in tutti i locali della struttura.

Le nuove lampade a LED, di potenza di 22 W garantiscono prestazioni ed efficienza più elevate, oltre che una migliore qualità del livello di illuminamento.

Le lampade a LED rispetto alle attuali lampade a fluorescenza garantiscono maggiore durata di vita, un maggior flusso luminoso a parità di potenza elettrica assorbita, minor calore sviluppato e accensione a freddo.

##### **Descrizione dei lavori**

Il criterio principale da seguire per la sostituzione di apparecchi illuminanti a tubi fluorescenti esistenti con apparecchi a LED è quello di utilizzare solo apparecchi a LED con le medesime caratteristiche illuminotecniche e di ingombro degli apparecchi illuminanti esistenti, in modo da non modificare la distribuzione dei corpi illuminanti dettata dai calcoli illuminotecnici di progetto né essere costretti a modificare le strutture interne.

Figura 8.9 - Particolare di una lampada fluorescente attualmente installata



##### **Prestazioni raggiungibili**

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM4 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.2.

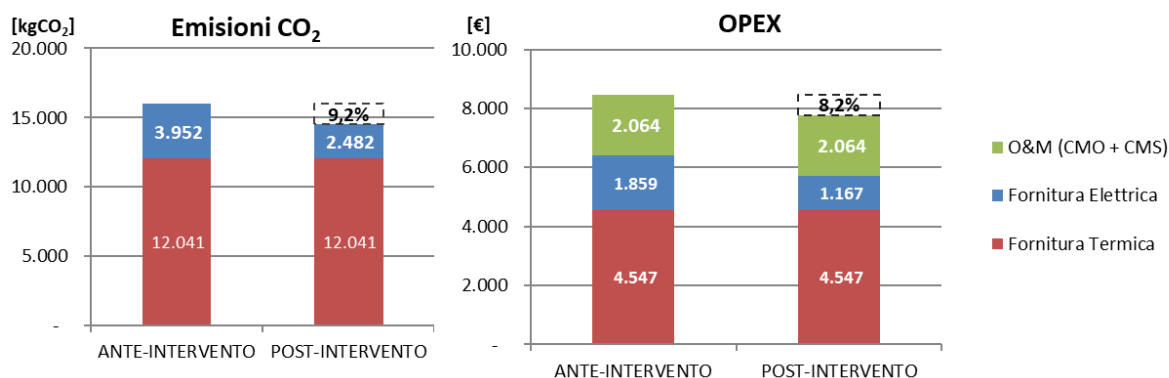
Tabella 8.5 – Risultati analisi EEM4 – Efficientamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM4	[-]	[-]	[-]	[-]
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	62.126	62.126	0,0%
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	8.770	5.508	37,2%
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	59.611	59.611	0,0%
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	8.462	5.315	37,2%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	12.041	12.041	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	3.952	2.482	37,2%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>15.993</b>	<b>14.523</b>	<b>9,2%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	4.547	4.547	0,0%
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	1.859	1.167	37,2%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>6.405</b>	<b>5.714</b>	<b>10,8%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	2.266	2.266	0,0%
C <sub>MS</sub>	[€]	252	252	0,0%
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	2.517	2.517	0,0%
OPEX	[€]	8.469	7.778	8,2%
Classe energetica	[-]	E	D	+1 classe

Nota (13) 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 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per quello elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,076 [€/kWh] per il vettore termico e : 0,229 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 8.10 – EEM4: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



## 9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

Le analisi economiche per determinare il valore degli interventi sono state effettuate attraverso la redazione di computi metrici utilizzando i prezzi unitari riportati nel Prezzario Opere Pubbliche della Regione Liguria.

Nel caso in cui il Prezzario Regione Liguria fosse stato sprovvisto delle voci necessarie si è fatto riferimento a prezzi unitari riportati all'interno di altri prezzari regionali o camerali di regioni o province limitrofe. Le fonti alternative utilizzate sono state: Prezziario Regionale Piemonte, Milano.

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

#### **EEM1: isolamento a cappotto in EPS grigio con graffite sp. 12 cm**

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella coibentazione delle pareti esterne dell'edificio mediante la posa del cappotto termico in polistirene EPS grigio con graffite (sp=12cm).

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati come di seguito descritto:

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 100 €/m<sup>2</sup> e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.1 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1: isolamento a cappotto in EPS grigio con graffite sp. 12 cm

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[€]	[€]
Pannello in polietilene espanso sintetizzato (EPS), esenti da CFC o HCFC densità compresa tra ..... mc euroclasse di resistenza al fuoco, marchiatura CE lambda pari a 0,033 W/mK, per isolamento termico di pareti e solai	Prezzario Regione Liguria	8454	m2cm	€ 0,64	€ 5.379,82	22%	€ 6.563,38
Solo posa si isolamento termico-acustico su superfici verticali eseguito con pannelli isolanti..... Compreso il fissaggio con chiodi di materiale plastico e la sigilatura dei giunti ..	Prezzario Regione Liguria	704,5	m2	€ 9,84	€ 6.929,72	22%	€ 8.454,26
Malta premiscelata Rivestimento minerale per rasature armate /cappotto termico idr/m2orepellente, impermeabile e traspirante in sacchi . Resa per mano 1,8 kg.	Prezzario Regione Liguria	704,5	kg	€ 0,75	€ 525,17	22%	€ 640,71
Collante cementizio per murature in cemento cellulare espanso.	Prezzario Regione Liguria	352,25	kg	€ 0,45	€ 156,91	22%	€ 191,43
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.	Prezzario Regione Liguria	704,5	m2	€ 12,98	€ 9.145,69	22%	€ 11.157,74

Scrostamento intonaco fino al vivo della muratura, esterno, su muratura di mattoni o calcestruzzo	Prezzario Regione Liguria	704,5	m2	€ 6,60	€ 4.649,70	22%	€ 5.672,63
Intonaco esterno in malta a base di calce idraulica strato aggrappante a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 (EN459-1) e sabbie calcaree classificate, spessore 5 mm circa.	Prezzario Regione Liguria	704,5	m2	€ 4,37	€ 3.080,59	22%	€ 3.758,32
Rasatura armata con malta preconfezionata a base minerale eseguita a due riprese fresco su fresco rifinita a frattazzo, con interposta rete in fibra di vetro o in poliestere compresa pulizia e preparazione del supporto con una mano di apposito primer, per rivestimento di intere campiture con rete in fibra di vetro 4x4 da 150 gr/mq, spessore totale circa mm 4.	Prezzario Regione Liguria	704,5	m2	€ 21,63	€ 15.236,41	22%	€ 18.588,42
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 1.353,12	22%	€ 1.650,81
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 3.157,28	22%	€ 3.851,88
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>					<b>€ 49.614</b>	<b>22%</b>	<b>€ 60.530</b>
<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico ]</b>						<b>€ 24.211,83</b>
<b>Durata incentivi</b>							<b>5</b>
<b>Incentivo annuo</b>							<b>€ 4.842,37</b>

### **EEM2: Isolamento intradosso copertura con pannelli in lana di roccia sp. 14 cm**

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella coibentazione delle pareti esterne dell'edificio mediante la posa del cappotto termico in polistirene EPS grigio con grafite (sp=12cm).

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati come di seguito descritto:

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 200 €/m<sup>2</sup> e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.2 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%

**Tabella 9.2 – Analisi dei costi della EEM2: isolamento intradosso copertura con pannelli in lana di roccia sp.14 cm**

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[€]	[€]
Demolizione di controsoffitti, compresa la rimozione delle orditure di sostegno in cartongesso, in pannelli modulari di fibrogesso e simili, in doghe metalliche, in canniccio.	Prezzario Regione Liguria	250,03	m2	€ 19,14	€ 4.784,67	22%	€ 5.837,29
Solo posa di isolamento termico-acustico su superfici orizzontali (coperture e simili) eseguito con pannelli isolanti di spessore fino a cm 10, posti in opera mediante fissaggio con chiodi di materiale plastico compresa la sigillatura dei giunti con nastro adesivo plastificato.	Prezzario Regione Liguria	250,03	m2	€ 4,13	€ 1.031,94	22%	€ 1.258,97
Pannelli in lana di roccia per isolamenti termoacustici di densità di 40 kg/m <sup>3</sup> e lamda pari a 0,035 W/mK; trattata con resine termoindurenti, euroclasse A1 spessore mm 140	Prezzario regione Piemonte	250,03	m2	€ 11,15	€ 2.786,70	22%	€ 3.399,77
Solo posa controsoffitti, per	Prezzario Regione	250,03	m2	€ 45,51	€ 11.378,64	22%	€ 13.881,94

superfici piane, compresa la fornitura e la posa della struttura metallica di sospensione, la sigillatura dei giunti con garza e successiva rasatura, REI 120, di lastre di gesso protetto o fibrogesso, con o senza materassino isolante.	Liguria						
Lastre di gesso, rivestite, classe di reazione al fuoco A2-s1,d0 (B) spessore 12.5 mm.	Prezzario Regione Liguria	250,03	m2	€ 8,52	€ 2.129,80	22%	€ 2.598,36
Tinteggiatura di superfici murarie interne, idropittura lavabile traspirante per interni (prime due mani)	Prezzario Regione Liguria	250,03	m2	€ 5,70	€ 1.425,17	22%	€ 1.738,71
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	6,25075	m2	€ 19,25	€ 120,30	22%	€ 146,76
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 566,18	22%	€ 690,74
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 1.321,08	22%	€ 1.611,72
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>					<b>€ 20.760</b>	<b>22%</b>	<b>€ 25.327</b>
Incentivi	[Conto termico ]						<b>€ 10.131</b>
Durata incentivi							<b>5</b>
Incentivo annuo							<b>€ 2.026</b>

### **EEM3: installazione di sistemi di termoregolazione**

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 3 , si ipotizza di realizzare un sistema di termoregolazione all'interno e per tutto l'edificio.

Tale intervento, se considerato da solo, non consente l'ottenimento di nessun incentivo del Conto Termico. È però un'azione obbligatoria ed un costo ammissibile per accedere agli incentivi della sostituzione del generatore. Si rimanda la descrizione all'intervento corrispondente.

Tabella 9.3 – Analisi dei costi della EEM1: installazione di sistemi di termoregolazione

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[€]	[€]
Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 20 mm	Prezzario Regione Liguria	42	cad	€ 37,61	€ 1.579,58	22%	€ 1.927,09
Detentori in bronzo per tubi del diametro di: 20 mm a squadra	Prezzario Regione Liguria	42	cad	€ 9,20	€ 386,40	22%	€ 471,41
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	28	h	€ 28,98	€ 811,49	22%	€ 990,02
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 83,32	22%	€ 101,66
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 194,42	22%	€ 237,20
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>					<b>€ 3.055</b>	<b>22%</b>	<b>€ 3.727</b>
Incentivi	[Conto termico ]						
Durata incentivi							<b>5</b>
Incentivo annuo							<b>0</b>

### **EEM4: Installazione di sistemi di illuminazione a LED**

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 4, si ipotizza di sostituire i corpi illuminanti (lampade e plafoniere) di tutti gli elementi dell'edificio.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati come di seguito descritto:

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 35 €/m<sup>2</sup> e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 70.000 €. Nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** 4 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%.

Tabella 9.4 – Analisi dei costi della EEM4: installazione di sistemi di illuminazione a LED

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[€]	[€]
Rimozione e smaltimento di corpo illuminante	Milano	167	cad	€ 5,21	€ 869,92	22%	€ 1.061,30
Plafoniera a tenuta stagna per installazione diretta a parete o a soffitto - monolampada led 4000K 2800 lm potenza 13 W - lunghezza 690 mm	Milano	6	cad	€ 89,96	€ 539,78	22%	€ 658,53
Lampade lineari a LED non dimmerabili 9 - 10W con durata >= 40000 h	Prezzario Regione Piemonte	6	cad	€ 26,10	€ 156,60	22%	€ 191,05
Plafoniera a tenuta stagna per installazione diretta a parete o a soffitto - monolampada led 4000K 2800 lm potenza 22 W - lunghezza 1300 mm	Milano	161	cad	€ 111,92	€ 18.018,83	22%	€ 21.982,97
Lampade lineari a LED non dimmerabili 19-20W con durata >= 40000 h	Prezzario Regione Piemonte	161	cad	€ 39,12	€ 6.298,03	22%	€ 7.683,59
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 776,49	22%	€ 947,32
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 1.811,82	22%	€ 2.210,42
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> - EEM1)</b>					<b>€ 28.471</b>	<b>22%</b>	<b>€ 34.735</b>
Incentivi	[Conto termico]						€ 13.894,08
Durata incentivi							5
Incentivo annuo							€ 2.778,82

### EEM5: Installazione di un nuovo generatore di calore

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 5, si ipotizza di realizzare una sostituzione del generatore esistente e tradizionale con una caldaia a condensazione più efficiente.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati come di seguito descritto:

La tabella 8 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 130 €/kWt e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 40.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache di tipologia 1.A la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.5 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%.

Tabella 9.5 – Analisi dei costi della EEM5: installazione di nuovo generatore di calore

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[€]	[€]
Caldaie a condensazione a basamento, corpo in lega di alluminio-silicio-magnesio con scambiatore primario a basso contenuto d'acqua, classe 5 NOx, rendimento energetico a 4 stelle in base alle direttive europee, bruciatore modulante con testata metallica ad irraggiamento,	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 8.107,50	€ 8.107,50	22%	€ 9.891,15

compreso il pannello di comando montato sul mantello di rivestimento, della potenza termica nominale di: 150 Kw circa											
Sistema fumario prefabbricato a sezione circolare, con giunti maschio-femmina con profilo conico a elementi modulari a doppia parete acciaio inox (parete interna AISI316L e parete esterna AISI304), coibentazione 25mm in lana di roccia pressata, senza guarnizioni di tenuta Coppa di scarico condensa Ø 250 mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	211,60	€	211,60	22%	€	258,15	
Sola posa in opera di bruciatore per caldaie, compresi la lavorazione della piastra di collegamento alla caldaia, la sola posa della rampa gas e del dispositivo di controllo tenuta valvola, i collegamenti elettrici, i collegamenti alla tubazione del combustibile a metano o gasolio: per generatori di calore da 101 Kw a 350 Kw	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	357,07	€	357,07	22%	€	435,63	
Accessori per caldaie a condensazione: Tubi Ø 80mm della lunghezza 1 m	Prezzario Regione Liguria	8	cad	€	19,21	€	153,67	22%	€	187,48	
Accessori per caldaie a condensazione: Kit scarichi separati per tubi Ø 80mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	25,87	€	25,87	22%	€	31,56	
Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: sonde in genere	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	109,64	€	109,64	22%	€	133,76	
Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: interruttore orologio da inserire in quadro elettrico	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	27,01	€	27,01	22%	€	32,95	
Interruttore orario digitale modulare per la programmazione settimanale a due canali	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	133,40	€	133,40	22%	€	162,75	
Sonde di temperatura e umidità: sola temperatura, per impianti civili e industriali per esterno	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	69,52	€	69,52	22%	€	84,81	
Opere edili Operaio Qualificato	Prezzario Regione Liguria	7	h	€	31,28	€	218,97	22%	€	267,15	
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	20	h	€	28,98	€	579,64	22%	€	707,16	
Trasporto a scarica o a centro di riciclaggio di materiali di risulta provenienti da scavi e/o demolizioni, misurato su autocarro in partenza, esclusi gli eventuali oneri di scarica o smaltimento, eseguito con piccolo mezzo di trasporto con capacità di carico fino a 3 t. per ogni chilometro del tratto oltre i primi 5 km e fino al decimo km.	Prezzario Regione Liguria	50	m³km	€	4,29	€	214,55	22%	€	261,75	
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€	415,55	22%		€	506,97
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€	969,61	22%		€	1.182,93
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM5)</b>						<b>€</b>	<b>15.237</b>	<b>22%</b>		<b>€</b>	<b>18.589</b>
<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>									<b>€</b>	<b>7.435,55</b>
<b>Durata incentivi</b>											<b>5</b>
<b>Incentivo annuo</b>										<b>€</b>	<b>1.487,11</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, l'I<sub>0</sub>, 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 a cappotto in EPS grigio con graffite sp. 12 cm**

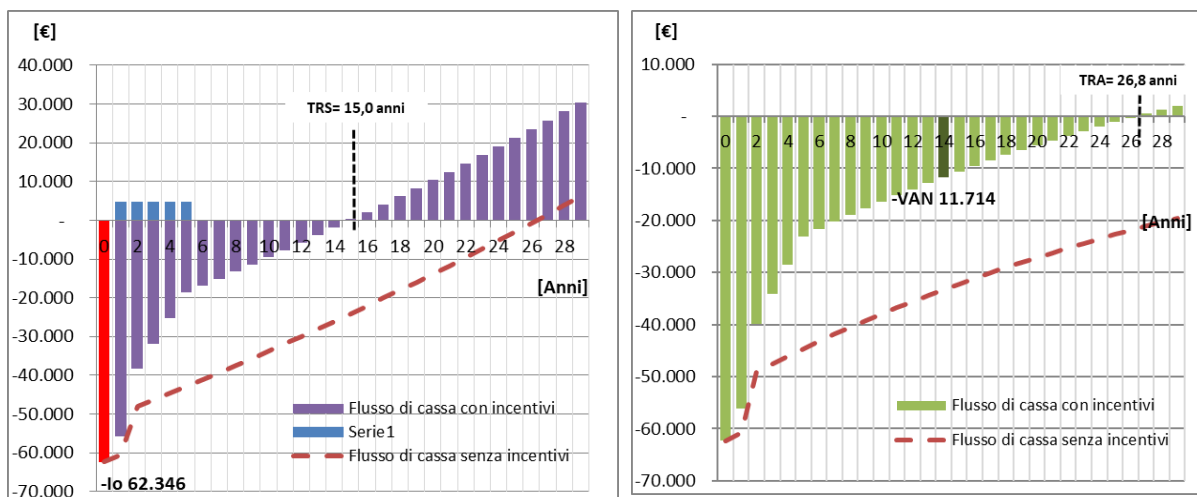
L'analisi di convenienza effettuata per la EEM 1 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

Tabella 9.6 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1– isolamento a cappotto in EPS grigio con graffite sp. 12 cm

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	I <sub>0</sub>	€	60.530
Oneri Finanziari %I <sub>0</sub>	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n <sub>IVA</sub>	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	4.842
Durata incentivo	n <sub>B</sub>	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	26,3	15,0
Tempo di rientro attualizzato	TRA	43,7	26,8
Valore attuale netto	VAN	-19.560	1.997
Tasso interno di rendimento	TIR	0,7%	4,4%
Indice di profitto	IP	-0,32	0,03

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 che l'intervento di cappottatura delle facciate verticali esterne ha un TRS di 15 anni considerando di ottenere l'incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi. pertanto tale intervento può essere preso in considerazione su scenari di medio/lungo periodo. Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno risulta essere troppo alto anche prendendo in considerazione scenari su lungo periodo in quanto il TRS è di 26,3 anni.

### EEM2: Isolamento intradosso copertura con pannelli in lana di roccia sp. 14 cm

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

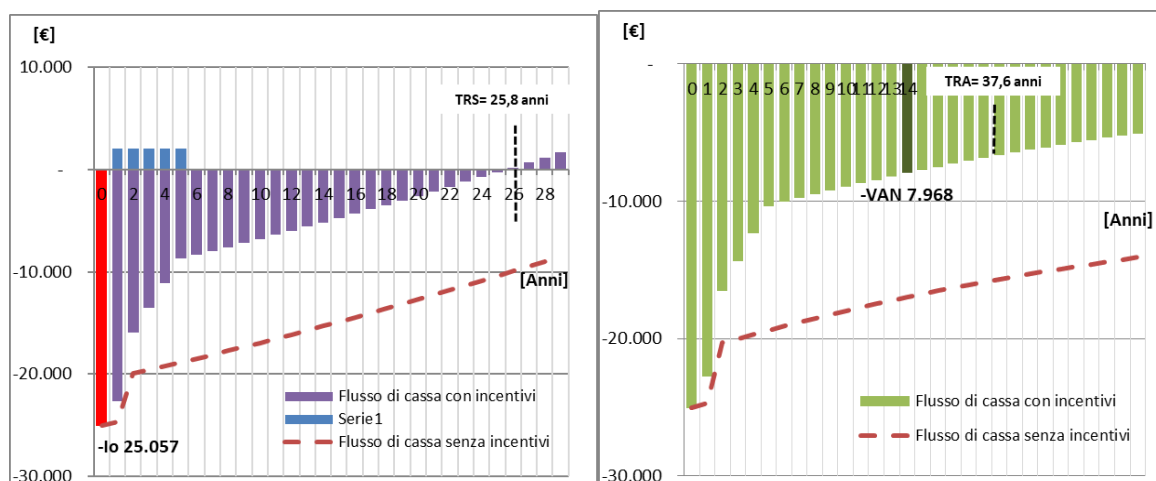
Tabella 9.7 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM2– isolamento intradosso copertura con pannelli in lana di roccia sp. 14 cm

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	$I_0$	€ 24.327	
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 2.026	
Durata incentivo	$n_B$	anni 5	
Tasso di attualizzazione	i	[%] 3,5%	
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI	
Tempo di rientro semplice	TRS	45,4	25,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	68,5	37,6
Valore attuale netto	VAN	-14.091	-5.071
Tasso interno di rendimento	TIR	-3,0%	0,8%
Indice di profitto	IP	-0,58	-0,21

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

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 è emerso che l'intervento di coibentazione dell'intradosso della copertura ha un TRS di 25,8 anni considerando di ottenere l'incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi, pertanto tale intervento non risulta particolarmente conveniente considerando soltanto gli aspetti energetici anche su lunghi periodi

### **EEM3: Termoregolazione**

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

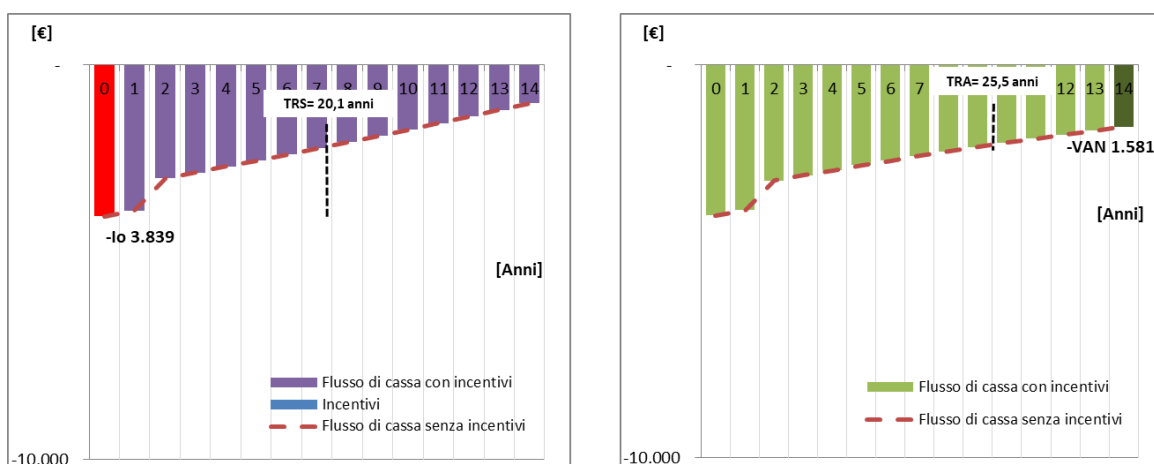
Tabella 9.8 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM3– Installazione di sistemi di termoregolazione

PARMETRO FINANZIARIO	U. M.	VALORE	
Investimento Iniziale	$I_0$	€	3.727
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	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	20,1	20,1
Tempo di rientro attualizzato	TRA	25,5	25,5
Valore attuale netto	VAN	-1.581	-1.581
Tasso interno di rendimento	TIR	-4,3%	-4,3%
Indice di profitto	IP	-0,42	-0,42

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

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 è emerso che l'intervento di installazione di sistemi di termoregolazione quali valvole termostatiche ha un TRS di 20,1 anni senza considerare incentivi in quanto se realizzato da solo non consente di ottenerne. La sola installazione delle valvole non è quindi di per se particolarmente significativa, tuttavia tale intervento è necessario per l'aumento delle percentuali di sovvenzione previste del conto termico laddove si preveda la sostituzione del generatore o la sostituzione degli infissi

#### **EEM4: Installazione di sistemi di illuminazione a LED**

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

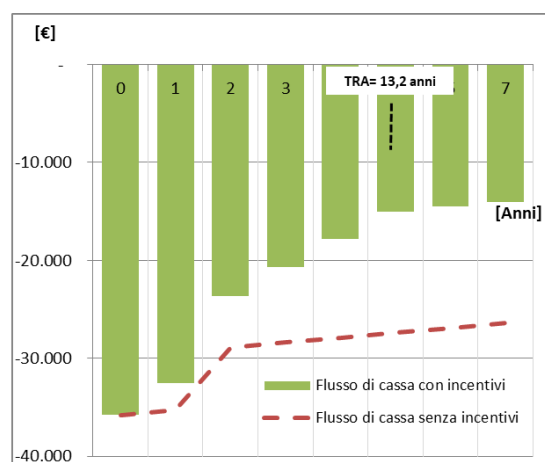
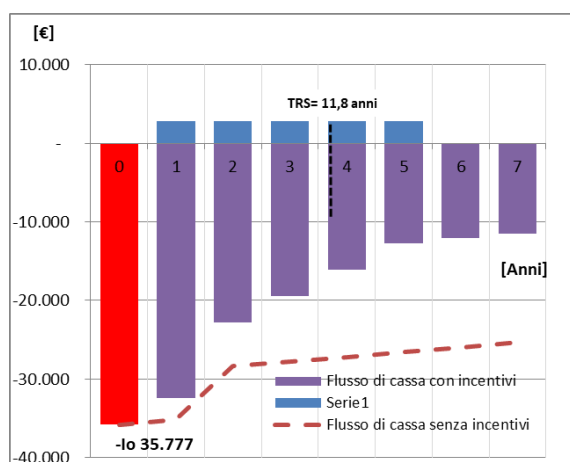
Tabella 9.9 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM4– Installazione di sistemi di illuminazione a LED

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	$I_0$	€ 34.735	
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	3,0%	
Aliquota IVA	%IVA	22,0%	
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	3 anni	
Vita utile	n	8 anni	
Incentivo annuo	B	€/anno 2.779	
Durata incentivo	$n_B$	5 anni	
Tasso di attualizzazione	i	3,5%	
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI	
Tempo di rientro semplice	TRS	27,5	11,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	30,6	13,2
Valore attuale netto	VAN	- 26.423	- 14.052
Tasso interno di rendimento	TIR	-30,3%	-11,8%
Indice di profitto	IP	-0,76	-0,40

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

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 che l'intervento di sostituzione dei sistemi di illuminazione esistenti con nuovi a LED ha un TRS di 11,8 anni considerando di ottenere l'incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi. pertanto tale intervento può essere preso in considerazione su scenari di medio periodo. Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno risulta essere troppo alto anche prendendo in considerazione scenari su lungo periodo in quanto il TRS è di 27 anni. Tuttavia è necessario valutare il fatto che la vita utile di tali sistemi è di circa 8 anni e pertanto dovrebbe essere prevista una loro sostituzione su periodi superiori, in questo caso gli interventi potrebbero non essere più convenienti come è dimostrato dal valore del VAN negativo

#### **EEM5: Efficientamento generatore di calore**

L'analisi di convenienza effettuata per la EEM 5 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

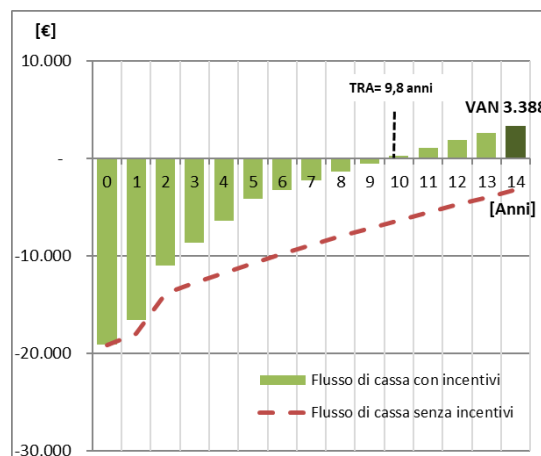
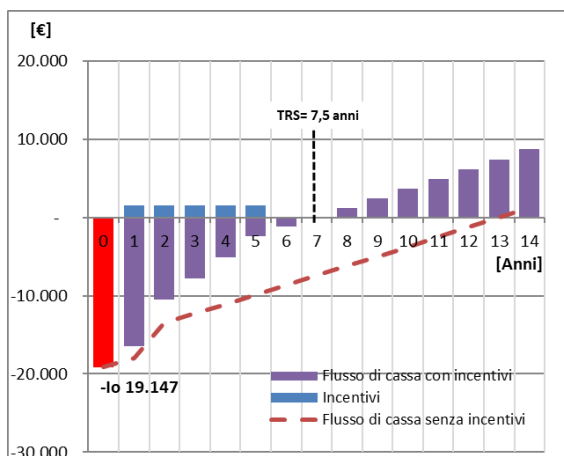
Tabella 9.10 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM5– Installazione di un nuovo generatore di calore

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	$I_0$	€ 18.589	
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 1.487	
Durata incentivo	$n_B$	anni 5	
Tasso di attualizzazione	i	[%] 3,5%	
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI	
Tempo di rientro semplice	TRS	13,1	7,5
Tempo di rientro attualizzato	TRA	18,0	9,8
Valore attuale netto	VAN	- 3.233	3.388
Tasso interno di rendimento	TIR	1,0%	7,5%
Indice di profitto	IP	-0,17	0,18

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

Figura 9.9 –EEM5: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

Figura 9.10 – EEM5: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento sostituzione del generatore a seguito degli interventi "to be lean" ha un TRS di 7,5 anni considerando di ottenere l'incentivo previsto dal Conto Termico pari al 55% dei costi, previsto nel caso di interventi aggregati con altri che prevedono l'efficientamento energetico dell'involucro, tale intervento può, quindi, essere preso in considerazione anche su scenari di breve periodo. Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno è comunque ancora sostenibile su medi periodi in quanto il TRS è di 13,1 anni. Si precisa che negli scenari l'intervento sarà costituito dell'unione di altri con tempi di ritorno maggiori la sua sostenibilità va comunque valutata nell'ambito dello scenario di riferimento.

### Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle Tabella 9. e Dall'analisi dei risultati emerge che senza incentivi solo la sostituzione generatore è sostenibile sul medio/breve periodo, tutti gli altri interventi nell'ambito della categoria "to be clean" hanno tempi di ritorno semplice superiori ai 20 anni

Tabella 9.12.

Tabella 9.12 – 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]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	30,9	32,9	2017,2	0	0	-60530	26,3	43,7	-19560 $\leq$ 0	0,7	-0,32
EEM 2	6,5	6,9	426,4	0	0	-24327	45,4	68,5	-14091 $\leq$ 0	-3,0	-0,58
EEM 3	2,7	2,8	173,9	0	0	-3727	20,1	25,5	-1581 $\leq$ 0	-4,3	-0,42
EEM 4	10,8	9,2	691	0	0	-34.735	27,5	30,6	-	-30,3	-0,76
EEM 5	3,7	3,7	24,4	1.133	126	-13700	13,1	18	-3.233 $<$ 0	1	0,17
SCN 25anni	37,4	39,5	1870*	929*	103*	-79.697	26	38,2	-	-0,4	-0,36
SCN 15 anni	8,2	8,5	409*	929*	103*	-19.168	13,2	18,2	-3.449	0,9	-0,18

\*secondo il documento di F.A.Q. quesito 35 nelle analisi economiche e finanziarie degli scenari i risparmi economici sono considerati al netto dell'IVA

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;

- $\Delta_{CMO}$  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;
- $\Delta_{CMS}$  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 senza incentivi solo la sostituzione generatore è sostenibile sul medio/breve periodo, tutti gli altri interventi nell'ambito della categoria "to be clean" hanno tempi di ritorno semplice superiori ai 20 anni

Tabella 9.12 – 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]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	30,9	32,9	2017,2	0	0	-60530	15	26,8	1997 $\geq$ 0	4,4	0,03
EEM 2	6,5	6,9	426,4	0	0	-24327	25,8	37,6	5071 $\geq$ 0	0,8	-0,21
EEM 3	2,7	2,8	173,9	0	0	-3727	20,1	25,5	-1581 $\leq$ 0	-4,3	-0,42
EEM 4	10,8	9,2	691	0	0	-34.735	11,8	13,2	-14.052	-11,8	-0,4
EEM 5	3,7	3,7	24,4	1.133	126	-13700	7,5	9,8	3.388 $>$ 0	7,5	0,18
SCN 25anni	37,4	39,5	1870*	929*	103*	-79.697	10,8	17,7	8.729 $\geq$ 0	5,7	0,11
SCN 15 anni	8,2	8,5	409*	929*	103*	-19.168	7,6	9,9	3.377 $<$ 0	7,4	0,18

\*secondo il documento di F.A.Q. quesito 35 nelle analisi economiche e finanziarie degli scenari i risparmi economici sono considerati al netto dell'IVA

Dall'analisi dei risultati emerge che grazie agli incentivi previsti dal Conto Termico del D.M. del 16 febbraio 2016 tutti gli interventi simulati a parte quello riguardante la coibentazione delle coperture raggiungono dei tempi di ritorno semplici inferiori ai 15 anni. In queste condizioni sono pertanto ipotizzabili aggregazioni di interventi sostenibili economicamente sia se venissero finanziati direttamente dal Comune di Genova sia attraverso il coinvolgimento di ESCo con FTT. Si segnala inoltre che interventi aggregati sull'intero sistema edificio impianti consentono di aumentare la percentuale di contribuzione relativa al meccanismo incentivante del Conto Termico, migliorando ulteriormente la sostenibilità economica.

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

A seguito dell'analisi delle singole misure di efficienza energetica è stato possibile la definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposti, di cui sia stata accertata la fattibilità tecnica ed economica, che consentano un miglioramento del parametro 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 verificato un tempo di ritorno semplice, TRS  $\leq$  15 anni;
- Scenario ottimale 2, (SCN2), per il quale è 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*) abbinata 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 sono quindi individuati i seguenti scenari, che forniscano i maggiori vantaggi in termini di riduzione dei costi e consumi energetici, nei tempi di ritorno accettabili sopra descritti.

- **Scenario 1: Scenario ottimale TRS≤15 anni:** Tale scenario consiste nella realizzazione di interventi di efficientamento del solo sistema impiantistico
- **Scenario 2: Scenario ottimale TRS≤25 anni:** Tale scenario consiste nella realizzazione di interventi di efficientamento dell'involucro termico e del sistema impiantistico

### 9.3.1 Scenario 1: Scenario ottimale TRS≤15 anni:

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

EEM 3: Installazione di sistemi di termoregolazione

EEM 5: Installazione di un nuovo generatore di calore

Tabella 9.14 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AI 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM3 Fornitura & Posa	2.777	611	3.389
EEM5 Fornitura & Posa	11506	2531	14037
Costi per la sicurezza	428	94	523
Costi per la progettazione	1000	220	1220
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>	<b>15711</b>	<b>3456</b>	<b>19169</b>
VOCE MANUTENZIONE	C <sub>MO</sub> (IVA INCLUSA)	C <sub>MS</sub> (IVA INCLUSA)	C <sub>M</sub> (IVA INCLUSA)

	[€]	[€]	[€]
EEM3 O&M	0	0	0
EEM5 O&M	1133	126	1.259
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>	<b>1133</b>	<b>126</b>	<b>1.259</b>
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>	<b>7667</b>	
<b>Durata incentivi</b>		<b>5</b>	
<b>Incentivo annuo</b>		<b>1533</b>	

Nota (14): Incentivo calcolato secondo regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 previste dal conto termico 2.0. Per tali interventi la quota incentivabile della spesa ammissibile è pari al 40%.

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

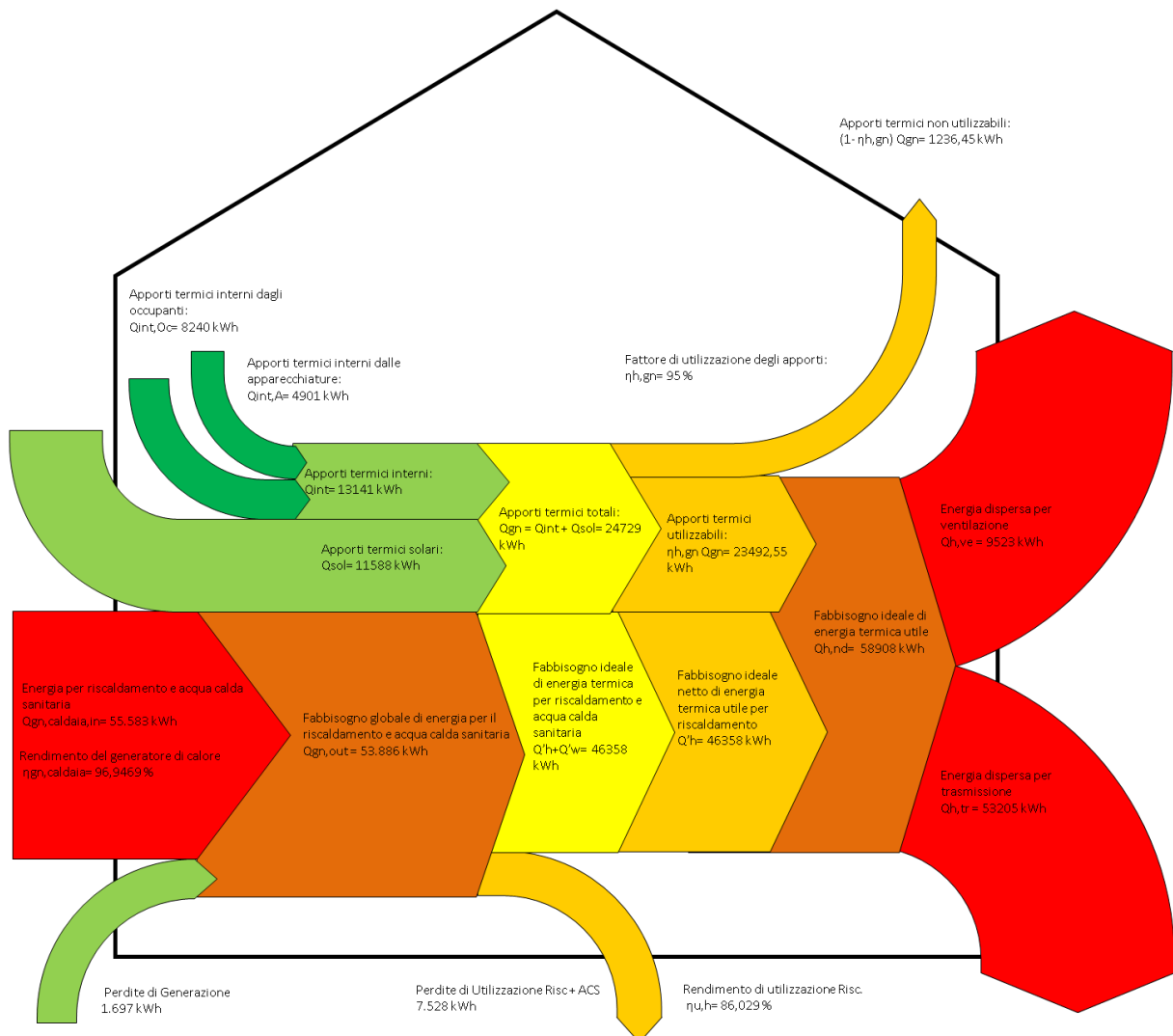
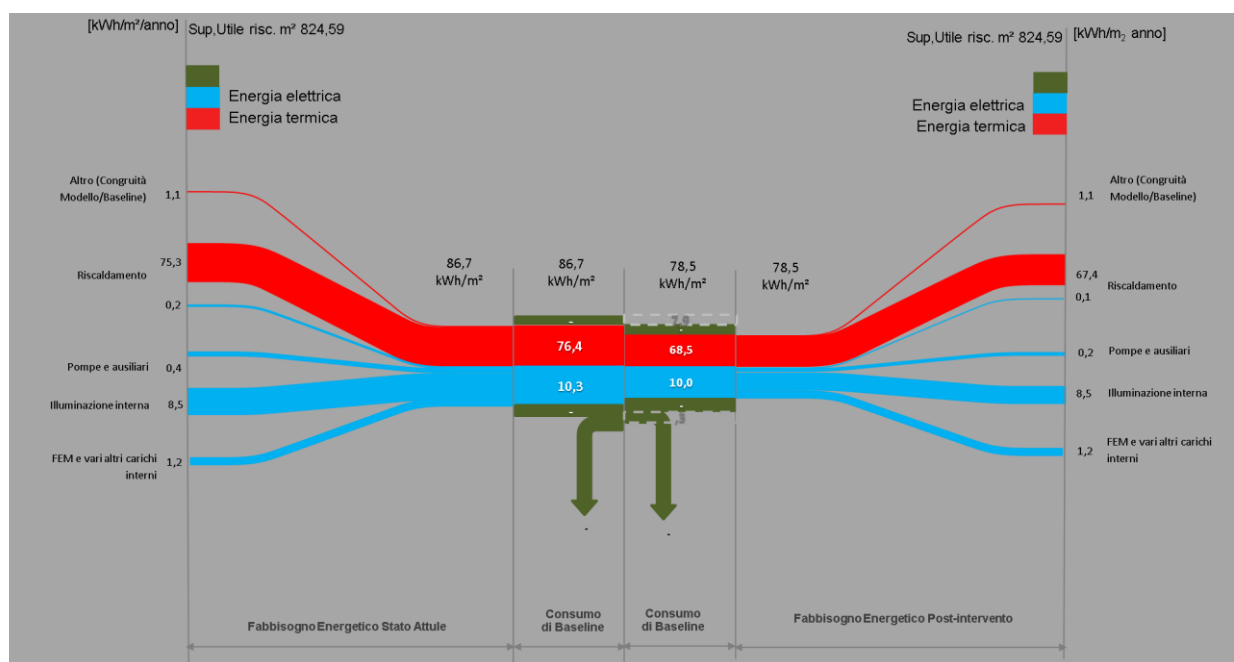


Figura 9.14 – SCN1: Bilancio energetico complessivo dell'edificio post intervento



I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9. e nella Figura 9.111

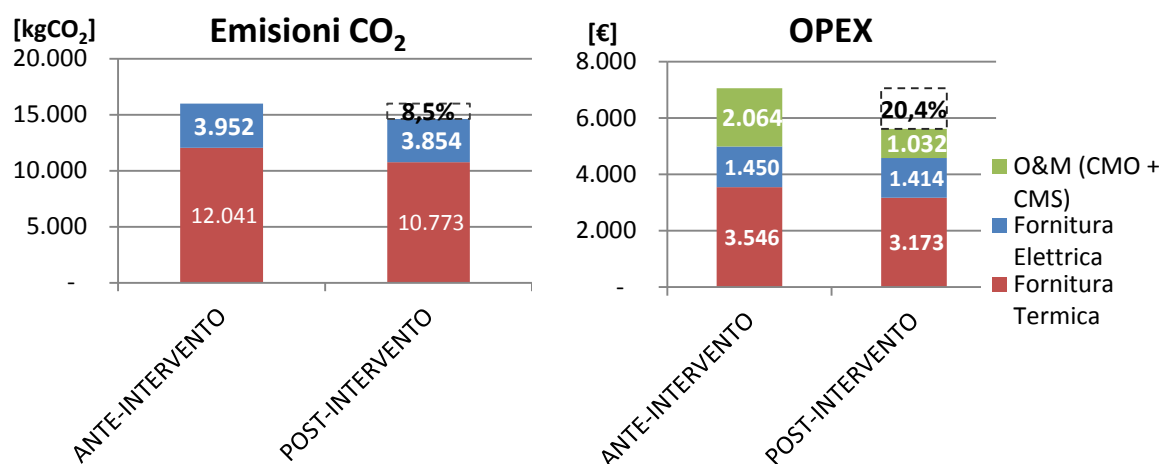
Tabella 9.15 – Risultati analisi SCN1 –Scenario ottimale TRS≤15 anni

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EEM3 Efficienza sottosistema di regolazione	[%]	96%	99%	-3,1%
EM5 [Efficienza sottosistema di generazione]	[%]	91%	97%	-6,7%
$Q_{teorico}$	[kWh]	62.126	55.584	10,5%
$EE_{teorico}$	[kWh]	8.770	8.553	2,5%
$Q_{baseline}$	[kWh]	59.611	53.334	10,5%
$EE_{baseline}$	[kWh]	8.462	8.253	2,5%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	12.041	10.773	10,5%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	3.952	3.854	2,5%
<b>Emiss. CO2 Totale</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>15.993</b>	<b>14.628</b>	<b>8,5%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	3.546	3.173	10,5%
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	1.450	1.414	2,5%
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>4.996</b>	<b>4.587</b>	<b>8,2%</b>
Costo Manutenzione Ordinaria, $C_{MO}$	[€]	1.857	929	50,0%
Costo Manutenzione Straordinaria, $C_{MS}$	[€]	206	103	50,0%
Costo per O&M ( $C_M = C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	<b>2.064</b>	<b>1.032</b>	<b>50,0%</b>
OPEX	[€]	<b>7.060</b>	<b>5.619</b>	<b>20,4%</b>
Classe energetica	[-]	E	D	+1 classi

Nota (15) 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 gas naturale e 0,467 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore elettrico- elettricità.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,059 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,171 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 9.15 – SCN1: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



E' stato quindi possibile presentare un modello semplificato di Piano Economico Finanziario (PEF) indicativo, i cui calcoli di dettaglio sono riportati all'Allegato L – Piano Economico Finanziario scenari. I risultati dell'analisi sono riportati nella Tabella 9., Tabella 9.17 e Tabella 9. e nelle successive figure.

Tabella 9.16 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN1– Scenario ottimale TRS≤15 anni

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	$n_i$	1
Anni Gestione Servizio	$n_s$	14
Anni Concessione	$n$	15
Anno inizio Concessione	$n_o$	2020
Anni dell'ammortamento	$n_A$	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	$k_{CdP}$	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	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	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	$\tau$	27,90%
Anni debito (finanziamento)	$n_D$	10
Anni Equity	$n_E$	14
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	$I_o$	€ 19.168
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 575
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 19.743
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	$I_D$	€ 15.794
Equity	$I_E$	€ 3.949
Fattore di annualità Debito	$FA_D$	8,30
Rata annua debito	$q_D$	€ 1.903
Costo finanziamento,(D+INT <sub>D</sub> )	$q_D * n_D$	€ 19.025

Costi per interessi debito, $INT_D$	$INT_D = q_D * n_D - D$	€	3.231
-------------------------------------	-------------------------	---	-------

Tabella 9.17 – Parametri Economici dell'analisi di redditività dello SCN1

PARAMETRI ECONOMICI			
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	$C_{E0}$	€	7.996
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	$C_{M0}$	€	2.064
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€	10.060
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	$C_{Altro}$	€	-
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$		8,2%
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$		50,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$		0,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€	950
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€	-
Risparmio PA durante la concessione	14%	€	15.375
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€	2.019
N° di Canoni annuali	anni		14
Utile lordo della ESCO	$\% CAPEX$		7,32%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	$C_{ESCO}$	€	103
Costi FTT €/anno IVA escl.	$C_{FTT}$	€	231
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	$C_{CAPEX}$	€	616
Canone O&M €/anno	$CnM$	€	1.072
Canone Energia €/anno	$CnE$	€	8.039
Canone Servizi €/anno IVA escl.	$CnS$	€	9.110
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	$CnD$	€	950
Canone Totale €/anno IVA escl.	$Cn$	€	10.060
Aliquota IVA %	IVA		22%
Rimborso erariale IVA	$R_{IVA}$	€	3.457
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	$R_B$	€	7.667
Durata Incentivi, anni	$n_B$		5
Inizio erogazione Incentivi, anno			2022

Tabella 9.18 – 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	T.R.S.		7,49
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		11,59
Valore Attuale Netto, $VAN = VA - Io$	$VAN > 0$	€	855
Tasso interno di rendimento del progetto	$TIR > WACC$		5,08%
Indice di Profitto	IP		4,46%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, $Spb = Io / FC$ , Anni	T.R.S.		2,68
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		3,14
Valore Attuale Netto, $VAN = VA - Io$	$VAN > 0$	€	956
Tasso interno di rendimento dell'azionista	$TIR > ke$		28,64%
Debit Service Cover Ratio	$DSCR < 1,3$		1,135
Loan Life Cover Ratio	$LLLCR < 1$		0,813
Indice di Profitto Azionista	IP		4,99%

Figura 9.16 –SCN1: Flussi di cassa del progetto

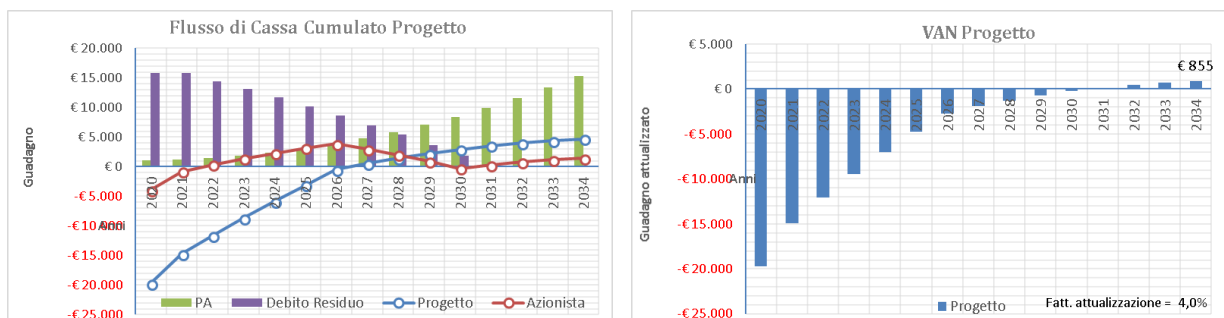


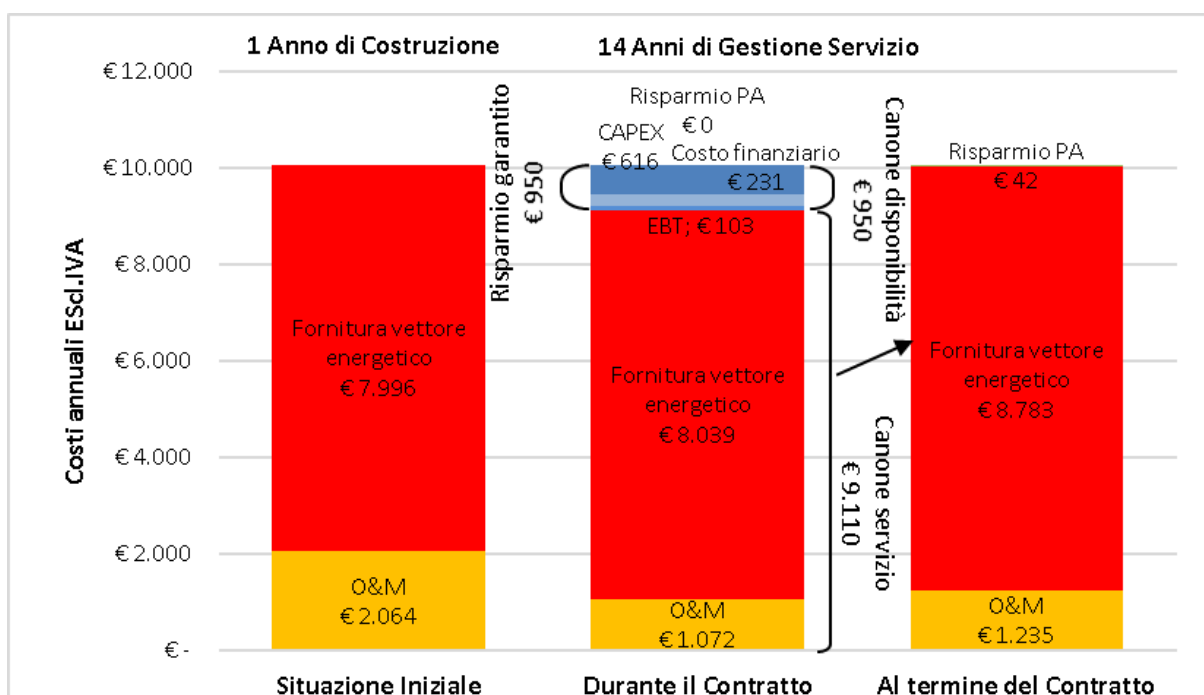
Figura 9.17 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



Dall’analisi effettuata è emerso che nel suo complesso lo scenario risulta conveniente come dimostrato dal valore degli indicatori economici raggiunti.

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 9.114.

Figura 9.18 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



### 9.3.2 Scenario 2: Scenario ottimale TRS≤25 anni:

La realizzazione dello scenario 2 consiste nella combinazione delle EEM di seguito elencate:

EEM 1: Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp. 12cm

EEM 3: Installazione di sistemi di termoregolazione

EEM 5: Installazione di un nuovo generatore di calore

Tabella 9.14 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 2

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AI 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 Fornitura & Posa	45.104	9.923	55.027
EEM3 Fornitura & Posa	2.777	611	3.389
EEM5 Fornitura & Posa	11506	2531	14037
Costi per la sicurezza	1782	392	2174
Costi per la progettazione	4157	915	5072
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>	<b>65.326</b>	<b>14.372</b>	<b>79.698</b>
VOCE MANUTENZIONE	C <sub>MO</sub> (IVA INCLUSA)	C <sub>MS</sub> (IVA INCLUSA)	C <sub>M</sub> (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 O&M	0	0	0
EEM3 O&M	0	0	0
EEM5 O&M	1133	126	1.259
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>	<b>1133</b>	<b>126</b>	<b>1.259</b>
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	[Conto termico]	<b>41.871</b>	
Durata incentivi		<b>5</b>	
Incentivo annuo		<b>8.374</b>	

Nota (16): Incentivo calcolato secondo regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 previste dal conto termico 2.0. Per tali interventi la quota incentivabile della spesa ammissibile è pari al 55%.

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 9.19 – SCN2: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento



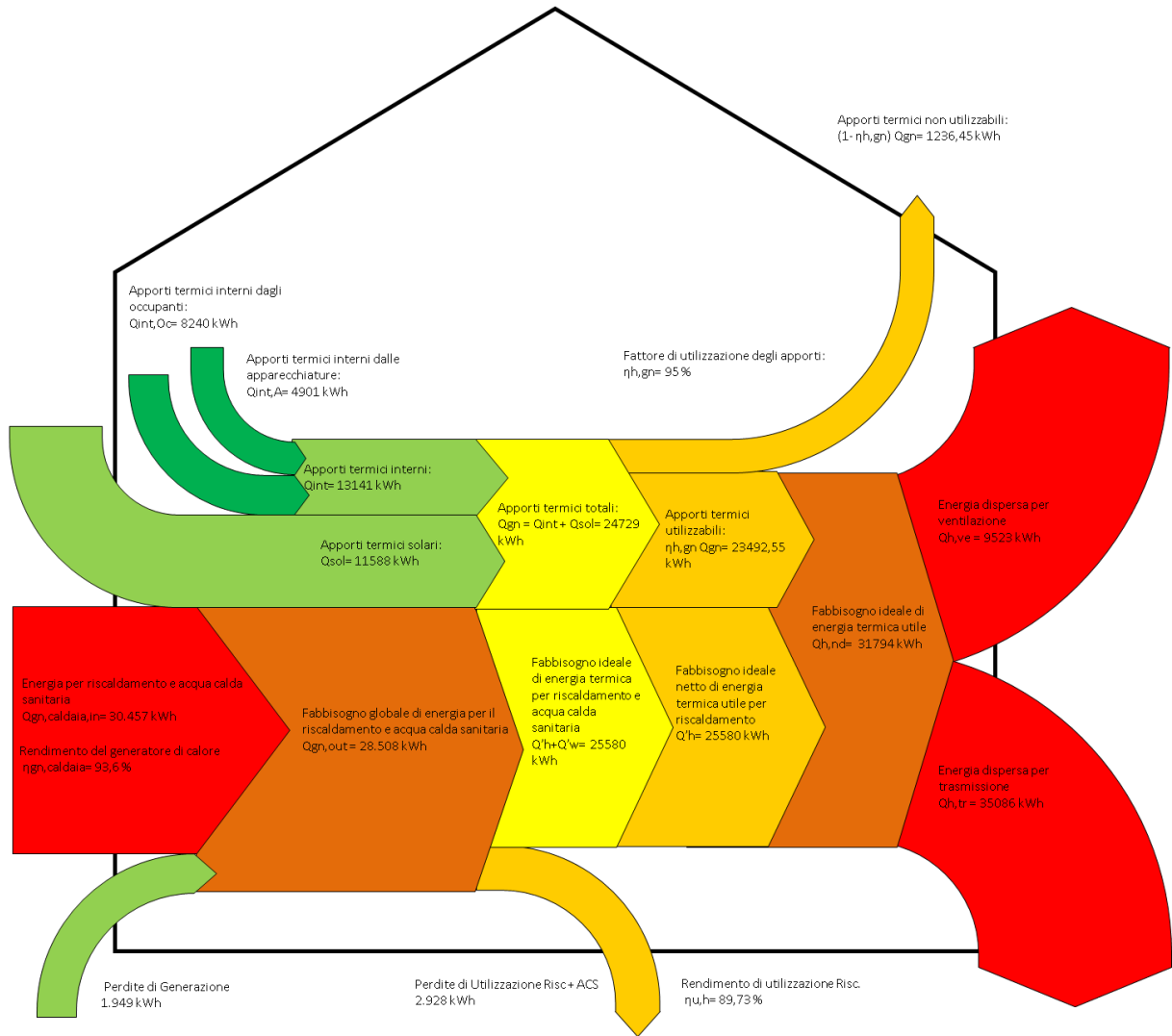
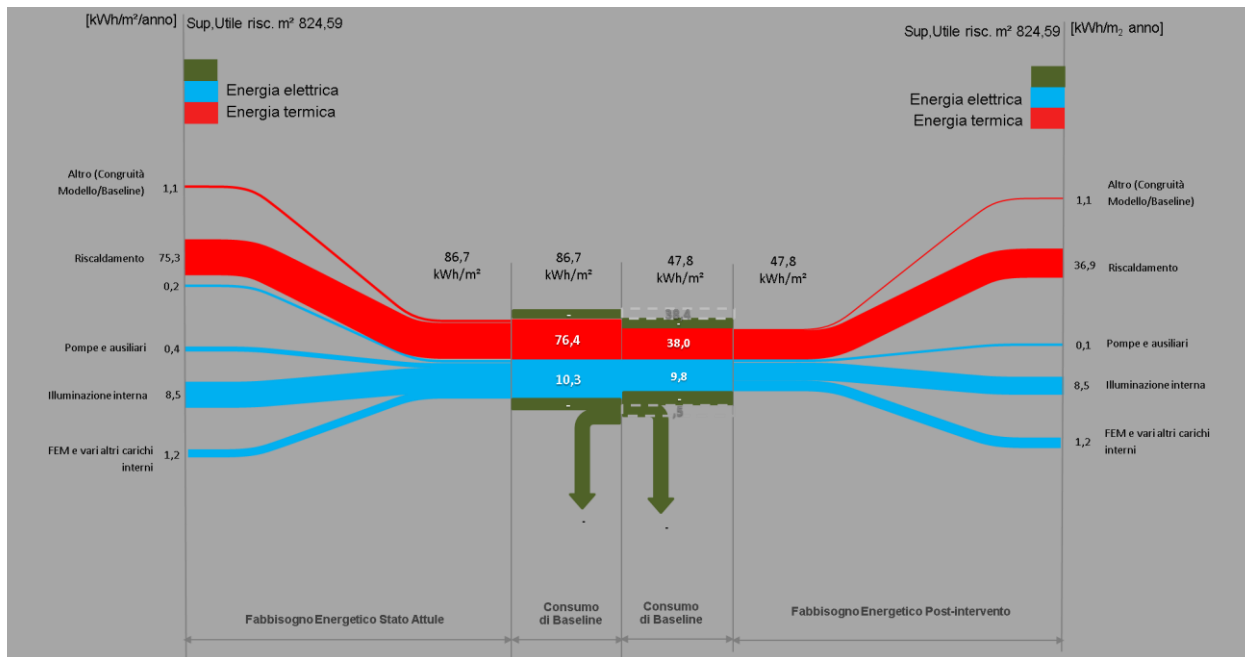


Figura 9.110 – SCN2: Bilancio energetico complessivo dell'edificio post intervento



I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 2 sono riportati nella Tabella 9. e nella Figura 9.111

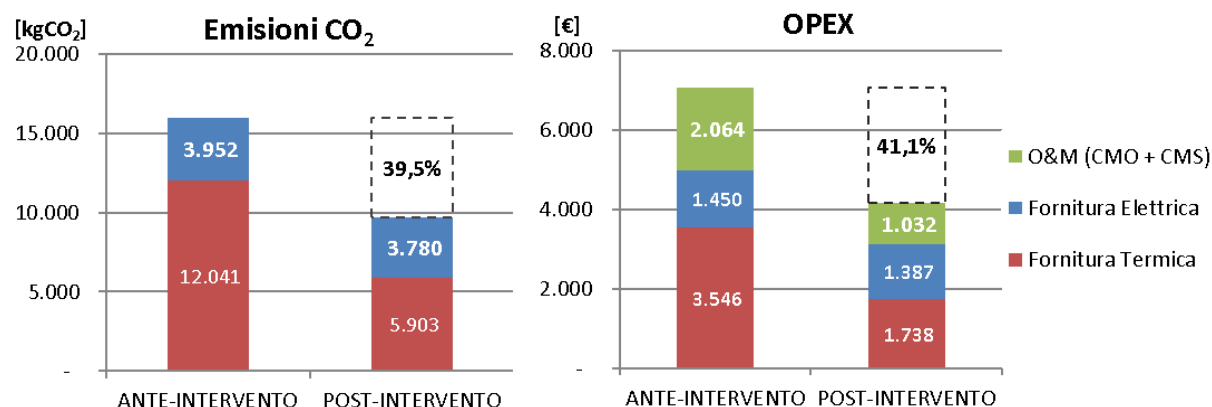
Tabella 9.15 – Risultati analisi SCN2 –Scenario ottimale TRS≤25 anni

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EEM1 Trasmittanza termica	[W/m <sup>2</sup> K]	1,3	0,22	<b>83,1%</b>
EEM3 Efficienza sottosistema di regolazione]	[%]	96%	99%	<b>-3,1%</b>
EM5 [Efficienza sottosistema di generazione]	[%]	91%	97%	<b>-6,7%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	62.126	30.456	<b>51,0%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	8.770	8.389	<b>4,3%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	59.611	29.223	<b>51,0%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	8.462	8.095	<b>4,3%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	12.041	5.903	<b>51,0%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	3.952	3.780	<b>4,3%</b>
<b>Emiss. CO2 Totale</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>15.993</b>	<b>9.683</b>	<b>39,5%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	3.546	1.738	<b>51,0%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	1.450	1.387	<b>4,3%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>4.996</b>	<b>3.125</b>	<b>37,4%</b>
Costo Manutenzione Ordinaria, C <sub>MO</sub>	[€]	1.857	929	<b>50,0%</b>
Costo Manutenzione Straordinaria, C <sub>MS</sub>	[€]	206	103	<b>50,0%</b>
Costo per O&M (C <sub>M</sub> = C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>2.064</b>	<b>1.032</b>	<b>50,0%</b>
OPEX	[€]	<b>7.060</b>	<b>4.157</b>	<b>41,1%</b>
Classe energetica	[-]	E	C	+2 classe

Nota (17) 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 gas naturale e 0,467 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore elettrico- elettricità.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,059 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,171 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 9.111 – SCN2: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



E' stato quindi possibile presentare un modello semplificato di Piano Economico Finanziario (PEF) indicativo, i cui calcoli di dettaglio sono riportati all'Allegato L – Piano Economico Finanziario scenari. I risultati dell'analisi sono riportati nella Tabella 9., Tabella 9.17 e Tabella 9. e nelle successive figure.

Tabella 9.16 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN2– Scenario ottimale TRS≤25 anni

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	n <sub>i</sub>	1

## E3 – Scuola Elementare "A. Giannelli"

Anni Gestione Servizio	$n_s$	24
Anni Concessione	$n$	25
Anno inizio Concessione	$n_0$	2020
Anni dell'ammortamento	$n_A$	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	$k_{CdP}$	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	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	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	$\tau$	27,90%
Anni debito (finanziamento)	$n_D$	10
Anni Equity	$n_E$	24
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	$I_0$	€ 79.697
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 2.391
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 82.088
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	$I_D$	€ 65.670
Equity	$I_E$	€ 16.418
Fattore di annualità Debito	$FA_D$	8,30
Rata annua debito	$q_D$	€ 7.910
Costo finanziamento, (D+INT <sub>D</sub> )	$q_D * n_D$	€ 79.104
Costi per interessi debito, INT <sub>D</sub>	$INT_D = q_D * n_D - D$	€ 13.433

Tabella 9.17 – Parametri Economici dell'analisi di redditività dello SCN2

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	$C_{E0}$	€ 4.996
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	$C_{M0}$	€ 2.064
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€ 7.060
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	$C_{Altro}$	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	% $\Delta C_E$	37,4%
Riduzione% costi O&M	% $\Delta C_M$	50,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	% $C_{Baseline}$	0,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€ 2.317
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€ -
Risparmio PA durante la concessione	14%	€ 29.874
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€ 3.912
N° di Canoni annuali	anni	24
Utile lordo della ESCO	%CAPEX	19,88%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	$C_{ESCO}$	€ 680
Costi FTT €/anno IVA escl.	$C_{FTT}$	€ 560
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	$C_{CAPEX}$	€ 1.077
Canone O&M €/anno	$C_{nM}$	€ 1.099

Canone Energia €/anno	CnE	€	3.644
Canone Servizi €/anno IVA escl.	CnS	€	4.743
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	CnD	€	2.317
Canone Totale €/anno IVA escl.	Cn	€	7.060
Aliquota IVA %	IVA		22%
Rimborso erariale IVA	R <sub>IVA</sub>	€	14.372
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R <sub>B</sub>	€	41.871
Durata Incentivi, anni	n <sub>B</sub>		5
Inizio erogazione Incentivi, anno			2022

Tabella 9.18 – Risultati dell'analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN2

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	10,70
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	19,60
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 4.276
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC	4,92%
Indice di Profitto	IP	5,37%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	16,38
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	23,77
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 192
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke	9,28%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	1,006
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1	1,143
Indice di Profitto Azionista	IP	0,24%

Figura 9.112 –SCN2: Flussi di cassa del progetto

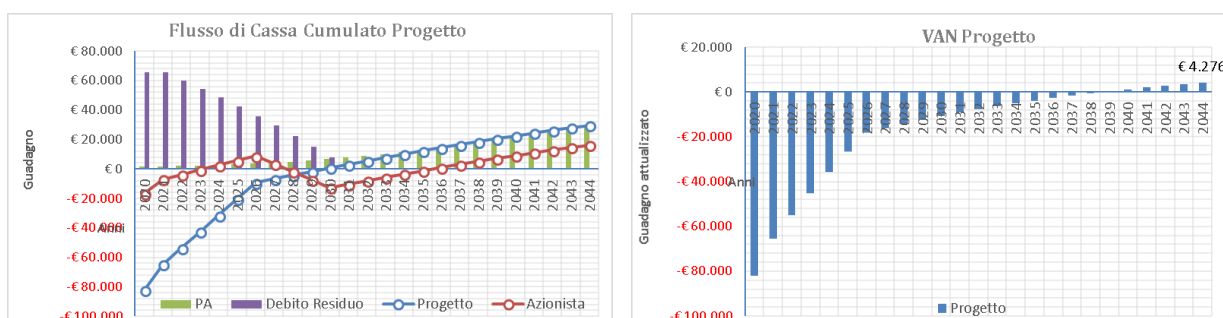


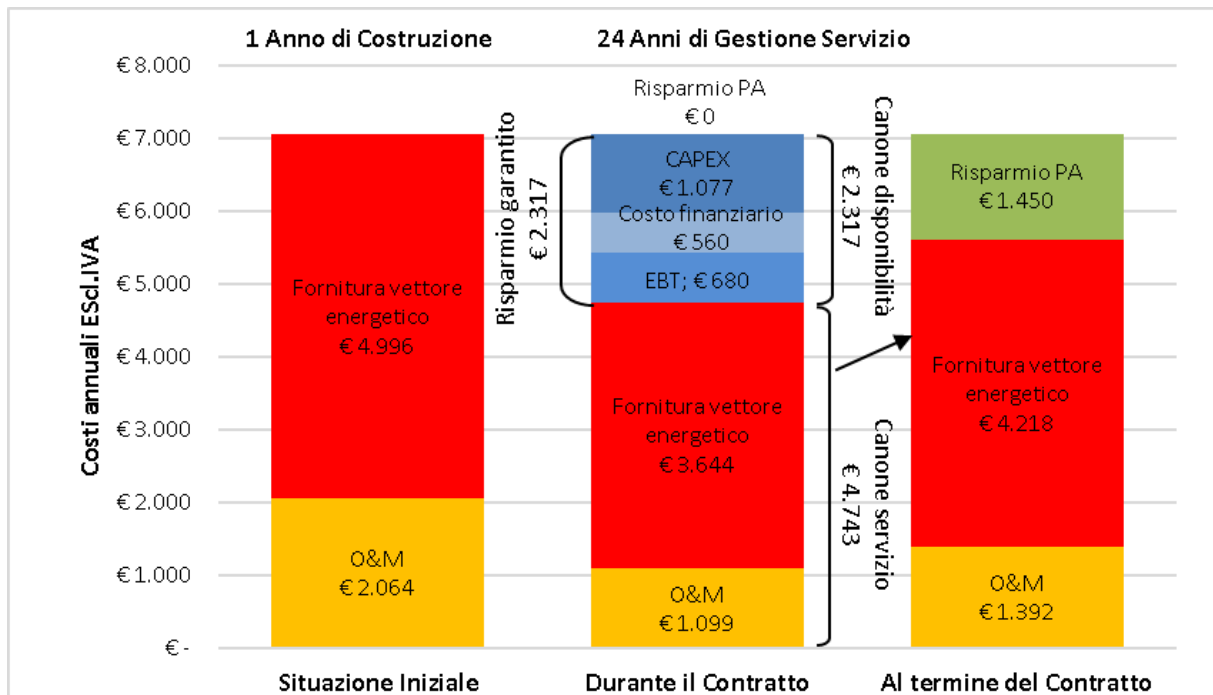
Figura 9.113 – SCN2: Flussi di cassa dell'azionista



Dall'analisi effettuata è emerso che nel suo complesso lo scenario risulta conveniente come dimostrato dal valore degli indicatori economici raggiunti. Si segnala un momento di criticità nei flussi di cassa dell'azionista tra l'ottavo ed il quindicesimo anno

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 9.114.

Figura 9.114 – Scenario 2: Schema di Energy Performance Contract



## 10 CONCLUSIONI

Dai risultati della diagnosi energetica emerge che l'edificio che ospita la scuola Elementare "A. Giannelli" presenta alcune limitate possibilità di efficientamento. Tale obiettivo potrebbe essere raggiunto attraverso la realizzazione di misure di efficientamento energetico con tempi di ritorno semplici contenuti considerando la possibilità di accedere agli incentivi previsti per le PA dal "Conto Termico". Sono stati inoltre simulati alcuni scenari su medio lungo periodo prevedendo interventi aggregati i cui costi/benefici potrebbero essere appetibili per un intervento che vede il coinvolgimento di investitori privati ed ESCo.

Nei paragrafi seguenti sono riportate le conclusioni del processo di audit attraverso:

riassunto degli indici di performance energetica

- lista delle raccomandazioni ed opportunità di risparmio energetico con la stima della loro fattibilità tecnico – economica;
- programma di attuazione delle raccomandazioni proposte;
- potenziali interazioni fra le raccomandazioni proposte;
- proposta di un piano di misure e verifiche per accertare i risparmi energetici conseguiti dopo l'implementazione delle raccomandazioni.

### 10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

Si riportano di seguito gli indici di prestazione energetica conseguenti all'attuazione degli scenari ottimali SCN1 e SCN2.

Tabella 10.1 – Indicatori di performance energetica ricavati dalla modellazione (valutazione in modalità adattata all'utenza)

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA	U.M.	ANTE INTERVENTO		SCN1		SCN2		
		ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	
Globale non rinnovabile	EP <sub>gl</sub>	kWh/mq anno	97.44	101.86	88.6	92.9	56.2	60.4
Climatizzazione invernale	EP <sub>H</sub>	kWh/mq anno	80.25	80.52	71.4	71.6	39	39
Produzione di acqua calda sanitaria	EP <sub>W</sub>	kWh/mq anno	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Ventilazione	EP <sub>v</sub>	kWh/mq anno	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Raffrescamento	EP <sub>c</sub>	kWh/mq anno	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Illuminazione artificiale	EP <sub>L</sub>	kWh/mq anno	17.19	21.33	17.19	21.33	17.19	21.33
Trasporto di persone e cose	EP <sub>T</sub>	kWh/mq anno	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Emissioni equivalenti di CO <sub>2</sub>	CO <sub>2eq</sub>	Kg/mq anno	26.3	28.8	17	18	11	12

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

Sulla base delle analisi tecnico ed economiche effettuate sulle singole misure di efficienza energetica è stato possibile definire un elenco di interventi prioritari oltre che due possibili scenari aggregati.

L'elenco delle priorità è stato definito sulla base del valore di TRS raggiunto. Le EEM con un valore minore saranno le prime che si suggerisce di realizzare mentre quelle con TRS più alto dovranno essere realizzate in seguito.

Inoltre le opportunità di intervento sono state definite sulla base delle fattibilità tecniche ed economiche, privilegiando gli interventi "to be lean" rispetto a quelli "to be clean" e "to be green" suddivise sulla base di quanto indicato

Gli interventi "to be lean" simulati sono stati:

EEM 1: Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp. 12cm

EEM 2: Isolamento intradosso copertura con pannelli in lana di roccia sp. 14 cm

EEM 3: Installazione di sistemi di termoregolazione

EEM 4: Installazione di sistemi di illuminazione a LED

Gli interventi "to be clean" simulati sono stati:

EEM 5: Installazione di un nuovo generatore di calore

Successivamente sono stati individuati due scenari di interventi aggregati su cui sono state calcolati gli indicatori economici a 15 e a 25 anni.

Interventi previsti nello scenario a 15 anni:

EEM 3: Installazione di sistemi di termoregolazione

EEM 5: Installazione di un nuovo generatore di calore

Interventi previsti nello scenario a 25 anni:

EEM 1: Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp=12cm

EEM 3: Installazione di sistemi di termoregolazione

EEM 5: Installazione di un nuovo generatore di calore

Tabella 10.2 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria delle misure di efficienza energetica To be Lean, caso con incentivi

	CON INCENTIVI												
	% $\Delta_E$	% $\Delta_{CO_2}$	$\Delta C_E$	$\Delta C_{MO}$	$\Delta C_{MS}$	$I_0$	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	31.5	33.4	2017,2	0	0	60530	15	26,8	1997 $\geq$ 0	4,4	0,03	[n/a]	[n/a]
EEM 2	6.7	7.1	426,4	0	0	24327	25,8	37,6	-5071 $\leq$ 0	0,8	-0,21	[n/a]	[n/a]
EEM 3	2.7	2.9	173,9	0	0	3727	20,1	25,5	-1581 $\leq$ 0	-4,3	-0,42	[n/a]	[n/a]
EEM 4	10.8	9.2	722,8	0	0	34.735	11.8	13.2	14052 $\leq$ 0	-11.8%	-0.40	[n/a]	[n/a]

Tabella 10.3 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria delle misure di efficienza energetica To be clean, caso con incentivi

	CON INCENTIVI												
	% $\Delta_E$	% $\Delta_{CO_2}$	$\Delta C_E$	$\Delta C_{MO}$	$\Delta C_{MS}$	$I_0$	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 5	3,7	3,7	24,4	1.133	126	-13700	7,5	9,8	3.388 $>$ 0	7,5	0,18	[n/a]	[n/a]

Tabella 10.4 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria delle misure di efficienza energetica scenari di intervento a 15 e 25 anni, caso con incentivi senza iva

	CON INCENTIVI												
	% $\Delta_E$	% $\Delta_{CO_2}$	$\Delta C_E$	$\Delta C_{MO}$	$\Delta C_{MS}$	$I_0$	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
SCN 25anni	37.4	39.5	1870.8	929	103	79697	10.8	17.7	8729 $\geq$ 0	5.7	0.11	1 $\approx$ 1.3	1,143 $\geq$ 1
SCN 15anni	8.2	8.5	409	929	103	19168	7.6	9.9	3377 $\geq$ 0	7.4	0.18	1.1 $<$ 1.3	0.8 $\leq$ 1

### 10.3 CONCLUSIONI E COMMENTI

In conclusione è possibile ipotizzare che gli interventi simulati negli scenari aggregati possano essere realizzati sia attraverso investimenti propri del comune di Genova sia attraverso l'attivazione di un Energy Performance Contracting di durata pluriennale, con una ESCo, in cui è previsto il raggiungimento della prestazione di efficientamento energetico simulata e riportata nel presente Rapporto di Diagnosi e di anno in anno verificata e monitorata.

Il risparmio garantito negli EPC è pertanto un valore contrattuale e la ESCo dovrà garantire annualmente il raggiungimento di tale performance calcolata in unità fisiche (es. MWh, lt, mc, ecc.). Se il risparmio ottenuto sarà minore rispetto a quello previsto da contratto il valore economico dell'extra consumo dovrà essere rimborsato dalla ESCo alla pubblica amministrazione secondo procedure stabilite dal contratto stesso. Se il risparmio è più alto rispetto al previsto il valore economico dell'extra-risparmio sarà diviso tra la ESCo e la P.A. proprietaria dell'edificio in accordo con la metodologia definita dal contratto (es. 70%-30%)

L'attendibilità del valore del risparmio energetico raggiunto dipende dalla qualità delle misure e delle verifiche (M&V) effettuate. Per rendere il processo il più trasparente possibile è necessario allegare al contratto EPC un Piano di Verifica e Monitoraggio della Prestazione e prevedere una VERIFICA DI PARTE TERZA.

All'interno dei Contratti EPC dovrà pertanto essere allegato un **Piani di Verifica e Monitoraggio della Prestazione** redatto in ottemperanza di quanto previsto dalla metodologia indicata dall'International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP)

All'interno dei PMVP dovranno essere definite le modalità di misura e verifica delle prestazioni prevedendo la possibilità di verifiche delle frequenze di utilizzo, aggiustamenti e normalizzazione sulla base degli effettivi volumi riscaldati e delle condizioni climatiche.

Si suggerisce inoltre di prevedere la creazione di una commissione paritetica costituita da tre esperti, uno in rappresentanza del Comune di Genova uno della Esco ed uno esterno, i cui ruoli potranno essere definiti all'interno del PMVP, a titolo di esempio vengono riportati i possibili ruoli e funzioni all'interno della commissione:

- Raccolta dati dai meter (ESCo expert)
- Raccolta dati delle temperature esterne (ESCo expert)
- Verifica dei volumi riscaldati e dei fattori di occupazione (P.A. expert)
- Verifica delle temperature interne (P.A. expert)
- Verifica dei prezzi dell'energia (ESCo expert)
- Aggiustamenti e normalizzazioni (Terza parte expert)
- Approvazione delle misure e verifiche (Tutti)
- Report e definizione dei risparmi ottenuti (Terza parte expert)



## ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITENZA

Titolo	Data	Nome file
01_Planimetrie	08.11.17	01_Involucro
		02_Termici
		03_Elettrici
02_Manutenzioni	08.11.17	01_Involucro
		02_Termici
		03_Elettrici
		04_FER
Bollette Gas 2014	08.11.17	20141121908
Bollette Gas 2015	19.07.18	20151780, P150007518, P150015576, P150019771, P150032667, P150037967 P150048624, P160003881
Bollette Gas 2016	19.07.18	P160012671, P160023980, P160031417 EX15066/2016, P160041242, EX19107/2016 EX22893/2016, P160053190, EX26900/2016, EX31010/2016, EX33534/2016, EX38844/2016, EX43773/2016 EX03011/2017
Bollette Elettricità 2014	19.07.18	5700065495, 5700098218, 5700134957 5700176145, 5700214975, 5700248944 5700291206, 5700345541, 5700373449 5700411327, 5700493139, 5700493139
Bollette Elettricità 2015	19.07.18	5700493139, 5700544142, 5750081967 5700544142, 5750081967, E000140844 E000163929, E000175672, E000337522 E000234065, E000281520, E000163929 E000386676, E000432863, E000483582, E000018557, E000084135, E000084135, E000163929, E000310245, E000150590
Bollette Elettricità 2016	19.07.18	E000150590, E000084136, E000218120 E000218121, E000334604, E000238237 E000218121, E000334604, E000150590 E000238237, E000278554, E000334604 E000238237, 011640025275, 011640087942 011640025275, 011640048519, 011640060830, 011640074903, 011640126636, 011740042570, 011640100078, 011740001581
Tabella riepilogativa scuole	19.07.18	kyotoBaseline-E3_rev10.xls

## ALLEGATO B – ELABORATI

Titolo	Data	Nome file
Allegato B Elaborati	14.05.18	Allegato B Elaborati

## ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

Titolo	Data	Nome file
Allegato C E3	14.05.18	Allegato C E3.docx

## ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO D Report relativi ad altre prove diagnostiche strumentali	14.05.18	Allegato D_E3.docx

## ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO E Relazione di dettaglio dei calcoli	14.05.18	E3_rev01 - Calcoli.RTF
ALLEGATO E Modello elettrico	08/06/2018	DE_Lotto.9-E3-Modello elettrico.xlsx

## ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO F Certificato CTI Software	14.05.18	CertCTI.pdf

## ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

	Titolo	Data	Nome file
	APE STATO DI FATTO	14/05/18	DE_E3_APE_Baseline.RTF

## ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file
APE SCENARIO 15 ANNI	14/05/18	DE_E3_APE_SCN15anni_LED_VALVOLE_SOTT_GENERATORE - APE2015.RTF
APE SCENARIO 25 ANNI	14/05/18	DE_E3_APE_SCN25anni_CAPPOTTO_GENERATORE_VALVOLE_LED_SOTTOT_COPERT - APE2015.RTF



## ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO I Dati climatici	14.05.18	GG_Lotto.9-E3.xlsx

## ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO J Schede Audit	14.05.18	DE_Lotto.9-E3-AllegatoJ-Schede Audit.xlsx

## ALLEGATO K – SCHEDE ORE

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO K Schede ORE	14.05.18	Schede ORE_E 3.doc

## ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

	Titolo	Data	Nome file
	ANALISI PEF E3	14/05/18	DE_Lotto.9-E3-AllegatoL-AnalisiPEF.xlsx

## ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO M Report di Benchmark	14.05.18	DE_Lotto.9-Allegato M - Report di Benchmark.xlsx

## ALLEGATO N – CD-ROM