

Scuola media statale Branega e scuola elementare Montanella  
**E856**

Via Branega 10D

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA  
FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Agosto 2018

COMUNE DI GENOVA  
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA



**Scuola media statale Branega e scuola elementare Montanella  
E856**

**Via Branega 10D**

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3

Agosto 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)

**FABRYCA srl Società di Ingegneria**

**Via Matteotti, 20 – 26838 Tavazzano con Villavesco (LO)**

[genova.auditlotto7@fabryca.it](mailto:genova.auditlotto7@fabryca.it)

## REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

Revisione	Data	Realizzazione	Revisione	Approvazione	Descrizione
1	03/08/2018	Ing. BERTONI LUCA	Arch. TOMA MAURIZIO Responsabile	Ing. BERTONI LUCA	Prima Pubblicazione
		Arch. TOMA MAURIZIO	Involucro		
		RAVERA PAOLO	Ing. BATTAGLIA OSCAR Responsabile Impianti		

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>REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI .....</b>	<b>3</b>
<b>INDICE.....</b>	<b>I</b>
<b>EXECUTIVE SUMMARY .....</b>	<b>I</b>
<b>CARATTERISTICHE DELL'EDIFICIO OGGETTO DELLA DE .....</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.....	1
1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO.....	2
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO .....	3
1.6 STRUTTURA DEL REPORT .....	6
<b>2 DATI DELL'EDIFICIO.....</b>	<b>6</b>
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO .....	6
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D'USO .....	7
<b>TABELLA 2.1 - SUDDIVISIONE IN PIANI DELL'EDIFICIO .....</b>	<b>8</b>
2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL'IMMOBILE INTERESSATE DAGLI 'INTERVENTI.....	8
2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO.....	10
<b>3 DATI CLIMATICI .....</b>	<b>11</b>
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	11
<b>I GG COSÌ CALCOLATI DEFINISCONO I GG<sub>RIF</sub> AI FINI DEL PROCESSO DI NORMALIZZAZIONE DI CUI AL CAPITOLO</b>	
<b>5.1.1.....</b>	<b>11</b>
<b>TABELLA 3.2 – PROFILI MENSILI DEI GGRIF.....</b>	<b>11</b>
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	12
3.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO .....	12
<b>4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI .....</b>	<b>14</b>
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO.....	14
4.1.1 <i>Involucro opaco</i> .....	14
4.1.2 <i>Involucro trasparente</i> .....	17
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	19
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i> .....	19
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i> .....	20
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione</i> .....	20
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i> .....	22
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE .....	23
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE .....	24
<b>5 CONSUMI RILEVATI .....</b>	<b>25</b>
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	25
5.1.1 <i>Energia termica</i> .....	25
5.1.2 <i>Energia elettrica</i> .....	28
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI .....	31
<b>6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....</b>	<b>35</b>
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO .....	35
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i> .....	36
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i> .....	37
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	37



6.3	PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	39
<b>7</b>	<b>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> .....	43
7.2	TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	46
7.3	COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	47
7.4	BASELINE DEI COSTI.....	47
<b>8</b>	<b>IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA .....</b>	<b>49</b>
8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI .....	49
8.1.1	<i>Involucro edilizio</i> .....	49
	<b>EEM1: CAPPOTTO ESTERNO .....</b>	<b>49</b>
	<b>EEM2: RIFACIMENTO COPERTURA .....</b>	<b>50</b>
	<b>EEM3: SOSTITUZIONE SERRAMENTI.....</b>	<b>52</b>
	8.1.2 <i>Impianto riscaldamento</i> .....	54
	<b>EEM4: SOSTITUZIONE CALDAIA.....</b>	<b>54</b>
	<b>EEM6: VALVOLE TERMOSTATICHE E POMPE A GIRI VARIABILI .....</b>	<b>56</b>
	8.1.3 <i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i> .....	57
	<b>EEM5: SOSTITUZIONE LAMPADE.....</b>	<b>57</b>
<b>9</b>	<b>VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....</b>	<b>59</b>
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	59
	<b>EEM1: CAPPOTTO INTERNO .....</b>	<b>59</b>
	<b>EEM2: ISOLAMENTO COPERTURA .....</b>	<b>61</b>
	<b>EEM3: SOSTITUZIONE SERRAMENTI.....</b>	<b>63</b>
	<b>EEM4: SOSTITUZIONE CALDAIA.....</b>	<b>65</b>
	<b>EEM5: SOSTITUZIONE LAMPADE CON LAMPADE A LED .....</b>	<b>68</b>
	<b>EEM6: VALVOLE TERMOSTATICHE E POMPE A GIRI VARIABILI .....</b>	<b>70</b>
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	72
	<b>SINTESI .....</b>	<b>79</b>
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO.....	80
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>96</b>
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA .....	96
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI .....	96
10.3	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	97
	<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		1983
Anno di ristrutturazione		-
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.7 – Edifici adibiti ad attività scolastiche
Superficie utile riscaldata	[m <sup>2</sup> ]	3.831,60
Superficie disperdente (S)	[m <sup>2</sup> ]	5.552,42
Volume lordo riscaldato (V)	[m <sup>3</sup> ]	16.015,62
Rapporto S/V	[1/m]	0,35
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	4.105,72
Superficie lorda aree esterne	[m <sup>2</sup> ]	-
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m <sup>2</sup> ]	4.105,72
Tipologia generatore riscaldamento		Caldaia tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	475.6
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Energia elettrica
Emissioni CO <sub>2</sub> di riferimento <sup>(1)</sup>	[kg/anno]	59.442
Consumo di riferimento Gas Metano <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>th</sub> /anno]	150.183
Spesa annuale Gas Metano <sup>(1)</sup>	[€/anno]	21.200
Consumo di riferimento energia elettrica <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>el</sub> /anno]	62.323
Spesa annuale energia elettrica <sup>(1)</sup>	[€/anno]	5.356

Nota (1): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: CAPPOTTO INTERNO
- EEM 2: COPERTURA
- EEM 3: SOSTITUZIONE SERRAMENTI
- EEM 4: SOSTITUZIONE CALDAIA
- EEM 5: SOSTITUZIONE LAMPADE
- EEM 6: VALVOLE TERMOSTATICHE E POMPE A GIRI VARIABILI
- SCN 1: CAPPOTTO INTERNO, SOSTITUZIONE SERRAMENTI, SOSTITUZIONE CALDAIA, COPERTURA, VALVOLE TERMOSTATICHE E POMPE A GIRI VARIABILI, SOSTITUZIONE LAMPADE
- SCN 2: CAPPOTTO INTERNO, SOSTITUZIONE SERRAMENTI, SOSTITUZIONE CALDAIA, COPERTURA

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

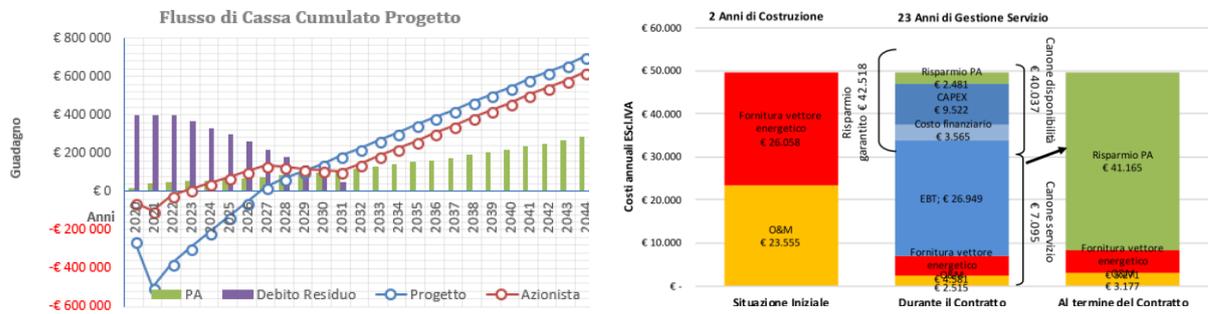
## E856 – Scuola media statale Branega e scuola elementare Montanella

	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>	TR S	TRA	n	VAN	TIR	IP	DSC R	LLC R
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[ann i]	[ann i]	[ann i]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	49.4	27.0	6.248	10.481	0	206.906	6.9	10.0	30	108.960	11.1	0.53	n/a	n/a
EEM 2	14.3	7.8	1.805	3.026	0	67.934	7.8	11.9	30	27.488	9.8	0.40	n/a	n/a
EEM 3	20.7	11.3	2.376	4.383	0	80.450	6.6	9.6	30	49.146	11.9	0.61	n/a	n/a
EEM 4	19.5	7.1	1.555	4.135	0	37.939	4.0	4.8	15	30.852	18.6	0.81	n/a	n/a
EEM 5	-0.4	-0.2	49	82	0	33.255	18.7	21.2	30	-18.077	-21	-	n/a	n/a
EEM 6	-19.2	-10.3	2.390	-4.077	0	60.042	22.3	40.0	15	-85.060	--	1.42	n/a	n/a
SCN 1	85.8	54.6	12.862	18.279	0	405.026	4.10	4.94	30	36.512	22.01	9.29	1.105	1.105
SCN 2	91.8	87.1	21.168	19.504	0	486.526	3.64	4.23	30	174.084	32.65	35.8	1.338	2.544

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi finanziaria



Figura 0.2 – Scenario 2: analisi finanziaria



Dall'analisi con tempo di ritorno di 15 anni e 25 anni gli interventi risultano convenienti.

## 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 il 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 lefinizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire un miglioramento del paramento di efficienza energetica dell'edificio superiore a due classi e tempi di ritorno inferiori uguale rispettivamente a 25 o a 15 anni.

### 1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO

La presente DE è stata eseguita dalla **Società Fabryca S.r.l.**, il cui responsabile per il processo di audit è **l'ing. Luca Bertoni**, soggetto certificato Esperto in Gestione dell'Energia (EGE) ai sensi della norma UNI CEI 11339.

Figura 1.1 - Vista della facciata



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
Maurizio Toma, Paolo Ravera		Sopralluogo in sito
Giordana Brognoli		Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Paolo Ravera		Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Maurizio Toma	Responsabile involucro	Revisione report di diagnosi energetica
Oscar Battaglia	Responsabile impianti	Revisione report di diagnosi energetica
Luca Bertoni	EGE	Approvazione report di diagnosi energetica

## 1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

L'immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCEU SEZ. C F. 11 Mapp. 205, 861 Sub. 0 è sito nel Comune di Genova e più precisamente in via Branega 10D.

L'edificio è di proprietà del Comune di Genova ed è attualmente adibito a scuola media statale e scuola elementare.

Figura 1.2 – Localizzazione



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		1983
Anno di ristrutturazione		-
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.7 – Edifici adibiti ad attività scolastiche
Superficie utile riscaldata	[m <sup>2</sup> ]	3.831,60
Superficie disperdente (S)	[m <sup>2</sup> ]	5.552,42
Volume lordo riscaldato (V)	[m <sup>3</sup> ]	16.015,62
Rapporto S/V	[1/m]	0,35
Superficie netta aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	3.831,60
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	4.105,72
Superficie lorda aree esterne	[m <sup>2</sup> ]	-
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m <sup>2</sup> ]	4.105,72

Tipologia generatore riscaldamento		Caldaia tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	475.6
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Energia elettrica
Emissioni CO <sub>2</sub> di riferimento <sup>(1)</sup>	[t/anno]	59.442
Consumo di riferimento Gas Metano <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>th</sub> /anno]	150.183
Spesa annuale Gas Metano <sup>(1)</sup>	[€/anno]	21.200
Consumo di riferimento energia elettrica <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>el</sub> /anno]	62.323
Spesa annuale energia elettrica <sup>(1)</sup>	[€/anno]	5.356

Nota (1): Valori di Baseline

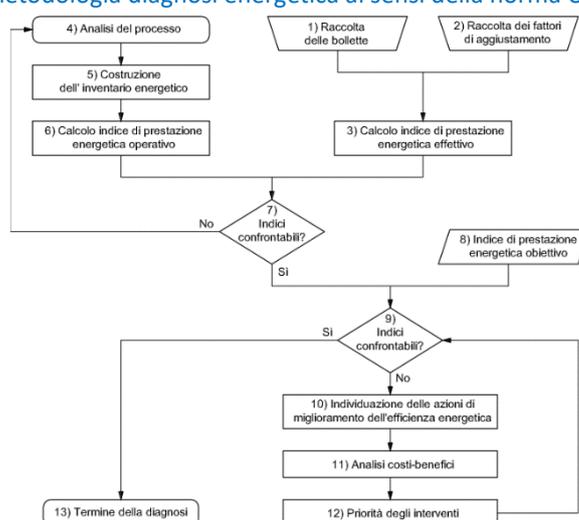
## 1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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

- a) Acquisizione della documentazione utile, fornita dalla PA, come riportato all' Allegato B – Elaborati;
- b) Analisi del quadro normativo di riferimento, incluso la verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici e paesaggistici interferenti sull'immobile interessato dall'intervento;
- c) Visita agli edifici, effettuata in data 01/12/2017 con verifica degli elaborati forniti e rilievo dei dati relativi alle caratteristiche degli elementi disperdenti ed impiantistici costituenti il sistema edificio-impianto;
- d) Visita alla centrale termica e/o frigorifera, con il supporto del personale incaricato della conduzione e manutenzione degli impianti e rilevamento dei dati utili;
- e) 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, AssisAl, Assopetroli e Assoenergia, e riportate all'Allegato J – Schede di audit;
- f) Elaborazione del comportamento termico ed elettrico dell'edificio, realizzata utilizzando il software commerciale Leto versione 4.0.2.5 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) certificato n. 80 ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i. e riportato all'Allegato F – Certificato CTI Software;
- g) 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;
- h) 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 dell'Università di Genova e riportati all'Allegato I – Dati climatici;
- i) 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.

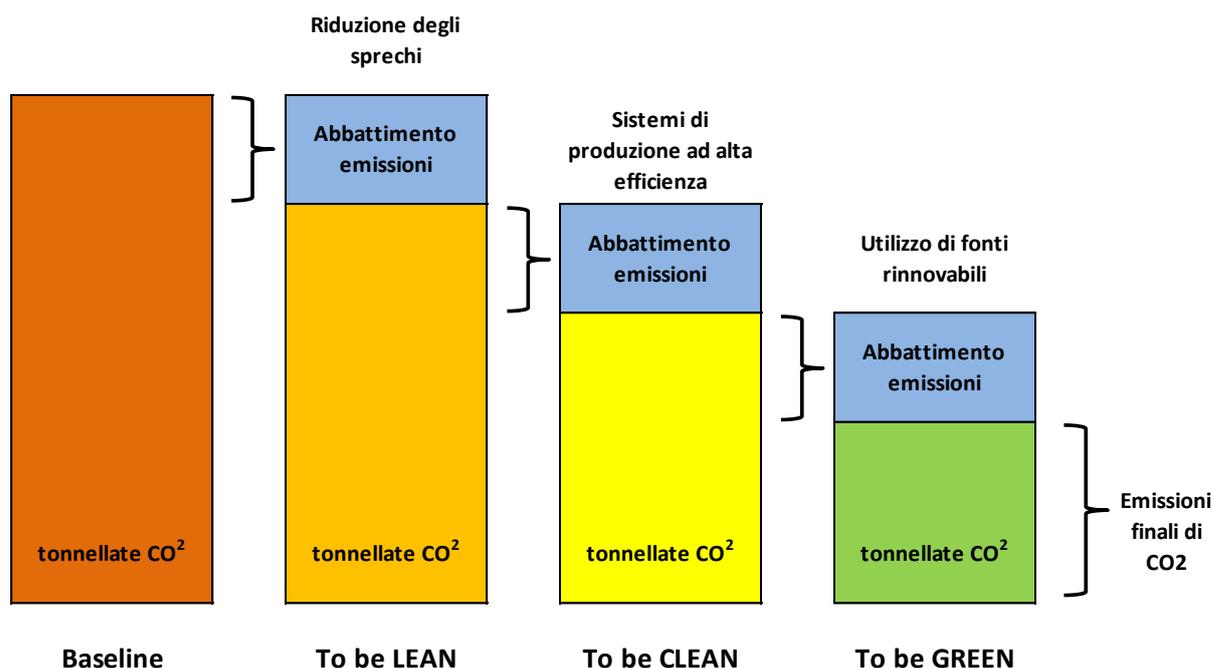
- m) Simulazione del comportamento energetico dell'edificio a seguito dell'attuazione delle varie EEM proposte singolarmente, ed individuazione della nuova classe energetica raggiungibile;
- n) Definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire 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



Secondo tale modello possono essere definite delle strategie di intervento al fine di conseguire un efficace riduzione dei consumi energetici e conseguente abbattimento delle emissioni di CO<sub>2</sub>, secondo tre livelli consequenziali:

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

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

Per tanto, nel caso di soluzioni integrate, dapprima si è valutata la fattibilità di ridurre gli sprechi mediante misure sull'involucro e sulla domanda d'utenza (anche relativamente ai sistemi di emissione, regolazione, distribuzione, accumulo), partendo dal baseline e a approdando a un nuovo valore di baseline ridotto, ("to Be Lean"). In seguito, da questo valore ridotto di baseline si è valutato il dimensionamento delle apparecchiature e il risparmio conseguibile dapprima dalla 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 servizi pubblici territoriali e di quartiere e parcheggi pubblici.

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale

LEGENDA

AMBITI DEL TERRITORIO EXTRAURBANO		AMBITI SPECIALI		INFRASTRUTTURE	
	AC-NI ambito di conservazione del territorio non insediato		parchi di interesse naturalistico e paesaggistico		autostrada esistente
	AC-VP ambito di conservazione del territorio di valore paesaggistico e panoramico		sistemi di paesaggio		autostrada di previsione
	AR-PA ambito di riqualificazione delle aree di produzione agricola		macro area paesaggistica		ferrovia esistente
	AR-PR (a) ambito di riqualificazione del territorio di presidio ambientale		ambito con disciplina urbanistica speciale		ferrovia di previsione
	AR-PR (b) ambito di riqualificazione del territorio di presidio ambientale		fascia di protezione "A" stabilimenti a rischio rilevante		trasporto pubblico in sede propria di previsione
	AC-CS ambito di conservazione del centro storico urbano		fascia di protezione "B" stabilimenti a rischio rilevante		SIS-I viabilità principale esistente
	AC-VU ambito di conservazione del verde urbano strutturato		aree di osservazione stabilimenti a rischio di incidente rilevante (Variante PTC della Provincia - D.C.P. 39/2006)		SIS-I viabilità principale di previsione
	AC-US ambito di conservazione dell'impianto urbano storico		ambito portuale		SIS-I viabilità di previsione
	AC-AR ambito di conservazione Antica Romana		aree di cava individuate dal Piano Territoriale delle attività estrattive		nodi infrastrutturali
	AC-IU ambito di conservazione dell'impianto urbanistico		aree di esproprio-cantiere relative a opere infrastrutturali		assi di relazione città-porto di previsione
	AR-UR ambito di riqualificazione urbanistica - residenziale		distretto di trasformazione		assi di relazione città-porto da concertare con Intesa L. 84/94
	AR-PU ambito di riqualificazione urbanistica produttivo - urbano		rete idrografica		SIS-S servizi pubblici territoriali e di quartiere e parcheggi pubblici
	AR-PI ambito di riqualificazione urbanistica produttivo - industriale		limiti amministrativi: Municipi		SIS-S servizi pubblici territoriali e di quartiere di valore storico paesaggistico
	ACC-L ambito complesso per la valorizzazione del litorale		limiti amministrativi: Comune		SIS-S servizi omnicriteriali



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

L'edificio ove sono ubicate le scuole risale al 1983 e ricade nella destinazione d'uso E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche.

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.

L'edificio ospitante il complesso scolastico oggetto della DE è costituito complessivamente da sei piani fuori terra di cui due seminterrati, nei quali si sviluppano le varie aule, i laboratori, la mensa e la palestra.

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>
Seminterrato 2	Magazzini, palestra	[m <sup>2</sup> ]	678,00	678,00	0
Seminterrato 1	Laboratori	[m <sup>2</sup> ]	688,55	688,55	0
Terra	Uffici, mensa	[m <sup>2</sup> ]	731,76	731,76	0
Primo	Aule	[m <sup>2</sup> ]	786,24	786,24	0
Secondo	Aule	[m <sup>2</sup> ]	786,24	786,24	0
Terzo	Aule	[m <sup>2</sup> ]	786,24	786,24	0
<b>TOTALE</b>		[m <sup>2</sup> ]	<b>4.457,03</b>	<b>4.457,03</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

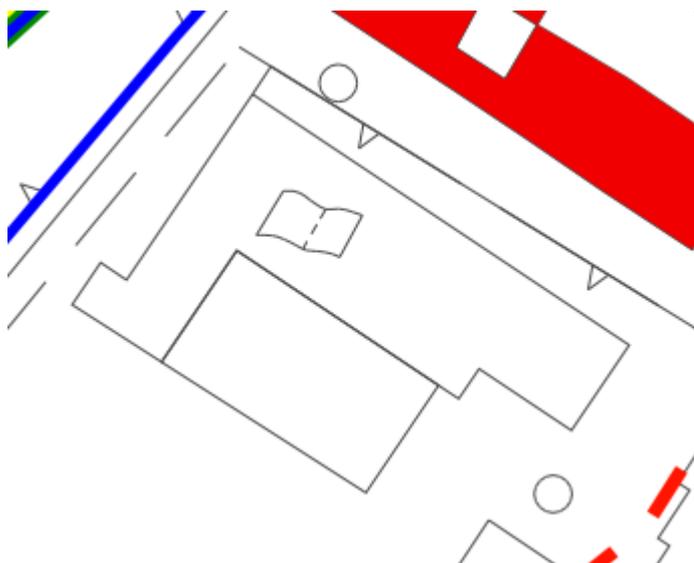
## 2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL'IMMOBILE INTERESSATE DAGLI INTERVENTI

Dal punto di vista storico-artistico l'edificio non presenta vincoli di sorta.

Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli

**LEGENDA COMPONENTI DEL PAESAGGIO DI RILEVANTE VALORE**

	Corso d'acqua		Asse urbano prospettico		Bosco misto latifoglie		Prateria, prato non sfalcato	<b>ARCHI COSTIERI</b>	Archi Costieri	<b>SISTEMI DI VALORE PAESAGGISTICO</b>	Sistemi di Valore Paesaggistico
	Crinale		Struttura urbana qualificata		Bosco misto conifere - latifoglie		Coltivo in abbandono	<b>UNITA' INSEDIATIVE TERRITORIALI IDENTITA' PAESAGGISTICA</b>	Unita' Insielative Territoriali Identita' Paesaggistica	<b>L</b>	L
	Percorso di origine storica certo		Ambito di paesaggio costiero		Lecceta		Prato sfalcato	<b>SIERRA</b>	Sierra	<b>Q</b>	Q
	Percorso di origine storica presunto		Luogo d'identita' paesaggistica		Faggeta		Frutteto	<b>VALLE D'ORO - AGULASANTA</b>	Valle d'Oro - Agulasanta		
	Percorso carrabile d'impianto		Paesaggio agrario		Pineta a pino marittimo		Uliveto	<b>VALLE D'ORO - AGULASANTA</b>	Valle d'Oro - Agulasanta		
	EM Emergenza paesaggistica		Visibilita' dei luoghi, panoramicita' delle visuali		Pineta a pino domestico		Vigneto	<b>VALLE D'ORO - AGULASANTA</b>	Valle d'Oro - Agulasanta		
	V-V Percorso e punto panoramico		Parco d'interesse naturalistico e paesaggistico		Arbusteto		Coltivazione intensiva, orto, orto urbano	<b>VALLE D'ORO - AGULASANTA</b>	Valle d'Oro - Agulasanta		
	Area di rispetto delle emergenze paesaggistiche		Macro area					<b>VALLE D'ORO - AGULASANTA</b>	Valle d'Oro - Agulasanta		
	Elemento storico-artistico ed emergenza esteticamente rilevante		Unita' insediativa d'identita' paesaggistica					<b>VALLE D'ORO - AGULASANTA</b>	Valle d'Oro - Agulasanta		
	Parco, giardino, verde strutturato		Sistema di paesaggio Antica Romana					<b>VALLE D'ORO - AGULASANTA</b>	Valle d'Oro - Agulasanta		
	Ambito del paesaggio urbano strutturato antico o della citta' moderna		Sistema Acquedotto Storico					<b>VALLE D'ORO - AGULASANTA</b>	Valle d'Oro - Agulasanta		



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

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

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA (4)	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM 1: cappotto esterno involucro opaco	-	Interferenza nulla	-
EEM 2: riqualificazione copertura	-	Interferenza nulla	-
EEM 3: sostituzione dei serramenti	-	Interferenza nulla	-
EEM 4: riqualificazione impianto di riscaldamento	-	Interferenza nulla	-
EEM 5: sostituzione apparecchi illuminanti	-	Interferenza nulla	-
EEM 6: installazione valvole termostatiche	-	Interferenza nulla	-

Nota (4): Legenda livelli di interferenza:

	Non perseguibile
	Perseguibile tramite adozione misure di tutela indicate
	Interferenza nulla

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

## 2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO

Durante la fase di sopralluogo è stato possibile rilevare gli orari di effettivo funzionamento dell'edificio, intesi come gli orari di espletamento delle lezioni e gli orari di effettiva presenza del personale all'interno dell'edificio scolastico.

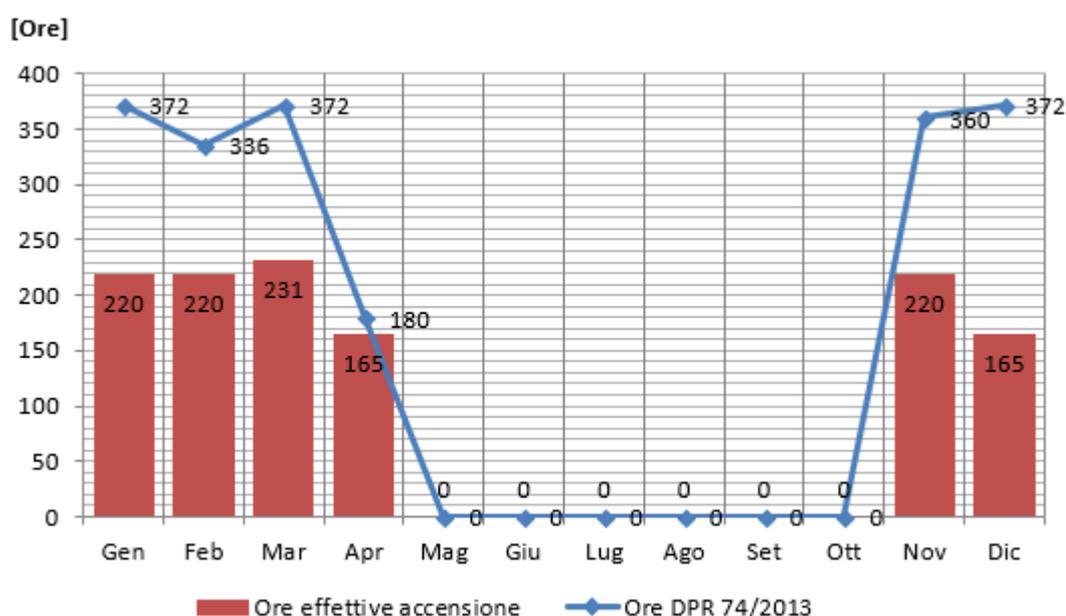
Gli orari di effettivo utilizzo dell'edificio sono stati ricavati tramite interviste al personale e visione del calendario scolastico, mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti sono stati forniti dal comune e verificati – ove possibile, da sonde di temperatura e umidità interna.

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

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

PERIODO	GIORNI SETTIMANALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
Dal 1 novembre al 15 aprile	dal lunedì al venerdì	8.00 – 15.00	6.30 – 17.30
	sabato e domenica	chiuso	chiuso
Dal 15 aprile al 31 ottobre	tutti i giorni	spento	spento

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



Dall'analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti non sono strettamente correlati agli orari di espletamento delle lezioni, poiché nelle ore pomeridiane quando le attività scolastiche sono parzialmente terminate l'impianto rimane comunque acceso fino a tardi pomeriggio.

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.

### 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 11 ore al giorno (DPR 74/2013).

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

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

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

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

Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 926 GG calcolati su 111 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	21%
Febbraio	28	10,5	28	266	20	20	190	21%
Marzo	31	11,1	31	276	21	21	187	20%
Aprile	30	15,3	15	71	20	15	73	8%
Maggio	31	18,7	-	-	21	-	-	-
Giugno	30	22,4	-	-	20	-	-	-
Luglio	31	24,6	-	-	20	-	-	-
Agosto	31	23,6	-	-	-	-	-	-
Settembre	30	22,2	-	-	20	-	-	-
Ottobre	31	18,2	-	-	21	-	-	-
Novembre	30	13,3	30	201	20	20	134	14%
Dicembre	31	10,0	31	310	15	15	150	16%
<b>TOTALE</b>	<b>365</b>	<b>16,7</b>	<b>166</b>	<b>1421</b>	<b>218</b>	<b>111</b>	<b>926</b>	<b>100%</b>

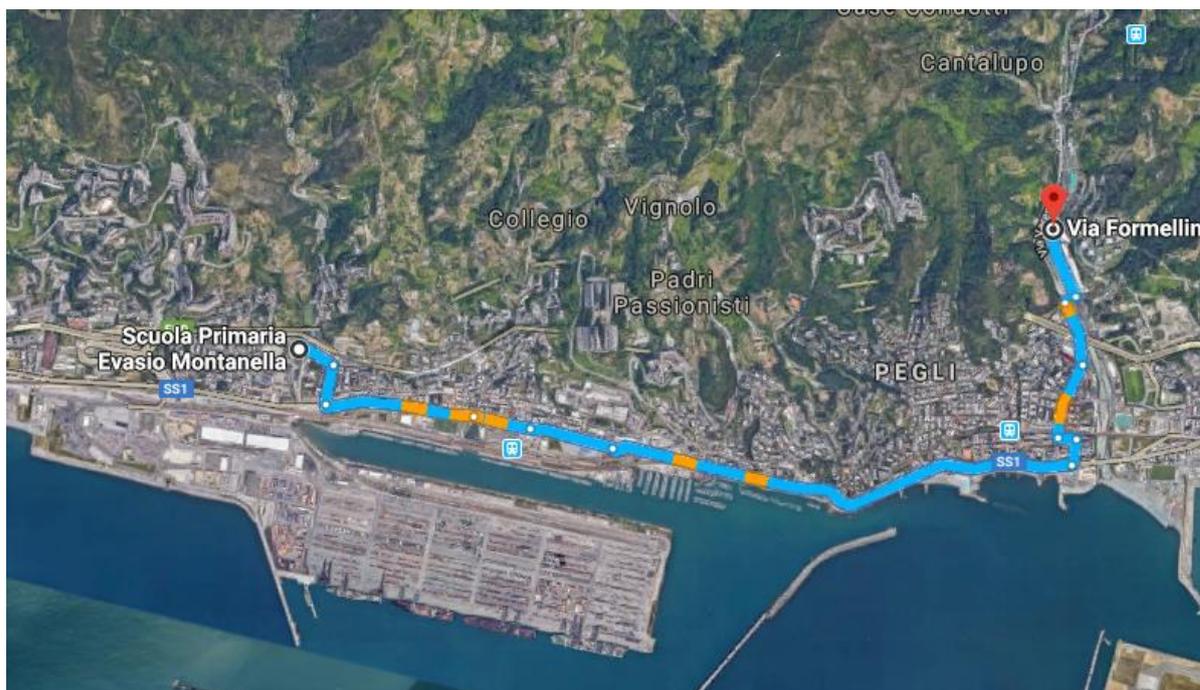
### 3.2 DATI CLIMATICI REALI

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

I dati climatici utilizzati sono stati rilevati dalla centralina meteo climatica GENOVA – PEGLI:

- Longitudine Gradi° Primi' Secondi'' 8° 49' 28.56''
- Latitudine Gradi° Primi' Secondi' 44° 25' 56.172''
- Altezza sul livello del mare (m) 69.

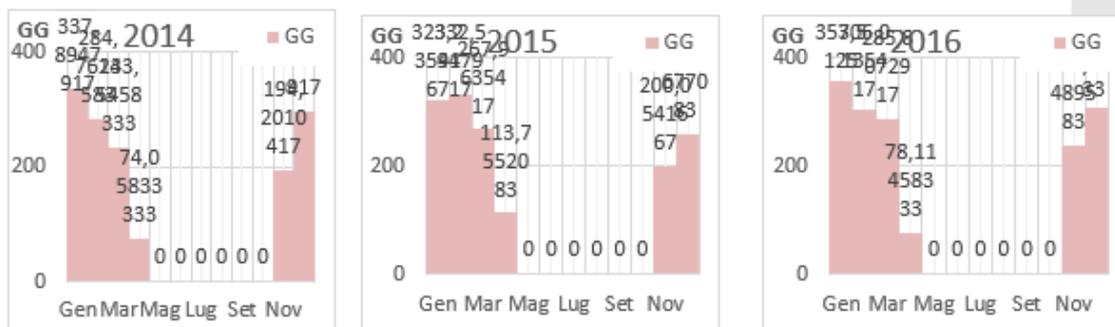
Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all'edificio oggetto di DE (Google Maps)



### 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



GG<sub>2014</sub>(166 giorni) = 1423

GG<sub>2015</sub>(166 giorni) = 1498

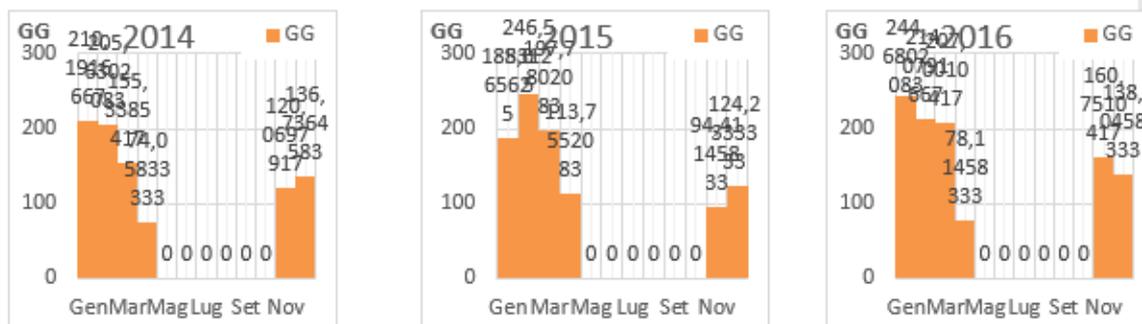
GG<sub>2016</sub>(166 giorni) = 1576

Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG reali sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 926 GG calcolati su 111 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento.

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

I GG così calcolati definiscono i GG<sub>real</sub> ai fini del processo di normalizzazione di cui al capitolo 5.1.1.

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



GG<sub>2014</sub>(111 giorni) = 902

GG<sub>2015</sub>(111 giorni) = 965

GG<sub>2016</sub>(111 giorni) = 1043

Come si può notare dai grafici sopra riportati, l'andamento dei GG aumenta nel triennio di analisi, indicando un sensibile aumento delle temperature esterne.

## 4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI

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

#### 4.1.1 Involucro opaco

L'involucro edilizio opaco che costituisce l'edificio è sostanzialmente composto da un unico blocco strutturale in calcestruzzo armato intonacato.

La struttura poggia su vespaio e la copertura esterna è piana.

I serramenti sono in telaio di alluminio con vetro singolo.

Figura 4.1 - Particolare della porzione di involucro



Il comportamento termico della struttura è molto influenzato dalla sua morfologia: pareti non isolate, copertura non isolata, serramenti poco performanti.

Figura 4.2 - Particolare della facciata



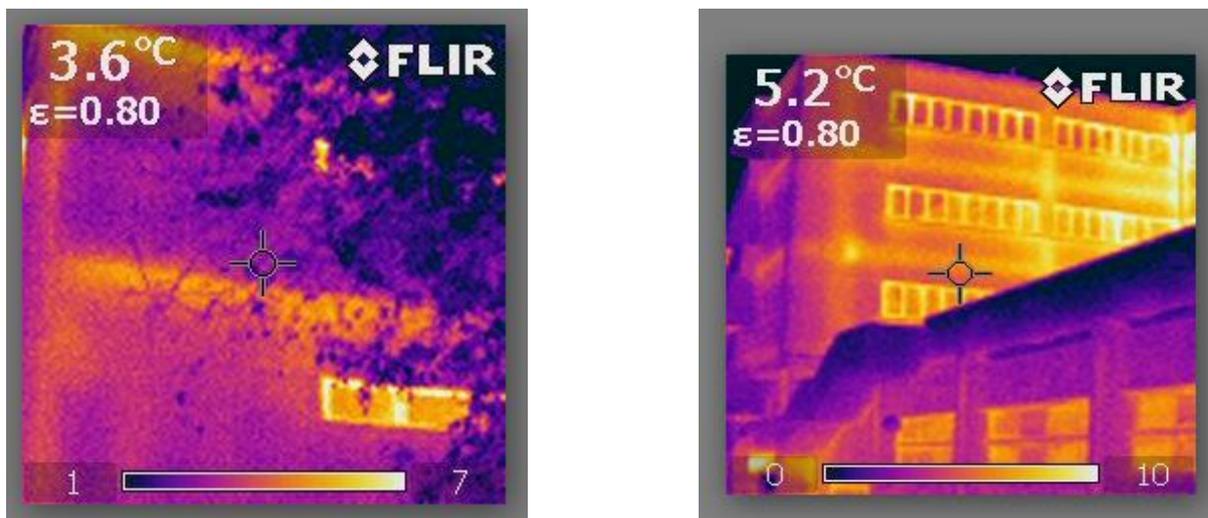
Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro e delle modalità di utilizzo degli ambienti interni si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- Rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di termo camera per determinare la posizione delle irregolarità termiche;

- Rilievo dei valori di temperatura ed umidità relativa interne, mediante posizionamento di sonde termoisometriche con frequenza di acquisizione ogni 30'.

Non si è proceduto alla verifica delle trasmittanze di parete mediante termoflussimetro, non avendo riscontrato, per il posizionamento dello strumento nelle zone in cui la misura poteva ritenersi significativa, le condizioni di sicurezza richieste per una misura validabile, per il tempo necessario.

Figura 4.3 – Rilievo termografico della parete

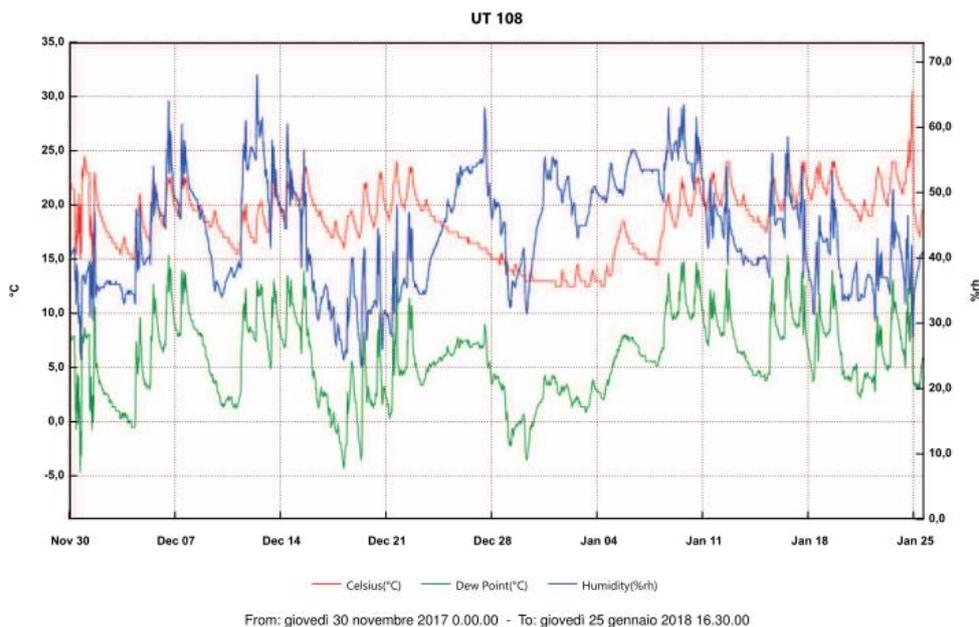


Dal 12 dicembre 2017 al 24 gennaio 2018 è stata posizionata, all'interno dell'edificio scolastico, una sonda che ha rilevato in continuo i valori di temperatura e umidità relativa, i cui risultati sono riportati in allegato - UT 108.

La sonda è stata posizionata in un'aula con presenza costante di studenti. Interrogando il corpo docenti sullo stato di comfort dell'istituto, si è cercato di posizionare la sonda nella zona più "critica" dell'istituto (o la più fredda o la più calda) per avere risultati significativi e utili ai fini della diagnosi.

Il grafico riporta le seguenti informazioni:

- la linea rossa riporta i valori di temperatura in °C, secondo la scala graduata a sinistra;
- la linea blu riporta i valori di umidità relativa, secondo la scala graduata sulla destra;
- la linea verde riporta il valore di temperatura (cd. temperatura di rugiada)



Dal grafico si nota che le temperature si mantengono – durante le giornate di lezione, sempre tra i 16 e i 20 °C. Solo tra il 14 e il 21 dicembre e nella settimana centrale di gennaio si registrano temperature superiori ai 22 °C.

I dettagli delle indagini diagnostiche effettuate sono riportati 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	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA	STATO DI CONSERVAZIONE
		[cm]		[W/m <sup>2</sup> K]	
Copertura	Copertura	30	Assente	1,436	Buono
Parete verticale	M1	12	Assente	1,818	Sufficiente
Parete verticale	M2	23	Assente	3,571	Sufficiente
Parete verticale	M2 NR	23	Assente	2,703	Buono
Parete verticale	M3	33	Assente	3,125	Sufficiente
Parete verticale	M3 NR	33	Assente	2,439	Buono
Parete verticale	M4	43	Assente	2,778	Sufficiente
Parete verticale	M4 NR	43	Assente	2,222	Buono
Parete verticale	M5	52	Assente	2,564	Sufficiente
Parete verticale	M5 NR	52	Assente	2,083	Buono
Pavimento controterra	Pavimento CT	30	Assente	1,415	Buono
Pavimento su portico	Pavimento su portico	30	Assente	1,354	Sufficiente

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 da serramenti con telaio in alluminio e vetri singoli.

Lo stato di conservazione degli stessi è piuttosto scarso, pertanto si generano infiltrazioni d'aria all'interno degli ambienti, causando dispersioni termiche e creando disagio per gli utenti presenti all'interno dell'edificio.

Figura 4.4 - Particolare dei serramenti



Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro e delle modalità di utilizzo degli ambienti interni si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- Rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di termo camera per determinare la posizione delle irregolarità termiche;
- Rilievo dei valori di temperatura ed umidità relativa interne, mediante posizionamento di sonde termoigrometriche con frequenza di acquisizione ogni 30'.

Non si è proceduto alla verifica delle trasmittanze di parete mediante termoflussimetro, non avendo riscontrato, per il posizionamento dello strumento nelle zone in cui la misura poteva ritenersi significativa, le condizioni di sicurezza richieste per una misura validabile, per il tempo necessario.

Figura 4.5 – Rilievo termografico dei serramenti



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

Tabella 4.2 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro trasparente

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	DIMENSIONI [HXL] [cm]	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Serramento verticale	F1	120X560	Alluminio	Singolo	5,184	Sufficiente
Serramento verticale	F2	120X505	Alluminio	Singolo	5,181	Sufficiente
Serramento verticale	F3	105X200	Alluminio	Singolo	5,117	Sufficiente
Serramento verticale	F4	60X340	Alluminio	Singolo	4,784	Sufficiente
Serramento verticale	F5	60X210	Alluminio	Singolo	4,741	Sufficiente
Serramento verticale	F6	60X505	Alluminio	Singolo	4,817	Sufficiente
Serramento verticale	F7	60X160	Alluminio	Singolo	4,663	Sufficiente
Serramento verticale	F8	60X50	Alluminio	Singolo	4,292	Sufficiente
Serramento verticale	F9	110X480	Alluminio	Singolo	4,935	Sufficiente
Serramento verticale	F10	110X300	Alluminio	Singolo	5,019	Sufficiente
Serramento verticale	F11	60X140	Alluminio	Singolo	4,741	Sufficiente
Serramento verticale	F12	60X80	Alluminio	Singolo	4,554	Sufficiente
Serramento verticale	F13	60X105	Alluminio	Singolo	4,658	Sufficiente
Serramento verticale	F14	60X70	Alluminio	Singolo	4,492	Sufficiente
Serramento verticale	F15	60X310	Alluminio	Singolo	4,765	Sufficiente
Serramento verticale	F16	150X655	Alluminio	Singolo	5,308	Sufficiente
Serramento verticale	F17	150X535	Alluminio	Singolo	5,316	Sufficiente
Serramento verticale	F18	120X260	Alluminio	Singolo	5,035	Sufficiente
Serramento verticale	F19	120X217	Alluminio	Singolo	5,091	Sufficiente
Serramento verticale	F20	120X160	Alluminio	Singolo	4,992	Sufficiente
Serramento verticale	F21	60X180	Alluminio	Singolo	4,699	Sufficiente
Serramento verticale	F22	60X120	Alluminio	Singolo	4,554	Sufficiente
Serramento verticale	F23	120X300	Alluminio	Singolo	5,110	Sufficiente
Serramento verticale	F24	120X320	Alluminio	Singolo	5,731	Sufficiente
Serramento verticale	F25	60X170	Alluminio	Singolo	4,682	Sufficiente
Serramento verticale	F26	120X650	Alluminio	Singolo	5,385	Sufficiente
Serramento verticale	F27	120X580	Alluminio	Singolo	5,290	Sufficiente
Serramento verticale	F28	130X230	Alluminio	Singolo	5,057	Sufficiente
Serramento verticale	F29	80X185	Alluminio	Singolo	4,976	Sufficiente
Serramento verticale	F30	230X505	Alluminio	Singolo	5,152	Sufficiente
Serramento verticale	F31	120X430	Alluminio	Singolo	5,065	Sufficiente
Serramento verticale	F32	150X350	Alluminio	Singolo	5,158	Sufficiente
Serramento verticale	F33	120X110	Alluminio	Singolo	4,838	Sufficiente
Serramento verticale	F34	150X600	Alluminio	Singolo	5,182	Sufficiente
Serramento verticale	F35	60X645	Alluminio	Singolo	4,866	Sufficiente
Serramento verticale	F36	150X160	Alluminio	Singolo	5,058	Sufficiente
Serramento verticale	F37	120X245	Alluminio	Singolo	5,026	Sufficiente
Serramento verticale	F38	60X240	Alluminio	Singolo	4,624	Sufficiente

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 n.1 caldaia tradizionale.

### 4.2.1 Sottosistema di emissione

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

- Radiatori su parete
- Aerotermi

Figura 4.6 – Particolare dei radiatori



Figura 4.7 – Particolare degli aerotermi



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 (UNI TS 11300:2)

ZONA TERMICA	TIPOLOGIA DI TERMINALE	RENDIMENTO
Scuola	Radiatori su parete	95%
Palestra	Aerotermi	95%

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

Tabella 4.4 - Riepilogo caratteristiche dei terminali di emissione installati

PIANO	TIPO DI INSTALLAZIONE	NUMERO	POTENZA TERMICA UNITARIA	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA
			[kW]	[kW]
Seminterrato 2	Radiatori su parete	8	1,386	11,086
Seminterrato 1	Radiatori su parete	20	1,421	28,427
Terra	Radiatori su parete	24	1,138	27,307
Primo	Radiatori su parete	25	1,312	32,792
Secondo	Radiatori su parete	24	1,212	29,080
Terzo	Radiatori su parete	33	1,747	57,646
Palestra	Aerotermi	-	-	5,000
<b>TOTALE</b>				<b>191,338</b>

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 e Allegato E – Mappatura termosifoni E856.

#### 4.2.2 Sottosistema di regolazione

La regolazione del funzionamento dell'impianto avviene attraverso l'impostazione degli orari di funzionamento. Non sono presenti termostati ambiente.

Figura 4.8 - Profilo di funzionamento invernale dell'impianto per la zona termica scuola

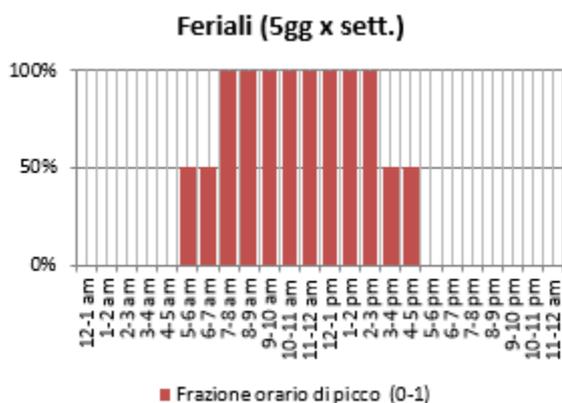
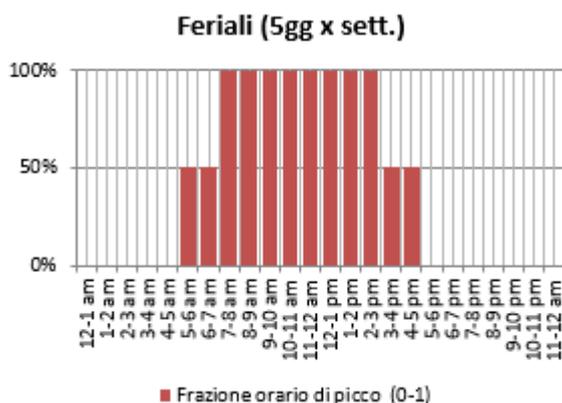


Figura 4.9 - Profilo di funzionamento invernale dell'impianto per la zona termica palestra



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 4.5:

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

ZONA TERMICA	TIPO DI REGOLAZIONE	RENDIMENTO
Scuola	Climatica	73,83%
Palestra	Climatica	73,83%

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 secondario di mandata ai radiatori (fluido termovettore acqua).



**Circuito secondario:** è' presente una pompa di circolazione gemellare per i quattro circuiti secondari così denominati:

- Zona 1: scuola;
- Zona 2: palestra;
- Zona 1: cucina;
- Zona 2: boiler acs.

Dai rilievi effettuati è stato possibile ricavare solo la potenza assorbita dalle pompe.

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

Tabella 4.6 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito secondario

	NOME	SERVIZIO	PORTATA <sup>(7)</sup>	PREVALENZA <sup>(7)</sup>	POTENZA ASSORBITA <sup>(8)</sup>
			m <sup>3</sup> /h	kPa	kW
Zona 1	P1/A – P1/B	mandata acqua calda	-	-	0,880
Zona 2	P2/A – P2/B	mandata acqua calda	-	-	0,155
Zona 3	P3/A – P3/B	mandata acqua calda	-	-	0,245
Zona 4	P4/A – P4/B	mandata acqua calda	-	-	0,200
<b>TOTALE</b>			-	-	<b>1,480</b>

Nota (5): Valori ricavati dal modello energetico

Nota (6): Valori ricavati da progetto

Nota (7): Valori ricavati da dati di targa

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

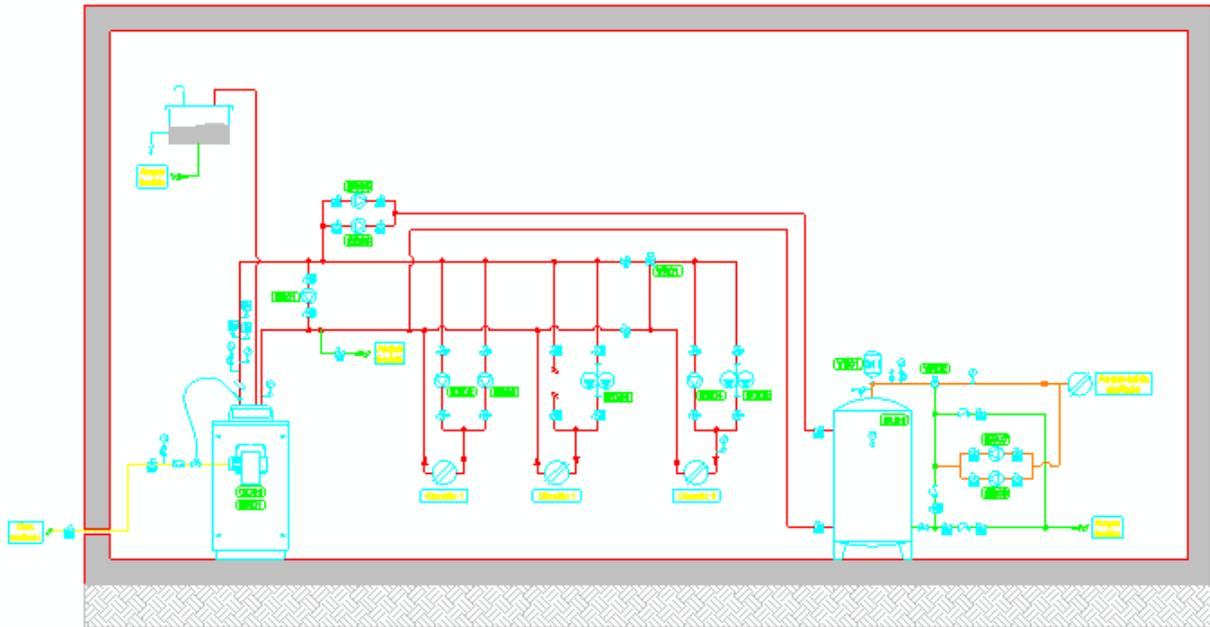
Tabella 4.7 – Temperature di mandata e ritorno del circuito secondario

	CIRCUITO		TEMPERATURA RILEVATA <sup>(6)</sup>	TEMPERATURA CALCOLO
			°C	°C
Zona 1	Mandata	Caldo	Non rilevata	70
	Ritorno	Caldo	Non rilevata	40
Zona 2	Mandata	Caldo	Non rilevata	55
	Ritorno	Caldo	Non rilevata	35
Zona 3	Mandata	Caldo	Non rilevata	70
	Ritorno	Caldo	Non rilevata	40
Zona 4	Mandata	Caldo	Non rilevata	70
	Ritorno	Caldo	Non rilevata	40

Nota (5): Valori utilizzati nel modello di calcolo

Nota (6): Valori ricavati da progetto

Figura 4.10 - Particolare dello schema di impianto



Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione è stato assunto nella DE pari al 99%.

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 n.1 caldaia tradizionale.

Figura 4.11 - Particolare del generatore



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

Tabella 4.8 - Riepilogo caratteristiche sistemi di generazione

Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE [kW]	POTENZA TERMICA UTILE [kW]	RENDIMENTO	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA [kW]
Gen 1 Riscaldamento	CARBOFUEL	-	-	475	418	94,8%	-

Il rendimento complessivo del sottosistema di generazione, in regime di riscaldamento è stato assunto nella DE pari al 81,90%.

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

#### 4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE

Le utenze sottese all'impianto elettrico, oltre a quelle precedentemente descritte, sono costituite essenzialmente da utenze locali quali ascensori, PC ed altri dispositivi in uso del personale e delle attività specifiche della destinazione d'uso.

Tali tipologie di utenze sono state raggruppate insieme e sono riportate nella Tabella 4.9.

Tabella 4.9 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche (UNI TS 11300:2)

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE W	POTENZA COMPLESSIVA W	ORE ANNUE DI UTILIZZO ore
Scuola	PC 1	1	900	900	1.260
Scuola	PC 2	1	500	500	1.080
Scuola	PC 3	11	600	6.600	1.080
Scuola	PC 4	3	500	1.500	720
Scuola	PC 5	1	500	500	1.260
Scuola	PC 6	4	600	2.400	1.260
Scuola	PC 7	1	600	600	360
Scuola	Lavagna interattiva 1	1	500	500	540
Scuola	Lavagna interattiva 2	1	500	500	720
Scuola	Lavagna interattiva 3	4	600	2.400	720
Scuola	Lavagna interattiva 4	1	800	800	720
Scuola	Proiettore 1	4	800	3.200	720
Scuola	Proiettore 2	2	600	1.200	720
Scuola	Proiettore 3	1	500	500	720
Scuola	Proiettore 4	1	100	100	630
Scuola	Proiettore 5	1	18	18	1.440
Scuola	Stereo 1	1	200	200	180
Scuola	Stereo 2	1	600	600	180
Scuola	Stereo 3	1	500	500	1.260
Scuola	Stereo 4	2	400	800	360
Scuola	Stereo 5	1	100	100	360
Scuola	Stereo 6	1	600	600	1.440
Scuola	Stereo 7	1	30	30	1.080

L'elenco riportato in tabella 4.13 fa riferimento alle principali utenze elettriche rilevate nell'edificio scolastico oltre all'illuminazione. Le utenze elettriche presenti nelle aule dedicate al ristoro del corpo insegnanti e di altro personale non sono riportati nella precedente tabella in quanto non significativi. Sono tuttavia state elencate nell'Allegato E - Schema energetico – E856 con specifiche caratteristiche. Ai fini di un'identificazione più precisa del funzionamento dei componenti elettrici si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- Rilievo con censimento di tutte le utenze elettriche e interviste al personale sulle ore di utilizzo / funzionamento
- Realizzazione di un modello energetico elettrico dove per ciascun'utenza rilevata sono state indicate le ore e i giorni di utilizzo, numero e potenza elettrica installata, fattori di

contemporaneità e di carico che hanno permesso di individuare il consumo annuo totale di tutte le utenze elettriche in funzione dei consumi rilevati da bolletta.

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Gli apparati ICT vengono utilizzati quasi per l'intera giornata
- Le altre utenze vengono usate solo in caso di necessità.

Figura 4.12 – Particolare rilievo



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.

#### 4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione è costituito da lampade di diverse tipologie, principalmente neon e fluorescenti da 36, 58, 8 e 18 W.

Figura 4.13 - Particolare dei corpi illuminanti



L'elenco e le caratteristiche dei corpi illuminanti sono riportate nella Tabella 4.10.

Tabella 4.10 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]
Tutte	Fluorescente	42	18	756
Tutte	Fluorescente	158	58	9.164
Tutte	Fluorescente	165	36	5.940
Tutte	Fluorescente	58	8	464

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

## 5 CONSUMI RILEVATI

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

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

I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Gas metano;
- Energia elettrica

Nel 2014 è stata effettuata una conversione da gasolio a gas metano, ma essendo tale valore significativo per la baseline non è stato inserito.

#### 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 (*)	1,0549	9,42
Gasolio	11,87 (*)	0,85	n/a	n/a	10,09

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

La fornitura di gas metano avviene tramite la presenza di 2 contatori i quali risultato a servizio dei seguenti utilizzi:

- Centrale termica per il riscaldamento degli ambienti della Zona 1;

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	Combustibile	2014			2015			2016		
			[lt]	[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
16220050622674	Riscaldamento	Gasolio	16.000	0	0	0	172.536	195.858	213.391		

		Metano	0	1.179	20.792	22.653			
3270017081083	Riscaldamento	Metano	0	1.220	1.543	1.274	11.492	14.533	12.001

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

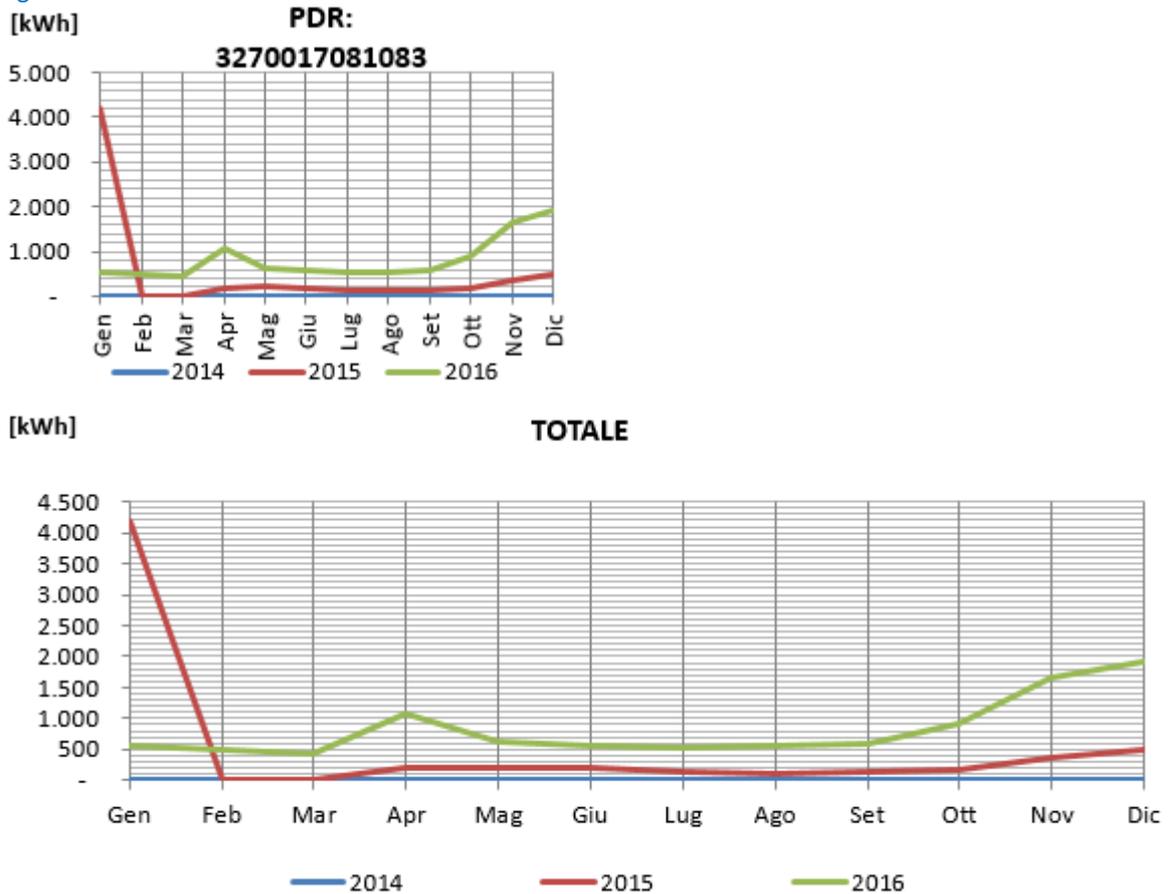
I consumi fatturati dalla società di fornitura sono riportati nella Tabella 5.3.

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

Mese	[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen		444	59	-	4.182	556
Feb			53	-	-	499
Mar			46	-	-	433
Apr		20	113	-	188	1.064
Mag		22	67	-	207	631
Giu		20	60	-	188	565
Lug		14	57	-	132	537
Ago		12	58	-	113	546
Set		15	63	-	141	593
Ott		19	97	-	179	914
Nov		39	175	-	367	1.649
Dic		53	204	-	499	1.922
Totale	-	658	1.052	-	6.198	9.910

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

Figura 5.1 – Andamento mensile dei consumi termici fatturati



Dall'analisi effettuata è emerso che il prelievo termico del triennio è caratterizzato da un valore minimo pari a 14 e un valore di massimo prelievo 204.

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.

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;

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

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

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 [166] GIORNI	GG <sub>RIF</sub> SU [661] GIORNI	CONSUMO REALE RISC. [Smc]	CONSUMO REALE RISC. [kWh]	$\alpha_{rif}$	CONSUMO NORMALIZZATO A [1421] GG [kWh]	CONSUMO ACS [kWh]	CONSUMO ALTRO [kWh]
2014	1.423	1.421	<b>2.399</b>	22.605	15,9	22.580		
2015	1.498	1.421	<b>22.335</b>	210.456	140,5	199.589		
2016	1.576	1.421	<b>23.927</b>	225.457	143,1	203.292		
<b>Media</b>	<b>1.499</b>	<b>1.421</b>	<b>16.220</b>	<b>152.839</b>	<b>102,0</b>	<b>144.889</b>		

Come si può notare dai dati riportati il comportamento energetico dell'edificio, negli anni considerati, è stato caratterizzato da un generico aumento dei consumi.

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]
$\overline{Q}_{ACS}$	--
$\overline{Q}_{ALTRO}$	--
$\overline{\alpha}_{rif} \times GG_{rif}$	<b>144.889</b>
<b><math>Q_{baseline}</math></b>	<b>144.889</b>

### 5.1.2 Energia elettrica

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

- Scuola elementare;
- Scuola materna;

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]
IT001E00096442	Scuola elementare e materna	60.552	58.523	67.893	72.416
<b>TOTALE</b>		<b>60.552</b>	<b>58.523</b>	<b>67.893</b>	<b>72.416</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-E856) ed è emerso che i consumi forniti dalla PA risultano maggiori di quelli ricavati dalle bollette.

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 62.323 kWh.

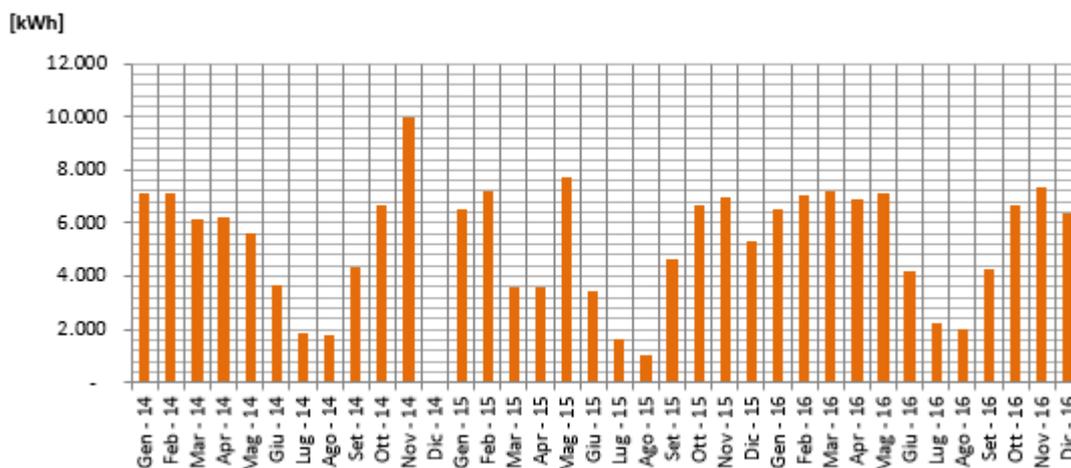
Tabella 5.7 – Consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fasce, per il triennio di riferimento

POD: IT001E00096442	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 14	4.719	1.006	1.362	7.087
Feb - 14	4.827	1.063	1.263	7.153
Mar - 14	3.960	982	1.220	6.162
Apr - 14	3.934	941	1.332	6.207
Mag - 14	3.728	814	1.065	5.607
Giu - 14	1.897	627	1.148	3.672
Lug - 14	657	375	812	1.844
Ago - 14	579	374	859	1.812
Set - 14	2.526	770	1.013	4.309
Ott - 14	4.370	1.119	1.200	6.689
Nov - 14	5.106	1.957	2.949	10.012
Dic - 14				-
<b>Totale</b>	<b>36.303</b>	<b>10.028</b>	<b>14.223</b>	<b>60.554</b>
POD: IT001E00096442	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 15	4.340	1.001	1.198	6.539
Feb - 15	4.877	1.052	1.306	7.235
Mar - 15	2.278	580	749	3.607
Apr - 15	2.278	580	749	3.607
Mag - 15	4.435	1.253	2.005	7.693
Giu - 15	1.956	641	861	3.458
Lug - 15	487	380	799	1.666
Ago - 15	186	227	664	1.077
Set - 15	2.501	793	1.367	4.661
Ott - 15	4.831	989	852	6.672
Nov - 15	4.804	1.047	1.148	6.999
Dic - 15	3.360	812	1.137	5.309
<b>Totale</b>	<b>36.333</b>	<b>9.355</b>	<b>12.835</b>	<b>58.523</b>

POD: IT001E00096442	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 16	4.175	1.050	1.264	6.489
Feb - 16	4.690	1.134	1.254	7.078
Mar - 16	4.711	1.136	1.353	7.200
Apr - 16	4.494	1.120	1.268	6.882
Mag - 16	4.675	1.125	1.306	7.106
Giu - 16	2.145	800	1.227	4.172
Lug - 16	634	576	1.057	2.267
Ago - 16	476	482	1.028	1.986
Set - 16	2.453	791	1.050	4.294
Ott - 16	4.322	1.085	1.274	6.681
Nov - 16	4.942	1.140	1.274	7.356
Dic - 16	3.989	1.023	1.370	6.382
Totale	41.706	11.462	14.725	67.893

I dati non inseriti non risultavano presenti nella documentazione fornita.

Figura 5.2 – Confronto tra i profili elettrici reali relativi a ciascun POD per il triennio di riferimento



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

Tali valori sono riportati nella Tabella 5.8.

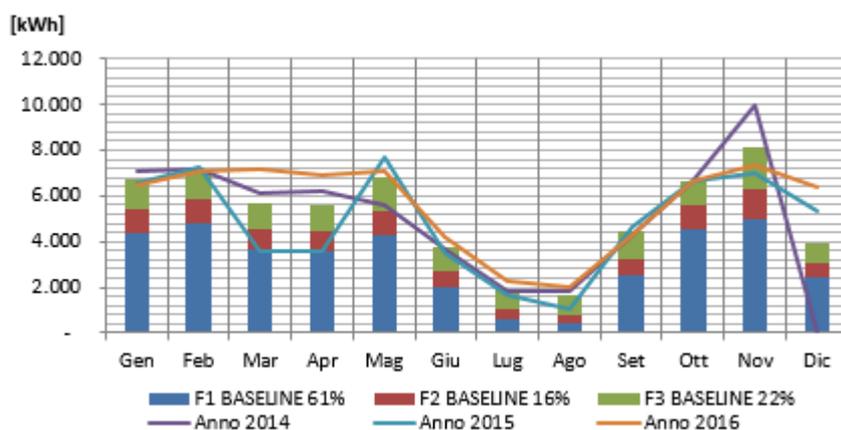
Tabella 5.8 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	4.411	1.019	1.275	6.705
Febbraio	4.798	1.083	1.274	7.155
Marzo	3.650	899	1.107	5.656
Aprile	3.569	880	1.116	5.565
Maggio	4.279	1.064	1.459	6.802
Giugno	1.999	689	1.079	3.767
Luglio	593	444	889	1.926

Agosto	414	361	850	1.625
Settembre	2.493	785	1.143	4.421
Ottobre	4.508	1.064	1.109	6.681
Novembre	4.951	1.381	1.790	8.122
Dicembre	2.450	612	836	3.897
Totale	38.114	10.282	13.928	62.323

L'andamento dei consumi elettrici mensili nel triennio di riferimento e di Baseline è riportato nei grafici in Figura 5.3.

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



I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano andamenti costanti con l'anno scolastico.

Non è stato possibile rappresentare i profili giornalieri dei consumi.

## 5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI

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

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

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

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

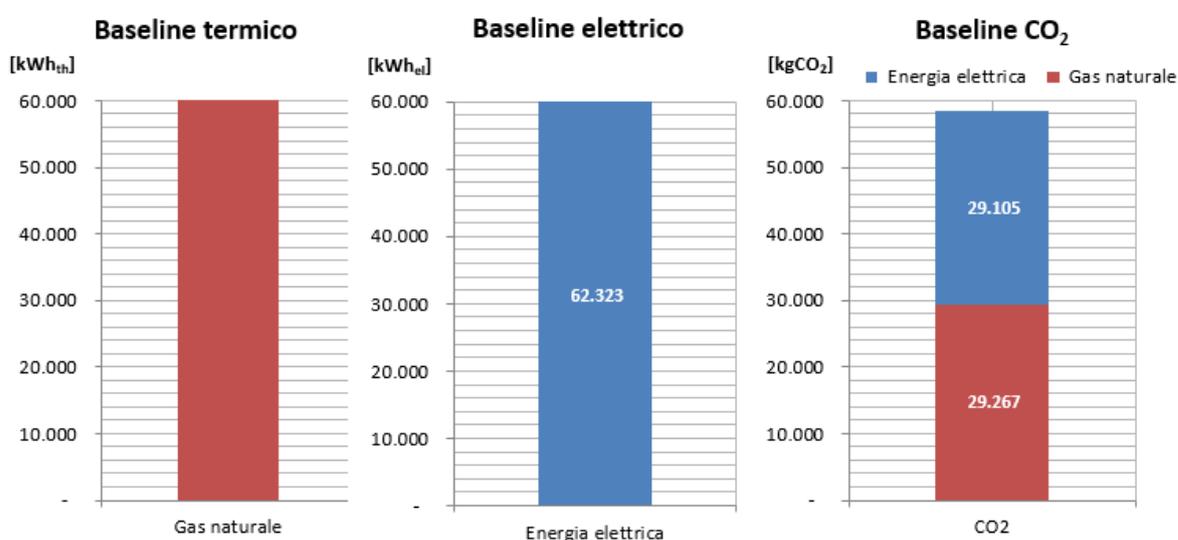
\* da "Linee Guida Patto dei Sindaci" per anno 2010

Applicando tali fattori di conversione è stato possibile valutare la Baseline delle emissioni di CO<sub>2</sub>, come riportato nella Tabella 5.10 – Baseline delle emissioni di CO<sub>2</sub>. Tabella 5.10 e nella Figura 5.4

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	144.886	0,202	29.267
Energia elettrica	62.323	0,467	29.105
Gasolio	16.000	0,267	4.272

Figura 5.4 – Rappresentazione grafica della Baseline dei consumi e delle emissioni di CO<sub>2</sub>.



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

Tabella 5.11 - Fattori di conversione in energia primaria dei vettori energetici

COMBUSTIBILE	F <sub>p,ren</sub>	F <sub>p,ren</sub>	F <sub>p,tot</sub>
Gas naturale	1,05	0	1,05
Energia elettrica da rete	1,95	0,47	2,42

La valutazione degli indicatori di performance è stata effettuata parametrizzando i consumi reali di Baseline di cui al Capitolo 5, in funzione dei fattori riportati nella Tabella 5.12.

Tabella 5.12 – Fattori di riparametrizzazione

PARAMETRO		VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	3.830	m <sup>2</sup>
FATTORE 1	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	4.456	m <sup>2</sup>
FATTORE 1	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	16.014	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>2</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>2</sup> ]
Gas naturale	150.183	1,05	157.692	41,2	35,4	9,8	7,92	6,81	1,89
GPL o gasolio	16.000	1,07	17.120	4,5	3,8	1,1	1,12	0,96	0,27
Energia elettrica	62.323	2,42	150.822	39,4	33,8	9,4	7,60	6,53	1,82
<b>TOTALE</b>			<b>325.634</b>	<b>85</b>	<b>73</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>14</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>2</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>2</sup> ]
Gas naturale	144.886	1,05	152.130	39,7	34,1	9,5	7,64	6,57	1,83
Energia elettrica	62.323	1,95	121.531	31,7	27,3	7,6	7,60	6,53	1,82
Gasolio	16.000	1,07	17.120	4,5	3,8	1,1	1,12	0,96	0,27
<b>TOTALE</b>			<b>290.781</b>	<b>76</b>	<b>65</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>4</b>

Figura 5.5 – Indicatori di performance e relative emissioni di CO<sub>2</sub> valutati in funzione della superficie utile riscaldata

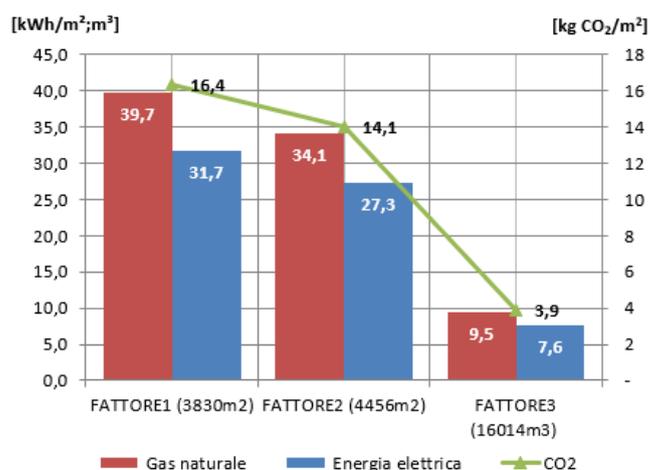
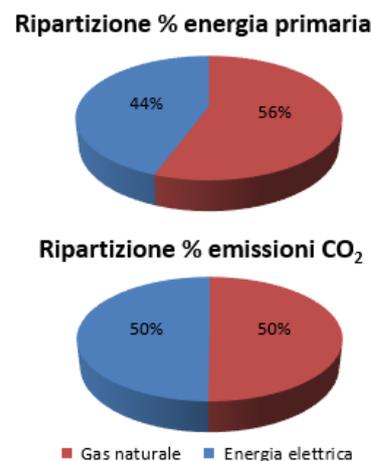


Figura 5.6 – Ripartizione % dei consumi di energia primaria e delle relative emissioni di CO<sub>2</sub>



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	25,71	29,40	31,49	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	15,26	13,77	14,84

E' stato quindi possibile effettuare un raffronto con le classi di merito riportate nelle suddette Linee Guida ENEA - FIRE, ottenendo per il riscaldamento una classe insufficiente e per l'energia elettrica una classe buona. Si veda dettaglio dei risultati nell'Allegato M.

## 6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO

### 6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO

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

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

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

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

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	EP <sub>gl,nren</sub>	kWh/mq anno	173,52	165,59
Climatizzazione invernale	EP <sub>H</sub>	kWh/mq anno	140,25	138,78
Produzione di acqua calda sanitaria	EP <sub>w</sub>	kWh/mq anno	0,00	0,00
Ventilazione	EP <sub>v</sub>	kWh/mq anno	0,00	0,00
Raffrescamento	EP <sub>c</sub>	kWh/mq anno	0,00	0,00
Illuminazione artificiale	EP <sub>L</sub>	kWh/mq anno	33,28	26,81
Trasporto di persone e cose	EP <sub>T</sub>	kWh/mq anno	0,00	0,00
Emissioni equivalenti di CO2	CO <sub>2eq</sub>	Kg/mq anno	37,70	35,98

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

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[m <sup>3</sup> /anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	57.031	237.382
Energia Elettrica	--	72.445

Il modello di calcolo utilizzato deve essere validato attraverso il confronto dei fabbisogno 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:

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

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

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

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

### 6.1.1 Validazione del modello termico

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

Si è quindi provveduto alla simulazione dei parametri reali di utilizzo dell'edificio considerando:

- Ore e giorni reali di funzionamento dell'impianto
- Temperature reali esterne (GG reali) ed interne (uso sonda di temperatura interna)
- Indici di affollamento: valutato l'indice di affollamento in funzione del numero di persone presenti e della superficie occupata da persone
- Rendimento generatore: dal dato di progetto si passa al valore dichiarato da prova fumi
- Indice di affollamento: viene ridotto l'indice di affollamento ipotizzando di ridurre l'indice

rispetto alle condizioni standard, dimezzando il numero delle persone presenti nell'istituto.

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	$EP_{gl,nren}$	kWh/mq anno	49,52	47,25
Climatizzazione invernale	$EP_H$	kWh/mq anno	40	39,6
Produzione di acqua calda sanitaria	$EP_w$	kWh/mq anno	0	0
Ventilazione	$EP_v$	kWh/mq anno	0	0
Raffrescamento	$EP_c$	kWh/mq anno	0	0
Illuminazione artificiale	$EP_L$	kWh/mq anno	9,5	7,65
Trasporto di persone e cose	$EP_T$	kWh/mq anno	0	0
Emissioni equivalenti di CO <sub>2</sub>	$CO_{2eq}$	Kg/mq anno	10,76	10,27

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

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	CONSUMO
	[mc/anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	16.273	153.340
Energia Elettrica	--	72.445

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

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

$Q_{teorico}$	$Q_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
148.667	144.886	3

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

### 6.1.2 Validazione del modello elettrico

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

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

$EE_{teorico}$	$EE_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
63.323	62.323	2

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

## 6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

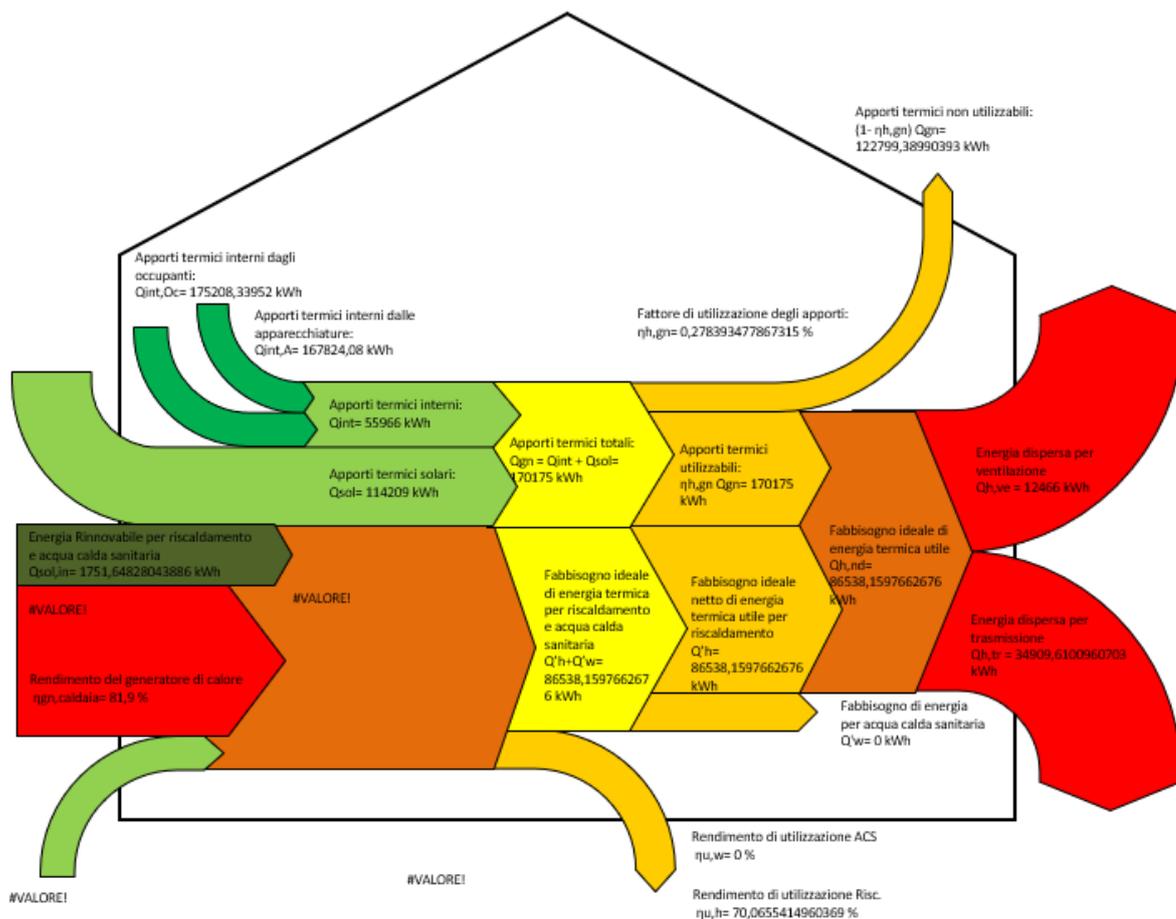
Al fine di valutare la prestazione energetica del sistema edificio-impianti si è reso necessario predisporre i risultati della modellazione energetica nella forma di un bilancio energetico che descriva

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

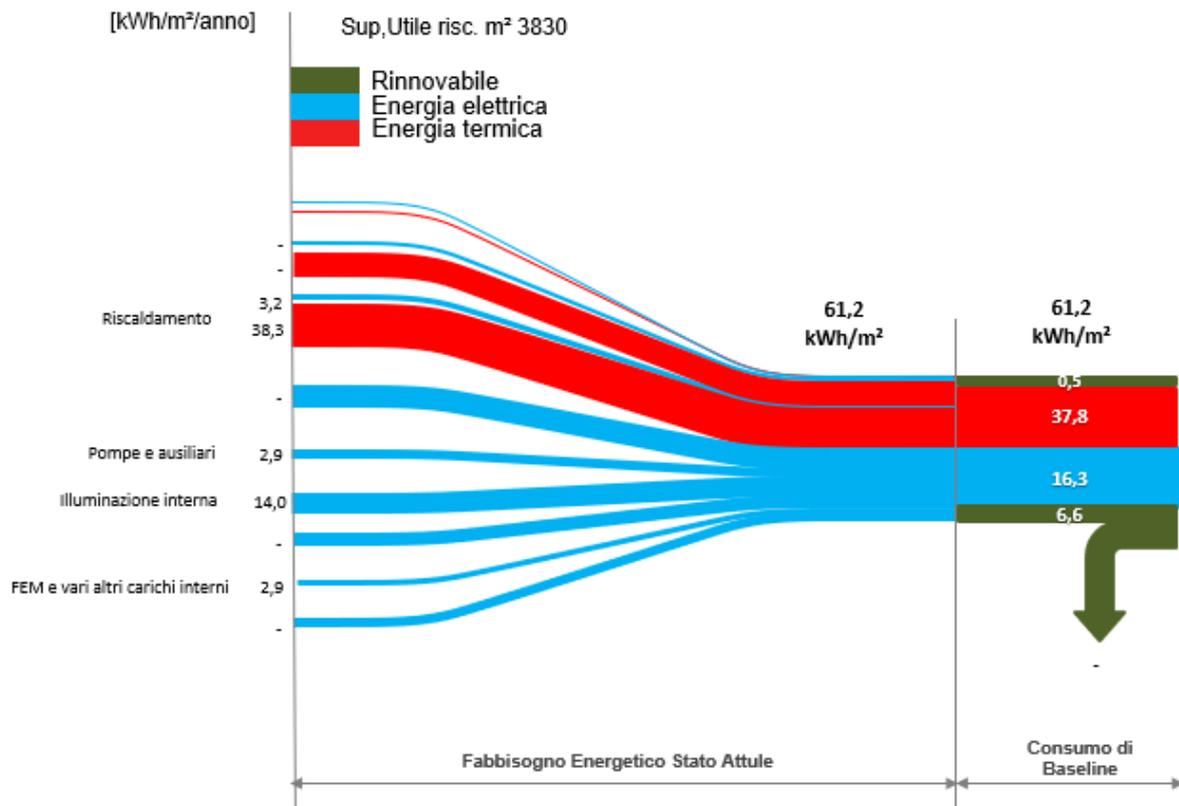
Figura 6.1 – Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio allo stato attuale



Dall'analisi del diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio è possibile notare che l'edificio presenta dei rendimenti globali medi stagionali bassi per riscaldamento. Questo è facilmente intuibile se consideriamo il fabbisogno globale di energia per perdite per ventilazione e trasmissione risultano molto alte, e questo rispecchia lo stato di fatto dell'immobile.

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

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



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

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

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

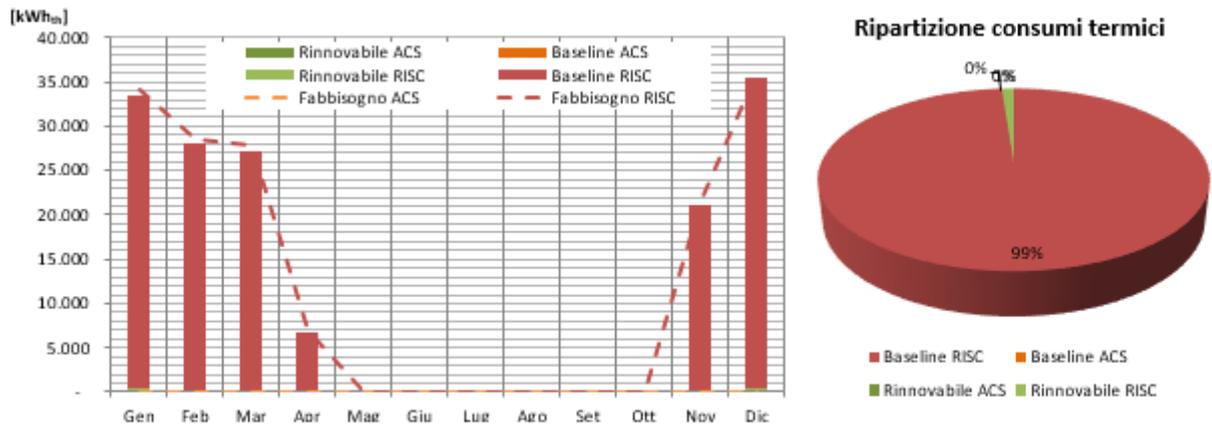
Nel caso in cui, invece i consumi teorici siano inferiori rispetto alla Baseline il termine “Altro – Congruità” rappresenta la differenza per eccesso tra i consumi specifici di Baseline ed i consumi teorici. Dall’analisi del diagramma di Sankey relativo al bilancio energetico complessivo dell’edificio è possibile notare che la maggior richiesta di energia è relativa alla parte di energia termica (con una quota di rinnovabile molto bassa).

### 6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

La creazione di un modello energetico consente di effettuare una più corretta ripartizione dei consumi energetici di Baseline in funzione dei diversi utilizzi presenti all’interno dell’edificio oggetto della DE. Tale profilo può essere confrontato con il profilo mensile 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 è riportato in Figura 6.3.

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



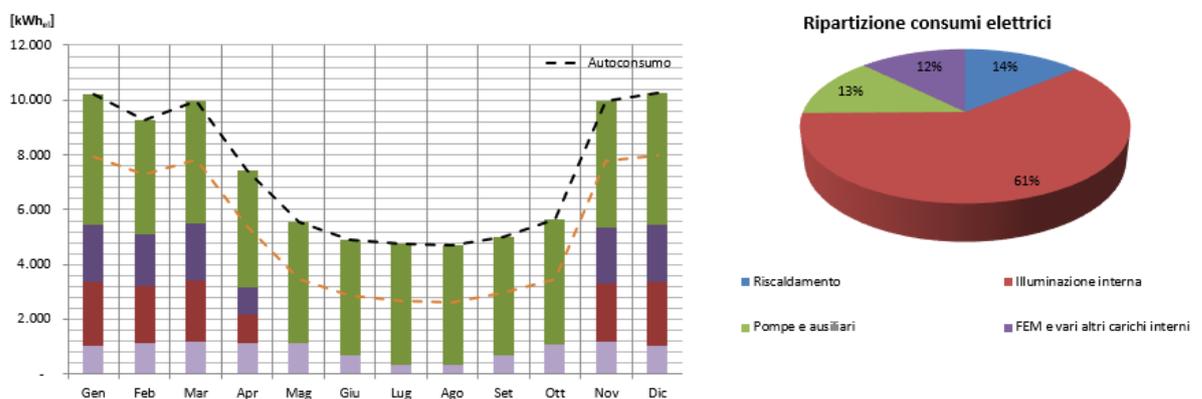
Si può notare come la maggior parte dei consumi termici sia da attribuirsi al riscaldamento.

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



Si può notare come la maggior parte dei consumi sia da attribuirsi all’illuminazione interna, pari circa al 60%.

## 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 due contratti differenti per i due PDR presenti all'interno dell'edificio, come di seguito elencato:

- PDR 1 – 16220050622674: contratto di Servizio Integrato Energia 3 (SIE3) stipulato dalla PA con un soggetto terzo, comprensivo sia la fornitura del vettore energetico che la conduzione e manutenzione degli impianti. Non è stato quindi possibile effettuare un'analisi dei costi di fatturazione del vettore energetico in quanto tali fatture non sono a disposizione della PA ;
- PDR 2 – 3270017081083: 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: 3270017081083	2015	2016
Indirizzo di fornitura	VIA BRANEGA 10/D	
Dati di intestazione fattura	COMUNE DI GENOVA 16124 GENOVA (GE) VIA DI FRANCIA 1	COMUNE DI GENOVA 16124 GENOVA (GE) VIA GARIBALDI 9
Società di fornitura	ENI spa	Energetic spa
Inizio periodo fornitura	01-04-2015	01-04-2016
Fine periodo fornitura	01-04-2016	-
Classe del contatore	G0006	G0006
Tipologia di contratto	UTENZE CON ATTIVITA' DI SERVIZIO PUBBLICO	Punto di riconsegna per usi diversi
Opzione tariffaria (*)		-
Valore del coefficiente correttivo dei consumi	1,023	1,023
Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile	9,42	9,42

Prezzi di fornitura del combustibile (\*) (IVA INCLUSA)

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

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

Dalle informazioni riportate nella tabella si può desumere che il fornitore è stato sostituito nel corso degli anni.

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

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

PDR: 3270017081083	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA		IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gen - 15	190	9	66	73	- 0	337	4.182	0,081
Feb - 15						-	-	-
Mar - 15						-	-	-
Apr - 15	18	12	8	12	-	50	188	0,265
Mag - 15						-	207	-
Giu - 15						-	188	-
Lug - 15	4	4	2	3	-	12	132	0,091
Ago - 15	3	4	1	2	-	11	113	0,096
Set - 15	4	4	2	3	0	13	141	0,090
Ott - 15	5	4	2	4	-	15	179	0,084
Nov - 15	11	4	5	8	0	27	367	0,073
Dic - 15	15	4	6	10	-	35	499	0,070
<b>Totale</b>	<b>250</b>	<b>43</b>	<b>93</b>	<b>115</b>	<b>- 0</b>	<b>500</b>	<b>6.198</b>	<b>0,081</b>
PDR: 3270017081083	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA		IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gen - 16	15	4	2	4	0	24	556	0,043
Feb - 16	14	4	-	-	-	18	499	0,035
Mar - 16	12	4	7	9	-	31	433	0,072
Apr - 16	23	6	15	22	0	67	1.064	0,063
Mag - 16	13	3	8	13	-	37	631	0,059
Giu - 16	12	3	7	12	-	34	565	0,060
Lug - 16	12	3	7	11	-	33	537	0,061
Ago - 16	12	3	7	11	-	33	546	0,061
Set - 16	13	3	8	12	-	36	593	0,060
Ott - 16	23	3	11	19	-	55	914	0,061
Nov - 16	41	3	20	34	-	98	1.649	0,059
Dic - 16	48	3	23	40	-	114	1.922	0,059
<b>Totale</b>	<b>238</b>	<b>37</b>	<b>116</b>	<b>189</b>	<b>0</b>	<b>580</b>	<b>9.910</b>	<b>0,058</b>

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

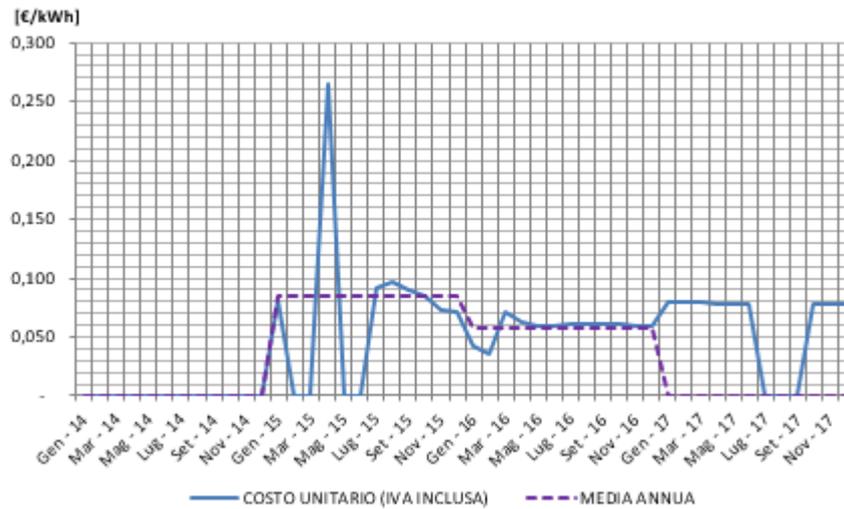
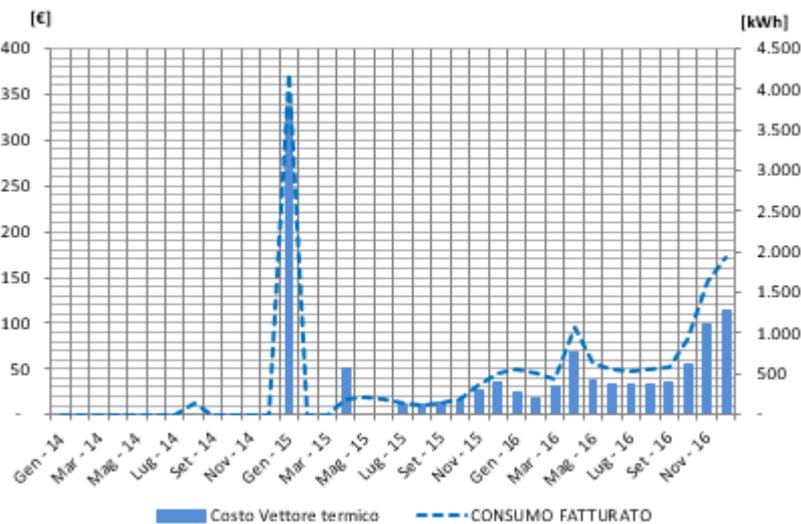


Figura 7.2 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia termica



### 7.1.2 Vettore elettrico

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

- POD 1 – IT001E00096442: 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: IT001E00096442	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura	VIA BRANEGA 10		
Dati di intestazione fattura	COMUNE DI GENOVA 16124 GENOVA (GE) VIA DI FRANCIA 1		
Società di fornitura	EDISON spa	GALA spa	IREN spa
Inizio periodo fornitura	01-10-2013	Aprile 2015	Aprile 2016
Fine periodo fornitura	Aprile 2015	Aprile 2016	-
Potenza elettrica impegnata	60,00	60,00	8,00
Potenza elettrica disponibile	60,00	60,00	60,00
Tipologia di contratto	Forniture in BT (escluso IP)	Utenza Altri Usi	Altri usi
Opzione tariffaria <sup>(1)</sup>	-	-	-
Prezzi del fornitura dell'energia elettrica <sup>(2)</sup>	12	15	15

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

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

Dalle informazioni riportate nella tabella si può desumere che il fornitore è stato sostituito nel corso degli anni e che la potenza elettrica disponibile è rimasta costante mentre quella impegnata è calata molto tra il 2015 e il 2016.

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: IT001E00096442	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]
Gen - 14	634	12	618	89	135	1.488	7.087	0,210
Feb - 14	650	12	625	89	138	1.515	7.153	0,212
Mar - 14	557	12	546	77	119	1.311	6.162	0,213
Apr - 14	587	12	566	78	124	1.367	6.207	0,220
Mag - 14	530	12	506	70	112	1.230	5.607	0,219
Giu - 14	336	12	372	46	77	843	3.672	0,229
Lug - 14	326	12	376	46	76	835	1.844	0,453
Ago - 14	315	12	380	45	75	828	1.812	0,457
Set - 14	395	12	405	54	87	953	4.309	0,221
Ott - 14	610	12	609	84	131	1.446	6.689	0,216
Nov - 14	876	12	899	125	191	2.104	10.012	0,210
Dic - 14		12	- 12		-	-	-	-
<b>Totale</b>	<b>5.817</b>	<b>145</b>	<b>5.889</b>	<b>802</b>	<b>####</b>	<b>#####</b>	<b>60.554</b>	<b>0,230</b>
POD: IT001E00096442	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]

Gen - 15	552	12	586	82	-	1.232	6.539	0,188
Feb - 15	588	12	656	90	135	1.480	7.235	0,205
Mar - 15	400	13	488	68	97	1.065	3.607	0,295
Apr - 15	212	14	319	45	-	590	3.607	0,164
Mag - 15	431	14	635	96	-	1.176	7.693	0,153
Giu - 15	186	14	308	43	-	551	3.458	0,159
Lug - 15	239	14	172	21	-	447	1.666	0,268
Ago - 15	155	14	126	13	-	309	1.077	0,287
Set - 15	225	14	360	48	-	647	4.661	0,139
Ott - 15	295	14	594	83	-	986	6.672	0,148
Nov - 15	296	14	621	87	-	1.019	6.999	0,146
Dic - 15	227	14	481	66	-	788	5.309	0,149
<b>Totale</b>	<b>3.806</b>	<b>162</b>	<b>5.345</b>	<b>744</b>	<b>231</b>	<b>#####</b>	<b>58.523</b>	<b>0,176</b>
<b>POD:</b> IT001E00096442	<b>QUOTA ENERGIA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE</b>	<b>IMPOSTE</b>	<b>IVA</b>	<b>TOTALE</b>	<b>CONSUMO FATTURATO</b>	<b>COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)</b>
<b>ANNO 2016</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[KWH]</b>	<b>[€/kWh]</b>
Gen - 16	279	14	537	81	-	912	6.489	0,140
Feb - 16	285	14	583	88	-	970	7.078	0,137
Mar - 16	304	14	680	90	-	1.088	7.200	0,151
Apr - 16	1.049	977		175	220	2.421	6.882	0,352
Mag - 16						-	7.106	-
Giu - 16	354	296		52	70	772	4.172	0,185
Lug - 16	205	166		28	40	439	2.267	0,194
Ago - 16	167	147		25	34	373	1.986	0,188
Set - 16	413	304		53	77	847	4.294	0,197
Ott - 16	685	469		84	124	1.361	6.681	0,204
Nov - 16	809	515		83	141	1.548	7.356	0,210
Dic - 16	687	448		80	121	1.336	6.382	0,209
<b>Totale</b>	<b>5.236</b>	<b>3.365</b>	<b>1.800</b>	<b>839</b>	<b>827</b>	<b>#####</b>	<b>67.893</b>	<b>0,178</b>

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

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

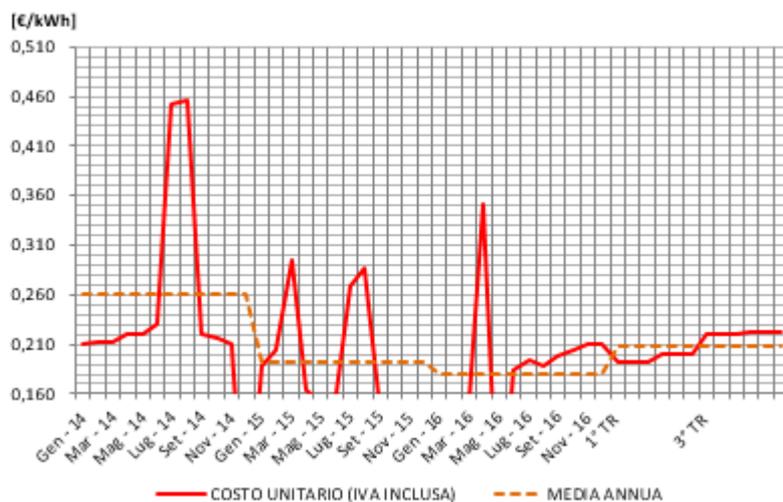
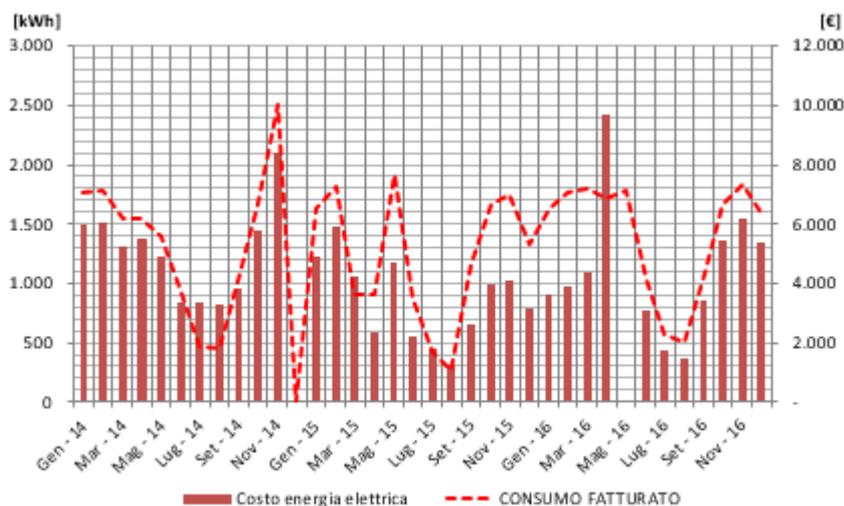


Figura 7.4 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia elettrica



Dall'analisi effettuata risulta evidente che l'andamento dei costi ha un picco nei periodi di aprile 2016, dovuto probabilmente al fatto che sono stati fatturati due mesi contemporaneamente.

## 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	-	141	-	13.919	60.554	0,230	13.919
2015	500	6.198	0,081	10.289	58.523	0,176	10.789
2016	580	9.910	0,058	12.067	67.893	0,178	12.647
2017	-	-	0,0793	-	-	0,207	-

Media	540	5.416	0,073	12.092	62.323	0,198	12.452
-------	-----	-------	-------	--------	--------	-------	--------

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>	0,0793	[€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	Cu <sub>EE</sub>	0,207	[€/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:

- L1-042-062 E56: servizio SIE3

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

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

Tali servizi prevedono il pagamento di un canone annuale da parte della PA pari a 23.555,17 €.

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

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

Definizione			Valore	U.M.
Costo per la gestione e manutenzione ordinaria	Corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere	CM <sub>O</sub>	21.200	[€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	CM <sub>S</sub>	2.356	[€/anno]

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

### 7.4 BASELINE DEI COSTI

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

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

Per la componente energetica vale la seguente formula:

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

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

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

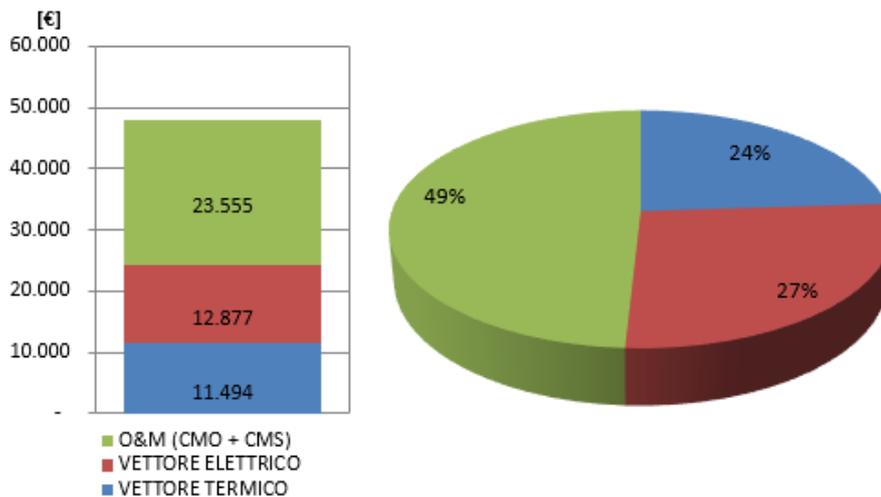
Ne risulta quindi un  $C_E$  pari a € 12.875 e un  $C_{baseline}$  pari a € 48.344.

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

VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO				O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )		TOTALE
$Q_{baseline}$	$Cu_Q$	$C_Q$	$EE_{baseline}$	$Cu_{EE}$	$C_{EE}$	$C_M$	$C_{MO}$	$C_{MS}$	$CQ+CEE+CM$
[kWh]	[€/kWh]	[€]	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
144.886	0,079	11.494	62.323	0,207	12.877	23.555	21.200	2.356	47.925

Figura 7.5 – Baseline dei costi e loro ripartizione

Figura 7.5 – Baseline dei costi e loro ripartizione



## 8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

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

#### 8.1.1 Involucro edilizio

##### EEM1: Cappotto esterno

###### Generalità

La misura prevede la realizzazione di un cappotto interno in polistirene espanso additivato con grafite (valore di conduttività pari a  $0,031 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ ) al fine di ridurre la trasmittanza termica di parete, protetto da una lastra in cartongesso.

La realizzazione del cappotto, migliorando la trasmittanza termica di parete, consente di ridurre l'energia termica dispersa per trasmissione ed un miglioramento delle condizioni di comfort termico

Figura 8.1 – Particolare di una facciata



###### Caratteristiche funzionali e tecniche

La parete verticale, mediante la realizzazione di un cappotto termico, raggiungerà un valore di trasmittanza termica inferiore a  $0,32 \text{ W/m}^2\text{°K}$ , così come stabilito dal DM 26 giugno 2015 per gli interventi di riqualificazione energetica nella zona climatica D a partire dal 2021.

###### 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, con garanzia decennale. Tutti i prodotti utilizzati dovranno essere corredati da Dichiarazione di Prestazione con marcatura CE.

###### Prestazioni raggiungibili

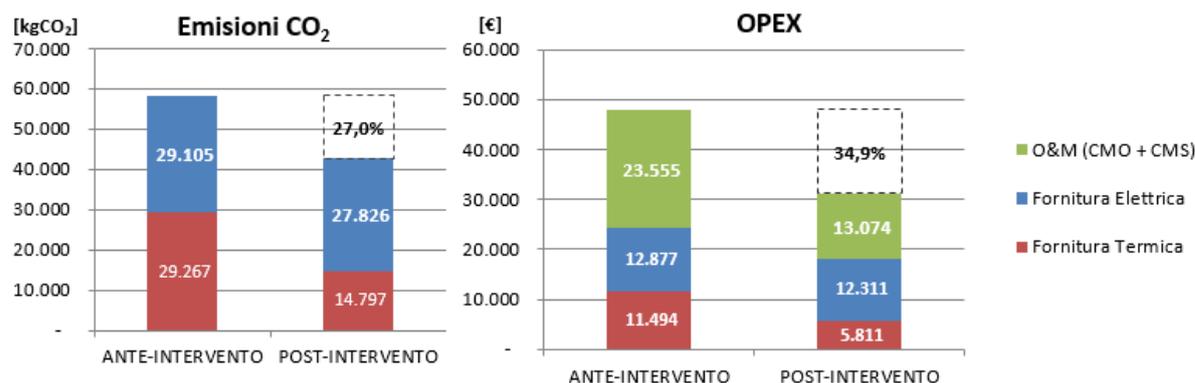
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM1 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.2.

Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 - cappotto esterno

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM1 trasmittanza	[W/m <sup>2</sup> K]	3	0,3	<b>90,0%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	153 340	77 529	<b>49,4%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	51.953	49.671	<b>4,4%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	144.886	73.254	<b>49,4%</b>
EE <sub>baseline</sub>	[kWh]	62.323	59.585	<b>4,4%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	29.267	14.797	<b>49,4%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	29.105	27.826	<b>4,4%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>58.372</b>	<b>42.624</b>	<b>27,0%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	11.494	5.811	<b>49,4%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	12.877	12.311	<b>4,4%</b>

<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	[€]	<b>24.370</b>	<b>18.122</b>	<b>25,6%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	21.200	10.719	<b>49,4%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	2.356	2.356	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>23.555</b>	<b>13.074</b>	<b>44,5%</b>
OPEX	[€]	<b>47.925</b>	<b>31.196</b>	<b>34,9%</b>
Classe energetica	[-]	G	F	+1 classi

Figura 8.2 – EEM1: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



## EEM2: Rifacimento copertura

### Generalità

La misura prevede la realizzazione di un isolamento termico in polistirene espanso ad alta densità (EPS, valore di conduttività pari a 0,033 W/m<sup>2</sup>K) al fine di ridurre la trasmittanza termica della copertura.

La realizzazione dell'isolamento, migliorando la trasmittanza termica della copertura, consente di ridurre l'energia termica dispersa per trasmissione ed un miglioramento delle condizioni di comfort termico.

### Caratteristiche funzionali e tecniche

La copertura, mediante la realizzazione di un isolamento termico, raggiungerà un valore di trasmittanza termica pari a 0,24 W/m<sup>2</sup>°K, così come stabilito dal DM 26 giugno 2015 per gli interventi di riqualificazione energetica nella zona climatica D a partire dal 2021. A protezione dell'isolamento termico e per garantire l'impermeabilità della copertura, verrà realizzata una doppia guaina bituminosa, la più esterna delle quali avrà un valore di riflettanza solare non inferiore a 0,76, così come stabilito dal DM 11 ottobre 2017, in tema di criteri ambientali minimi per gli edifici pubblici.

### Descrizione dei lavori

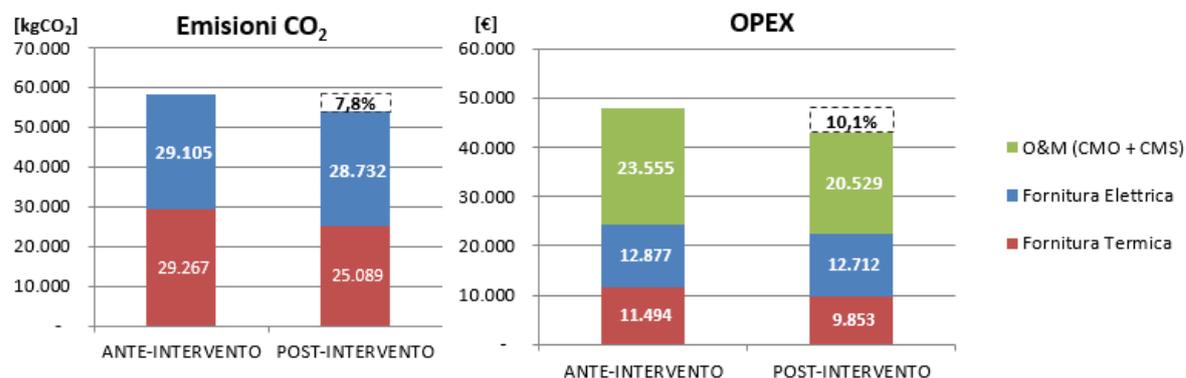
La posa deve essere effettuata da personale tecnico specializzato che rilasci una garanzia di conformità di installazione del prodotto rispetto alle specifiche tecniche, con garanzia decennale. Tutti i prodotti utilizzati dovranno essere corredati da Dichiarazione di Prestazione con marcatura CE.

### Prestazioni raggiungibili

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

Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – COPERTURA

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM2 trasmittanza	[W/m <sup>2</sup> K]	1,4	0,26	<b>81,4%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	148.667	127.443	<b>14,3%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	63.323	62.512	<b>1,3%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	144.886	124.201	<b>14,3%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	62.323	61.525	<b>1,3%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	29.267	25.089	<b>14,3%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	29.105	28.732	<b>1,3%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>58.372</b>	<b>53.821</b>	<b>7,8%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	11.494	9.853	<b>14,3%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	12.877	12.712	<b>1,3%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>24.370</b>	<b>22.564</b>	<b>7,4%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	21.200	18.173	<b>14,3%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	2.356	2.356	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>23.555</b>	<b>20.529</b>	<b>12,8%</b>
OPEX	[€]	<b>47.925</b>	<b>43.093</b>	<b>10,1%</b>
Classe energetica	[-]	G	G	+0 classi

Figura 8.3 – EEM2: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline

### **EEM3: sostituzione serramenti**

#### **Generalità**

La misura prevede la sostituzione dei serramenti esistenti con nuovi serramenti in PVC, al fine di ridurre la trasmittanza termica degli stessi.

La posa di nuovi serramenti, migliorando la trasmittanza termica degli infissi, consente di ridurre l'energia termica dispersa per trasmissione, un miglioramento delle condizioni di comfort termico e, con l'utilizzo di vetri stratificati, una significativa riduzione del rumore esterno.

Figura 8.4 – Serramento



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

I nuovi serramenti raggiungeranno un valore di trasmittanza termica inferiore a  $1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ , così come stabilito dal DM 26 giugno 2015 per gli interventi di riqualificazione energetica nella zona climatica D a partire dal 2021.

Il serramento avrà un doppio vetro, costituito da due lastre stratificate, livello di sicurezza 2(B)2 secondo norma UNI EN 12600 ed un valore di trasmissione solare inferiore o uguale a 0,35, così come stabilito dal DM 26 giugno 2015.

#### **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, con garanzia decennale. Tutti i prodotti utilizzati dovranno essere corredati da Dichiarazione di Prestazione con marcatura CE.

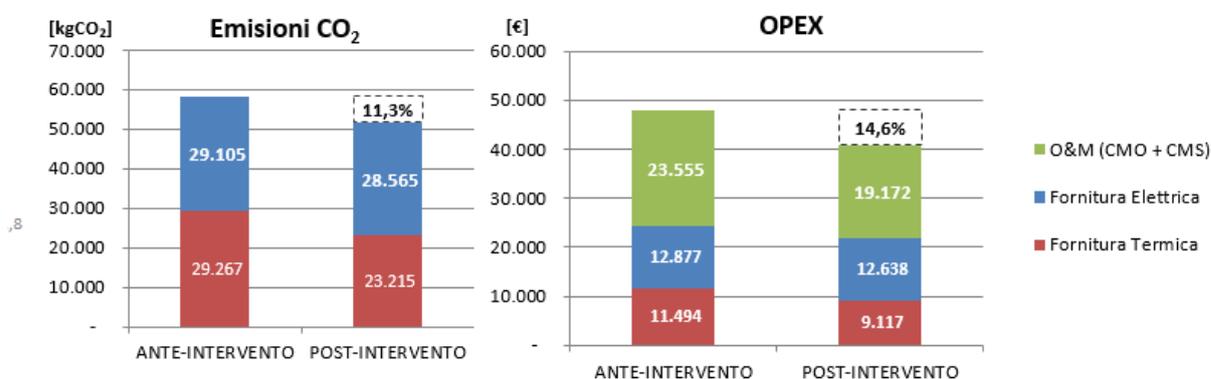
#### **Prestazioni raggiungibili**

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM3 sono riportati nella Tabella 8.3 e Figura 8.5.

Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM3 – sostituzione serramenti

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM3 trasmittanza	[W/m²K]	5	1,3	<b>74,0%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	148.667	117.925	<b>20,7%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	63.323	62.149	<b>1,9%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	144.886	114.925	<b>20,7%</b>
EE <sub>baseline</sub>	[kWh]	62.323	61.167	<b>1,9%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	29.267	23.215	<b>20,7%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	29.105	28.565	<b>1,9%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>58.372</b>	<b>51.780</b>	<b>11,3%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	11.494	9.117	<b>20,7%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	12.877	12.638	<b>1,9%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>24.370</b>	<b>21.755</b>	<b>10,7%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	21.200	16.816	<b>20,7%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	2.356	2.356	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>23.555</b>	<b>19.172</b>	<b>18,6%</b>
OPEX	[€]	<b>47.925</b>	<b>40.926</b>	<b>14,6%</b>
Classe energetica	[-]	G	G	+0 classi

Figura 8.5 – EEM3: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



### 8.1.2 Impianto riscaldamento

#### EEM4: Sostituzione caldaia

##### Generalità

La misura prevede la sostituzione del generatore di calore con un generatore a gas metano a condensazione.

La sostituzione del generatore di calore, comporterà un miglior rendimento nella combustione del gas metano e, conseguentemente, una riduzione delle emissioni

Figura 8.6 – Particolare della caldaia



##### Caratteristiche funzionali e tecniche

L'intervento prevede la riqualificazione generale della centrale termica, con la installazione di un nuovo generatore di calore a condensazione. La potenza termica del nuovo generatore viene assunta pari a quella del generatore esistente, considerando il singolo intervento, senza ulteriori interventi sull'involucro edilizio.

##### Descrizione dei lavori

La sostituzione del generatore di calore deve essere effettuata da personale tecnico specializzato che rilasci una garanzia di conformità di installazione del prodotto rispetto alle specifiche tecniche, con garanzia decennale. Tutti i prodotti utilizzati dovranno essere corredati da Dichiarazione di Prestazione con marcatura CE.

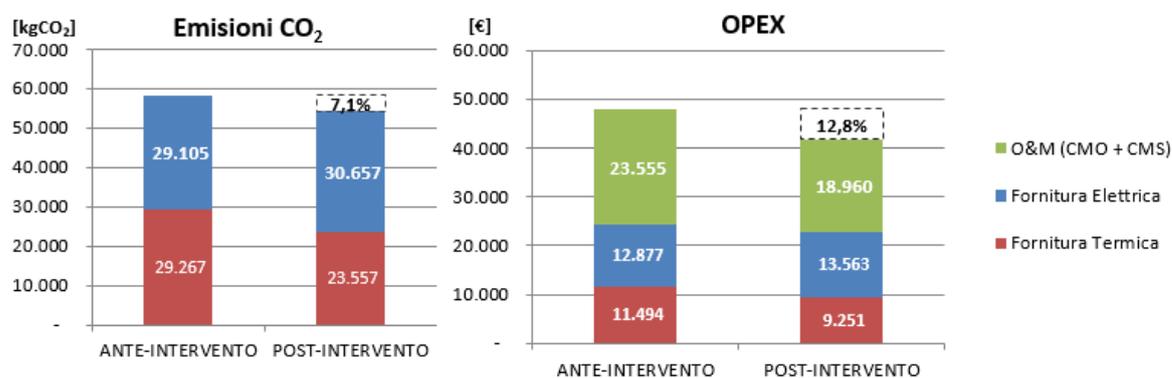
##### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM4 sono riportati nella Tabella 8.4 e Figura 8.7.

Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM4 – sostituzione caldaia

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM4 - rendimento di generazione	-	81,9	104	<b>27,0%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	148.667	119.663	<b>19,5%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	63.323	66.701	<b>-5,3%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	144.886	116.619	<b>19,5%</b>
EE <sub>baseline</sub>	[kWh]	62.323	65.647	<b>-5,3%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	29.267	23.557	<b>19,5%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	29.105	30.657	<b>-5,3%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>58.372</b>	<b>54.214</b>	<b>7,1%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	11.494	9.251	<b>19,5%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	12.877	13.563	<b>-5,3%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>24.370</b>	<b>22.815</b>	<b>6,4%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	21.200	17.064	<b>19,5%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	2.356	1.896	<b>19,5%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>23.555</b>	<b>18.960</b>	<b>19,5%</b>
OPEX	[€]	<b>47.925</b>	<b>41.775</b>	<b>12,8%</b>
Classe energetica	[-]	G	G	+0 classi

Figura 8.7 – EEM4: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



## **EEM6: Valvole termostatiche e pompe a giri variabili**

### **Generalità**

**La misura prevede l'installazione di valvole termostatiche sui radiatori e installazione di inverter sulle pompe di circolazione.**



### **Caratteristiche funzionali e tecniche**

La misura prevede l'installazione di valvole termostatiche sui radiatori e installazione di inverter sulle pompe di circolazione.

### **Descrizione dei lavori**

L'installazione delle valvole e degli inverter deve essere effettuata da personale tecnico specializzato che rilasci una garanzia di conformità di installazione del prodotto rispetto alle specifiche tecniche, con garanzia decennale. Si prevede tale attività nella stagione estiva.

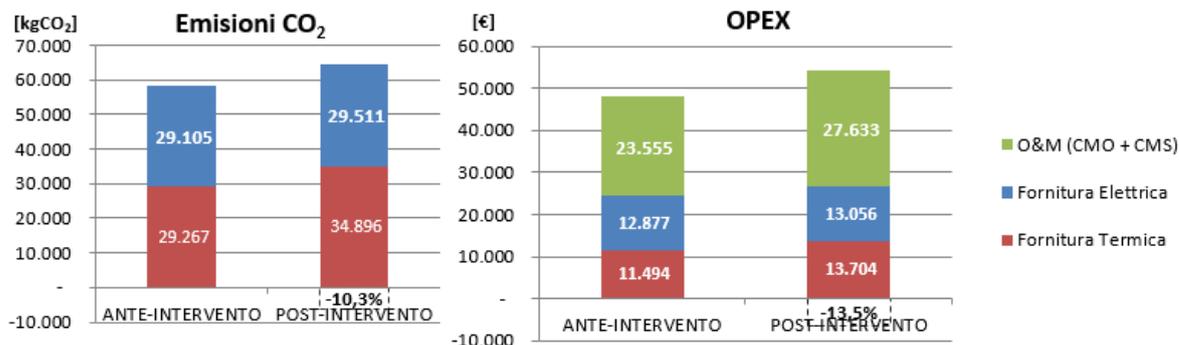
### **Prestazioni raggiungibili**

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM6 sono riportati nella Tabella 8.5 e Figura 8.8.

Tabella 8.5 – Risultati analisi EEM6 – valvole termostatiche e pompe a giri variabili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
<b>EM6 rendimento di regolazione</b>	-	<b>69,2</b>	<b>99,5</b>	<b>43,8%</b>
$Q_{teorico}$	[kWh]	148.667	177.261	-19,2%
$EE_{teorico}$	[kWh]	63.323	64.208	-1,4%
$Q_{baseline}$	[kWh]	144.886	172.752	-19,2%
$EE_{baseline}$	[kWh]	62.323	63.194	-1,4%
<b>Emiss. CO2 Termico</b>	[kgCO <sub>2</sub> ]	<b>29.267</b>	<b>34.896</b>	<b>-19,2%</b>
<b>Emiss. CO2 Elettrico</b>	[kgCO <sub>2</sub> ]	<b>29.105</b>	<b>29.511</b>	<b>-1,4%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	[kgCO <sub>2</sub> ]	<b>58.372</b>	<b>64.407</b>	<b>-10,3%</b>
<b>Fornitura Termica, C<sub>Q</sub></b>	[€]	<b>11.494</b>	<b>13.704</b>	<b>-19,2%</b>
<b>Fornitura Elettrica, C<sub>EE</sub></b>	[€]	<b>12.877</b>	<b>13.056</b>	<b>-1,4%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	[€]	<b>24.370</b>	<b>26.761</b>	<b>-9,8%</b>
$C_{MO}$	[€]	21.200	25.277	-19,2%
$C_{MS}$	[€]	2.356	2.356	0,0%
<b>O&amp;M (C<sub>MO</sub> + C<sub>MS</sub>)</b>	[€]	<b>23.555</b>	<b>27.633</b>	<b>-17,3%</b>
<b>OPEX</b>	[€]	<b>47.925</b>	<b>54.393</b>	<b>-13,5%</b>
<b>Classe energetica</b>	[-]	<b>G</b>	<b>E</b>	<b>+2 classi</b>

Figura 8.8 – EEM6: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



### 8.1.3 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico

#### EEM5: Sostituzione lampade

##### Generalità

La misura preveda la sostituzione dei corpi illuminanti nelle aule, corridoi, servizi igienici e aule del personale.

##### Caratteristiche funzionali e tecniche

Verranno installati corpi illuminanti a led, con accensione e spegnimento automatico con sensore di presenza nei corridoi e nei bagni. Nelle aule ci sarà la possibilità di regolare manualmente l'illuminazione. Sarà installato un orologio per lo spegnimento automatico di tutti i corpi durante le ore notturne (tranne le luci di emergenza).

### Descrizione dei lavori

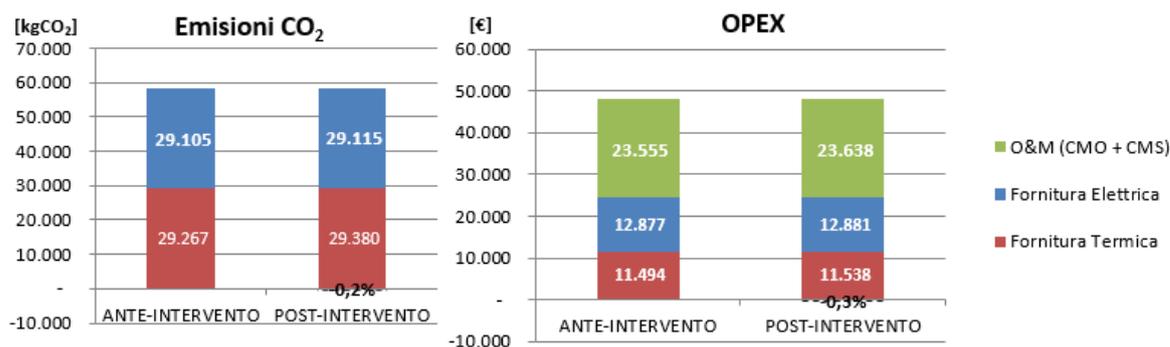
La posa deve essere effettuata da personale tecnico specializzato che rilasci una garanzia di conformità di installazione del prodotto rispetto alle specifiche tecniche, con garanzia decennale. Tutti i prodotti utilizzati dovranno essere corredati da Dichiarazione di Prestazione con marcatura CE.

### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM6 sono riportati nella Tabella 8.6 e Figura 8.9.

Tabella 8.6 – Risultati analisi EEM5 – sostituzione corpi illuminanti

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM5 Potenza elettrica	WATT	17900	7200	<b>59,8%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	148.667	149.244	<b>-0,4%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	63.323	63.346	<b>0,0%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	144.886	145.448	<b>-0,4%</b>
EE <sub>baseline</sub>	[kWh]	62.323	62.345	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	29.267	29.380	<b>-0,4%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	29.105	29.115	<b>0,0%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>58.372</b>	<b>58.496</b>	<b>-0,2%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	11.494	11.538	<b>-0,4%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	12.877	12.881	<b>0,0%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>24.370</b>	<b>24.419</b>	<b>-0,2%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	21.200	21.282	<b>-0,4%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	2.356	2.356	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>23.555</b>	<b>23.638</b>	<b>-0,4%</b>
OPEX	[€]	<b>47.925</b>	<b>48.057</b>	<b>-0,3%</b>
Classe energetica	[-]	G	G	+0 classi

Figura 8.9 – EEM5: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline

## 9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

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

#### EEM1: cappotto interno

Nella tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nell'isolamento interno dell'involucro opaco.

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 Allegato II *Metodologia di calcolo degli incentivi* nel Decreto 16 febbraio 2016 Aggiornamento della disciplina per l'incentivazione di interventi di piccole dimensioni per l'incremento dell'efficienza energetica e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili:

Tabella 5 - Coefficienti di calcolo dell'incentivo per tecnologia e corrispondente valore massimo dell'incentivo

Tipologia di intervento		Percentuale incentivata della spesa ammissibile (% spesa)	Costo massimo ammissibile (C <sub>max</sub> )	Valore massimo dell'incentivo (I <sub>max</sub> ) [€]
Articolo 4, comma 1, lettera a)	<i>i.</i> Strutture opache orizzontali: isolamento coperture			$(i+ii+iii) \leq 400.000$
	Esterno	40 (*) (**)	200 €/m <sup>2</sup>	
	Interno	40 (*) (**)	100 €/m <sup>2</sup>	
	Copertura ventilata	40 (*) (**)	250 €/m <sup>2</sup>	
	<i>ii.</i> Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti			
	Esterno	40 (*) (**)	120 €/m <sup>2</sup>	
	Interno	40 (*) (**)	100 €/m <sup>2</sup>	
Articolo 4, comma 1, lettera b)	<i>iii.</i> Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali			75.000
	Esterno	40 (*) (**)	100 €/m <sup>2</sup>	
	Interno	40 (*) (**)	80 €/m <sup>2</sup>	
	Parete ventilata	40 (*) (**)	150 €/m <sup>2</sup>	
Articolo 4, comma 1, lettera b)	<i>i.</i> Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi, se installate congiuntamente a sistemi di termoregolazione o valvole termostatiche ovvero in presenza di detti sistemi al momento dell'intervento.	40 (**)	350 €/m <sup>2</sup> per le zone climatiche A, B e C	100.000
			450 €/m <sup>2</sup> per le zone climatiche D, E e F	
Articolo 4, comma 1, lettera c)	<i>i.</i> Installazione di generatore di calore a condensazione con P <sub>n,ini</sub> ≤ 35 kWt	40 (**)	160 €/kW <sub>t</sub>	3.000

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1 – cappotto interno

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO		PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)			
				PREZZARIO	PREZZARIO							
				[€/m <sup>2</sup> cm]	[€/m <sup>2</sup> cm]		[€]	[%]	[€]			
Isolanti di origine minerale. Pannelli in silicato di calcio, per l'isolamento termoacustico a cappotto di facciate e soffitti; permeabili al vapore, antincendio, traspirabili, incombustibili (classe 0). Lambda = 0,045 W/mK spessore da 6 a 20 cm per ogni cm	Prezzario Regione Liguria	21863,28	m2cm	€	3,49	€	3,17	€	69 366,22	22%	€	84 626,79
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	1821,94	kg	€	0,82	€	0,75	€	1 358,17	22%	€	1 656,97
Collante cementizio per murature in cemento cellulare espanso.	Prezzario Regione Liguria	910,97	kg	€	0,49	€	0,45	€	405,80	22%	€	495,07
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	1821,94	m2	€	14,28	€	12,98	€	23 652,09	22%	€	28 855,55
Scrostamento intonaco fino al vivo della muratura, esterno, su muratura di mattoni o calcestruzzo	Prezzario Regione Liguria	1821,94	m2	€	7,26	€	6,60	€	12 024,80	22%	€	14 670,26
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	1821,94	m2	€	4,81	€	4,37	€	7 966,85	22%	€	9 719,55
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 intonaco con rete in fibra di vetro 4x4 da 150 gr/mq , spessore totale circa mm 4.	Prezzario Regione Liguria	1821,94	m2	€	23,79	€	21,63	€	39 403,59	22%	€	48 072,38
Costi per la sicurezza	-	3%	%				€		4 625,33	22%	€	5 642,90
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%				€		10 792,43	22%	€	13 166,76
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>							€		<b>169 595</b>	<b>22%</b>	€	<b>206 906</b>
<b>Incentivi</b>	<b>Conto termico</b>										€	<b>82 762,50</b>
<b>Durata incentivi</b>												<b>5</b>
<b>Incentivo annuo</b>											€	<b>16 552,50</b>

**EEM2: isolamento copertura**

Nella tabella 9.2 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2, che consiste nel rifacimento copertura.

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 Allegato II *Metodologia di calcolo degli incentivi* nel Decreto 16 febbraio 2016 Aggiornamento della disciplina per l'incentivazione di interventi di piccole dimensioni per l'incremento dell'efficienza energetica e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili:

Tabella 5 - Coefficienti di calcolo dell'incentivo per tecnologia e corrispondente valore massimo dell'incentivo

Tipologia di intervento		Percentuale incentivata della spesa ammissibile (% spesa)	Costo massimo ammissibile ( $C_{max}$ )	Valore massimo dell'incentivo ( $I_{max}$ ) [€]
Articolo 4, comma 1, lettera a)	<i>i.</i> Strutture opache orizzontali: isolamento coperture			$(i+ii+iii) \leq 400.000$
	Esterno	40 (*) (**)	200 €/m <sup>2</sup>	
	Interno	40 (*) (**)	100 €/m <sup>2</sup>	
	Copertura ventilata	40 (*) (**)	250 €/m <sup>2</sup>	
	<i>ii.</i> Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti			
	Esterno	40 (*) (**)	120 €/m <sup>2</sup>	
	Interno	40 (*) (**)	100 €/m <sup>2</sup>	
	<i>iii.</i> Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali			
	Esterno	40 (*) (**)	100 €/m <sup>2</sup>	
	Interno	40 (*) (**)	80 €/m <sup>2</sup>	
Articolo 4, comma 1, lettera b)	<i>i.</i> Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi, se installate congiuntamente a sistemi di termoregolazione o valvole termostatiche ovvero in presenza di detti sistemi al momento dell'intervento.	40 (**)	350 €/m <sup>2</sup> per le zone climatiche A, B e C	75.000
			450 €/m <sup>2</sup> per le zone climatiche D, E e F	100.000
Articolo 4, comma 1, lettera c)	<i>i.</i> Installazione di generatore di calore a condensazione con $P_{n, int} \leq 35$ kWt	40 (**)	160 €/kW <sub>t</sub>	3.000

Tabella 9.2 – Analisi dei costi della EEM2 – isolamento copertura

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO [€/m²cm]	PREZZO UNITARIO SCONTATO [€/m²cm]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [%]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Isolanti di origine minerale. Pannelli in silicato di calcio, per l'isolamento termoacustico a cappotto di facciate e soffitti; permeabili al vapore, antincendio, traspirabili, incombustibili (classe 0). Lambda = 0,045 W/mK spessore da 6 a 20 cm per ogni cm	Prezzario Regione Liguria	13968	m2cm	€ 3,49	€ 3,17	€ 44 316,65	22%	€ 54 066,32
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	1164	kg	€ 0,82	€ 0,75	€ 867,71	22%	€ 1 058,61
Collante cementizio per murature in cemento cellulare espanso.	Prezzario Regione Liguria	582	kg	€ 0,49	€ 0,45	€ 259,25	22%	€ 316,29
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	29,1	m2	€ 21,17	€ 19,25	€ 560,04	22%	€ 683,25
Intonaco interno in malta cementizia strato aggrappante a base di cemento portland, sabbie classificate ed additivi specifici spessore 5 mm circa.	Prezzario Regione Liguria	1164	m2	€ 4,80	€ 4,36	€ 5 079,27	22%	€ 6 196,71
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1 380,11	22%	€ 1 683,73
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 3 220,26	22%	€ 3 928,71
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>						<b>€ 55 683</b>	<b>22%</b>	<b>€ 67 934</b>
Incentivi	<b>Conto termico</b>							€ 27 173,45
Durata incentivi								5
Incentivo annuo								€ 5 434,69

**EEM3: sostituzione serramenti**

Nella tabella 9.3 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 3, che consiste nella sostituzione dei serramenti.

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 Allegato II *Metodologia di calcolo degli incentivi* nel Decreto 16 febbraio 2016 Aggiornamento della disciplina per l'incentivazione di interventi di piccole dimensioni per l'incremento dell'efficienza energetica e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili:

Tabella 5 - Coefficienti di calcolo dell'incentivo per tecnologia e corrispondente valore massimo dell'incentivo

Tipologia di intervento		Percentuale incentivata della spesa ammissibile (% spesa)	Costo massimo ammissibile (C <sub>max</sub> )	Valore massimo dell'incentivo (I <sub>max</sub> ) [€]
Articolo 4, comma 1, lettera a)	<i>i.</i> Strutture opache orizzontali: isolamento coperture			$(i+ii+iii) \leq 400.000$
	Esterno	40 (*) (**)	200 €/m <sup>2</sup>	
	Interno	40 (*) (**)	100 €/m <sup>2</sup>	
	Copertura ventilata	40 (*) (**)	250 €/m <sup>2</sup>	
	<i>ii.</i> Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti			
	Esterno	40 (*) (**)	120 €/m <sup>2</sup>	
	Interno	40 (*) (**)	100 €/m <sup>2</sup>	
	<i>iii.</i> Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali			
	Esterno	40 (*) (**)	100 €/m <sup>2</sup>	
	Interno	40 (*) (**)	80 €/m <sup>2</sup>	
Articolo 4, comma 1, lettera b)	<i>i.</i> Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi, se installate congiuntamente a sistemi di termoregolazione o valvole termostatiche ovvero in presenza di detti sistemi al momento dell'intervento.	40 (**)	350 €/m <sup>2</sup> per le zone climatiche A, B e C	75.000
			450 €/m <sup>2</sup> per le zone climatiche D, E e F	100.000
Articolo 4, comma 1, lettera c)	<i>i.</i> Installazione di generatore di calore a condensazione con $P_{n\text{ int}} \leq 35 \text{ kWt}$	40 (**)	160 €/kW <sub>i</sub>	3.000

Tabella 9.3 – Analisi dei costi della EEM3 – sostituzione serramenti

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO	PREZZO	TOTALE	IVA	TOTALE
				UNITARIO PREZZARIO	UNITARIO SCONTATO	(IVA ESCLUSA)	(IVA INCLUSA)	
				[€/n° o €/m <sub>2</sub> ]	[€/n° o €/m <sub>2</sub> ]	[€]	[%]	[€]
Smontaggio e recupero delle parti riutilizzabili, incluso accantonamento nell'ambito del cantiere, di: serramenti in acciaio, PVC, alluminio, compreso telaio (misura minima 2,00 m <sup>2</sup> )	Prezziario Regione Liguria	177	m2	€ 39,61	€ 36,01	€ 6 373,61	22%	€ 7 775,80
Finestra o portafinestra in PVC completa di vetrocamera, qualità media, con valore massimo di trasmittanza U=2,8 W/m <sup>2</sup> K, controtelaio escluso, misurazione minima per serramento m <sup>2</sup> 1,0 apertura ad una o due ante o a vasistas	Prezziario Regione Liguria	177	m2	€ 328,90	€ 299,00	€ 52 923,00	22%	€ 64 566,06
Controtelaio per finestre, portefinestre e simili, in legno.	Prezziario Regione Liguria	53,21654	m	€ 7,59	€ 6,90	€ 367,19	22%	€ 447,98
Trasporto eseguito con autocarro, motocarro o simili, della portata fino a 1000 kg, di materiali di risulta da scavi e/o demolizioni, per ogni km del tratto entro i primi 5. Misurato in banco	Prezziario Regione Liguria	26,55	m3	€ 11,77	€ 10,70	€ 284,09	22%	€ 346,58
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1 798,44	22%	€ 2 194,09
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 4 196,35	22%	€ 5 119,55
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>						<b>€ 65 943</b>	<b>22%</b>	<b>€ 80 450</b>
Incentivi	[Conto termico]							€ 32 180,03
Durata incentivi								5
Incentivo annuo								€ 6 436,01

**EEM4: sostituzione caldaia**

Nella tabella 9.4 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 4, che consiste nella sostituzione del generatore di calore.

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 Allegato II *Metodologia di calcolo degli incentivi* nel Decreto 16 febbraio 2016 Aggiornamento della disciplina per l'incentivazione di interventi di piccole dimensioni per l'incremento dell'efficienza energetica e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili:

Tabella 5 - Coefficienti di calcolo dell'incentivo per tecnologia e corrispondente valore massimo dell'incentivo

Tipologia di intervento		Percentuale incentivata della spesa ammissibile (% spesa)	Costo massimo ammissibile ( $C_{max}$ )	Valore massimo dell'incentivo ( $I_{max}$ ) [€]
Articolo 4, comma 1, lettera a)	<i>i.</i> Strutture opache orizzontali: isolamento coperture			$(i+ii+iii) \leq 400.000$
	Esterno	40 (*) (**)	200 €/m <sup>2</sup>	
	Interno	40 (*) (**)	100 €/m <sup>2</sup>	
	Copertura ventilata	40 (*) (**)	250 €/m <sup>2</sup>	
	<i>ii.</i> Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti			
	Esterno	40 (*) (**)	120 €/m <sup>2</sup>	
	Interno	40 (*) (**)	100 €/m <sup>2</sup>	
	<i>iii.</i> Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali			
	Esterno	40 (*) (**)	100 €/m <sup>2</sup>	
Articolo 4, comma 1, lettera b)	<i>i.</i> Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi, se installate congiuntamente a sistemi di termoregolazione o valvole termostatiche ovvero in presenza di detti sistemi al momento dell'intervento.	40 (**)	350 €/m <sup>2</sup> per le zone climatiche A, B e C	75.000
			450 €/m <sup>2</sup> per le zone climatiche D, E e F	100.000
Articolo 4, comma 1, lettera c)	<i>i.</i> Installazione di generatore di calore a condensazione con $P_{n\ int} \leq 35$ kWt	40 (**)	160 €/kW <sub>t</sub>	3.000

	ii. Installazione di generatore di calore a condensazione con $P_{n\text{int}} > 35 \text{ kWt}$	40 (**)	130 €/kWt	40.000
Articolo 4, comma 1, lettera d)	Installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento fissi, anche integrati, o mobili	40	150 €/m <sup>2</sup>	30.000
	Installazione di meccanismi automatici di regolazione e controllo delle schermature	40	30 €/m <sup>2</sup>	5.000
Articolo 4, comma 1, lettera e)	i. Trasformazione degli edifici esistenti in “edifici a energia quasi zero NZEB” – zona climatica A, B, C	65	500 €/m <sup>2</sup>	1.500.000
	i. Trasformazione degli edifici esistenti in “edifici a energia quasi zero NZEB” – zona climatica D, E, F	65	575 €/m <sup>2</sup>	1.750.000
Articolo 4, comma 1, lettera f)	i. Sostituzione di corpi illuminanti comprensivi di lampade per l’illuminazione degli interni e delle pertinenze esterne - installazione di lampade ad alta efficienza	40	15 €/m <sup>2</sup>	30.000
	ii. Sostituzione di corpi illuminanti comprensivi di lampade per l’illuminazione degli interni e delle pertinenze esterne - installazione di lampade a led	40	35 €/m <sup>2</sup>	70.000
Articolo 4, comma 1, lettera g)	Installazione di tecnologie di <i>building automation</i>	40	25 €/m <sup>2</sup>	50.000

Tabella 9.4 – Analisi dei costi della EEM4 – SOSTITUZIONE CALDAIA

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	PREZZO UNITARIO	TOTALE	IVA	TOTALE
				PREZZARIO	SCONTATO	(IVA ESCLUSA)	[%]	(IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[%]	[€]
Caldai 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, bruciatori modulante con testata metallica ad irraggiamento, compreso il pannello di comando montato sul mantello di rivestimento, della potenza termica nominale di: 525 Kw circa	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 26 754,75	€ 24 322,50	€ 24 322,50	22%	€ 29 673,45
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	€ 232,76	€ 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 701 Kw a 1300 Kw	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 614,79	€ 558,90	€ 558,90	22%	€ 681,86
Accessori per caldaie a condensazione: Tubi Ø 80mm della lunghezza 1 m	Prezzario Regione Liguria	15	cad	€ 21,13	€ 19,21	€ 288,14	22%	€ 351,53
Accessori per caldaie a condensazione: Kit scarichi separati per tubi Ø 80mm	Prezzario Regione Liguria	2	cad	€ 28,46	€ 25,87	€ 51,75	22%	€ 63,13
Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: sonde in genere	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 120,60	€ 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	€ 29,71	€ 27,01	€ 27,01	22%	€ 32,95
Interruttore orario digitale modulare per la programmazione settimanale a due canali	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 146,74	€ 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	€ 76,47	€ 69,52	€ 69,52	22%	€ 84,81
Opere edili Operaio Qualificato	Prezzario Regione Liguria	15	h	€ 34,41	€ 31,28	€ 469,23	22%	€ 572,46
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	40	h	€ 31,88	€ 28,98	€ 1 159,27	22%	€ 1 414,31
Trasporto a discarica 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 discarica 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	100	m <sup>3</sup> km	€ 4,72	€ 4,29	€ 429,09	22%	€ 523,49
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 834,90	22%	€ 1 018,58
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 1 948,10	22%	€ 2 376,69
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>						<b>€ 30 613</b>	<b>22%</b>	<b>€ 37 348</b>
Incentivi	Conto termico							€ 14 939,16
Durata incentivi								5
Incentivo annuo								€ 2 987,83

**EEM5: sostituzione lampade con lampade a led**

Nella tabella 9.5 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 5, che consiste nella sostituzione di copri illuminanti con lampade a led.

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 Allegato II *Metodologia di calcolo degli incentivi* nel Decreto 16 febbraio 2016 Aggiornamento della disciplina per l'incentivazione di interventi di piccole dimensioni per l'incremento dell'efficienza energetica e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili:

	<i>ii. Installazione di generatore di calore a condensazione con <math>P_{n\text{int}} &gt; 35</math> kWt</i>	40 (**)	130 €/kWt	40.000
Articolo 4, comma 1, lettera d)	Installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento fissi, anche integrati, o mobili	40	150 €/m <sup>2</sup>	30.000
	Installazione di meccanismi automatici di regolazione e controllo delle schermature	40	30 €/m <sup>2</sup>	5.000
Articolo 4, comma 1, lettera e)	<i>i. Trasformazione degli edifici esistenti in "edifici a energia quasi zero NZEB" – zona climatica A, B, C</i>	65	500 €/m <sup>2</sup>	1.500.000
	<i>i. Trasformazione degli edifici esistenti in "edifici a energia quasi zero NZEB" – zona climatica D, E, F</i>	65	575 €/m <sup>2</sup>	1.750.000
Articolo 4, comma 1, lettera f)	<i>i. Sostituzione di corpi illuminanti comprensivi di lampade per l'illuminazione degli interni e delle pertinenze esterne - installazione di lampade ad alta efficienza</i>	40	15 €/m <sup>2</sup>	30.000
	<i>ii. Sostituzione di corpi illuminanti comprensivi di lampade per l'illuminazione degli interni e delle pertinenze esterne - installazione di lampade a led</i>	40	35 €/m <sup>2</sup>	70.000
Articolo 4, comma 1, lettera g)	Installazione di tecnologie di <i>building automation</i>	40	25 €/m <sup>2</sup>	50.000

Tabella 9.5 – Analisi dei costi della EEM5 – SOSTITUZIONE LAMPADE

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO	PREZZO	TOTALE	IVA	TOTALE
				UNITARIO PREZZARIO	UNITARIO SCONTATO	(IVA ESCLUSA)	[%]	(IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sub>2</sub> ]	[€/n° o €/m <sub>2</sub> ]	[€]	[%]	[€]
Plafoniera stagna rettangolare, corpo in policarbonato autoestinguente, schermo in policarbonato autoestinguente trasparente prismaticizzato internamente, per installazione a parete, plafone o a sospensione, apparecchio con grado di protezione IP 66, lampade LED temperatura di colore 4000 K, alimentazione 230 V c.a.: bilampada: lunghezza 1.300 mm, 36 W, 5.830 lm	DEI Imp. Ele. 2017	0	cad	€ 156,66	€ 142,42	€ -	22%	€ -
Apparecchio ad incasso con corpo in alluminio, lampada led temperatura di colore 3000 K, alimentatore incorporato, riflettore in alluminio cromato, classe di isolamento 1, grado di protezione IP 23, alimentazione 230 V 50 Hz, classe energetica A, apertura del fascio 95°: potenza 20 W, equivalente a 36 W fluorescente, Ø 190 mm	DEI Imp. Ele. 2017	157	cad	€ 98,61	€ 89,65	€ 14 074,34	22%	€ 17 170,69
Plafoniera stagna rettangolare, corpo in policarbonato autoestinguente, schermo in policarbonato autoestinguente trasparente prismaticizzato internamente, per installazione a parete, plafone o a sospensione, apparecchio con grado di protezione IP 66, lampade LED temperatura di colore 4000 K, alimentazione 230 V c.a.: bilampada: lunghezza 1.600 mm, 48 W, 7.780 lm	DEI Imp. Ele. 2017	70	cad	€ 185,06	€ 168,24	€ 11 776,55	22%	€ 14 367,39
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 422,23	22%	€ 515,12
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 985,20	22%	€ 1 201,95
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>						<b>€ 27 258</b>	<b>22%</b>	<b>€ 33 255</b>
<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>							<b>€ 13 302,06</b>
<b>Durata incentivi</b>								<b>5</b>
<b>Incentivo annuo</b>								<b>€ 2 660,41</b>

**EEM6: valvole termostatiche e pompe a giri variabili**

Nella tabella 9.6 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 6, che consiste nell'installazione di valvole termostatiche e pompe a giri variabili.

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 Allegato II *Metodologia di calcolo degli incentivi* nel Decreto 16 febbraio 2016 Aggiornamento della disciplina per l'incentivazione di interventi di piccole dimensioni per l'incremento dell'efficienza energetica e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili:

Tabella 5 - Coefficienti di calcolo dell'incentivo per tecnologia e corrispondente valore massimo dell'incentivo

Tipologia di intervento		Percentuale incentivata della spesa ammissibile (% spesa)	Costo massimo ammissibile ( $C_{max}$ )	Valore massimo dell'incentivo ( $I_{max}$ ) [€]
Articolo 4, comma 1, lettera a)	<i>i.</i> Strutture opache orizzontali: isolamento coperture			$(i+ii+iii) \leq 400.000$
	Esterno	40 (*) (**)	200 €/m <sup>2</sup>	
	Interno	40 (*) (**)	100 €/m <sup>2</sup>	
	Copertura ventilata	40 (*) (**)	250 €/m <sup>2</sup>	
	<i>ii.</i> Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti			
	Esterno	40 (*) (**)	120 €/m <sup>2</sup>	
	Interno	40 (*) (**)	100 €/m <sup>2</sup>	
	<i>iii.</i> Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali			
	Esterno	40 (*) (**)	100 €/m <sup>2</sup>	
	Interno	40 (*) (**)	80 €/m <sup>2</sup>	
Articolo 4, comma 1, lettera b)	<i>i.</i> Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi, se installate congiuntamente a sistemi di termoregolazione o valvole termostatiche ovvero in presenza di detti sistemi al momento dell'intervento.	40 (**)	350 €/m <sup>2</sup> per le zone climatiche A, B e C	75.000
			450 €/m <sup>2</sup> per le zone climatiche D, E e F	100.000
Articolo 4, comma 1, lettera c)	<i>i.</i> Installazione di generatore di calore a condensazione con $P_{n, int} \leq 35$ kWt	40 (**)	160 €/kW <sub>t</sub>	3.000

	ii. Installazione di generatore di calore a condensazione con $P_{n, int} > 35$ kWt	40 (**)	130 €/kWt	40.000
Articolo 4, comma 1, lettera d)	Installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento fissi, anche integrati, o mobili	40	150 €/m <sup>2</sup>	30.000
	Installazione di meccanismi automatici di regolazione e controllo delle schermature	40	30 €/m <sup>2</sup>	5.000
Articolo 4, comma 1, lettera e)	i. Trasformazione degli edifici esistenti in "edifici a energia quasi zero NZEB" – zona climatica A, B, C	65	500 €/m <sup>2</sup>	1.500.000
	i. Trasformazione degli edifici esistenti in "edifici a energia quasi zero NZEB" – zona climatica D, E, F	65	575 €/m <sup>2</sup>	1.750.000
Articolo 4, comma 1, lettera f)	i. Sostituzione di corpi illuminanti comprensivi di lampade per l'illuminazione degli interni e delle pertinenze esterne - installazione di lampade ad alta efficienza	40	15 €/m <sup>2</sup>	30.000
	ii. Sostituzione di corpi illuminanti comprensivi di lampade per l'illuminazione degli interni e delle pertinenze esterne - installazione di lampade a led	40	35 €/m <sup>2</sup>	70.000
Articolo 4, comma 1, lettera g)	Installazione di tecnologie di <i>building automation</i>	40	25 €/m <sup>2</sup>	50.000

Tabella 9.6 – Analisi dei costi della EEM6 – VALVOLE TERMOSTATICHE E POMPE A GIRI VARIABILI

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[%]	[€]
Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 15 mm	Prezzario Regione Liguria	134	cad	€ 35,42	€ 32,20	€ 4 314,80	22%	€ 5 264,06
Circolatori per impianti di riscaldamento e condizionamento a velocità variabile, regolate elettronicamente, classe di protezione IP44, classe energetica A, 230V, del tipo: versione gemellare con attacchi flangiati, Ø 80, PN6, prevalenza da 1 a 12 m, portata da 1 a 58 m <sup>3</sup> /h	Prezzario Regione Liguria	9	cad	€ 4 587,21	€ 4 170,19	€ 37 531,72	22%	€ 45 788,70
Sola posa in opera di pompe e/o circolatori singoli o gemellari per fluidi caldi o freddi, compreso bulloni, guarnizioni e il collegamento alla linea elettrica, escluse le flange. Per attacchi del diametro nominale di: maggiore di 80 mm fino a 100 mm	Prezzario Regione Liguria	9	cad	€ 97,34	€ 88,49	€ 796,42	22%	€ 971,63
Interruttore automatico magnetotermico con potere di interruzione 4,5KA bipolare fino a 32 A - 230 V	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 22,69	€ 20,63	€ 20,63	22%	€ 25,17
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	72	h	€ 31,88	€ 28,98	€ 2 077,03	22%	€ 2 533,98
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1 342,22	22%	€ 1 637,51
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 3 131,84	22%	€ 3 820,85
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>						<b>€ 215 49</b>	<b>22%</b>	<b>€ 60 042</b>
<b>Incentivi</b>	<b>Conto termico</b>							<b>€ 24 016,75</b>
<b>Durata incentivi</b>								<b>5</b>
<b>Incentivo annuo</b>								<b>€ 4 803,35</b>

## 9.2 ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

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

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

Gli indicatori economici d'investimento utilizzati sono:

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

Essi sono così definiti:

1) Tempo di ritorno semplice (TRS):

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

Dove:

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

2) Tempo di ritorno attualizzato (TRA):

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

Dove:

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

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

Dove:

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

3) Valore Attuale Netto (VAN) del progetto:

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

Dove:

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

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

5) Indice di Profitto (IP):

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

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

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

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

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

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

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

### **EEM1: cappotto interno**

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

Tabella 9.7 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1– cappotto interno

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	206 906
Oneri Finanziari % $I_0$	<b>OF</b>	[%]	3,0%
Aliquota IVA	<b>%IVA</b>	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	$n$	anni	30
Incentivo annuo	<b>B</b>	€/anno	16 552
Durata incentivo	$n_B$	anni	5
Tasso di attualizzazione	$i$	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	<b>TRS</b>	12,6	6,9
Tempo di rientro attualizzato	<b>TRA</b>	20,7	10,0
Valore attuale netto	<b>VAN</b>	38.196	109.860
Tasso interno di rendimento	<b>TIR</b>	6,7%	11,1%
Indice di profitto	<b>IP</b>	0,18	0,53

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

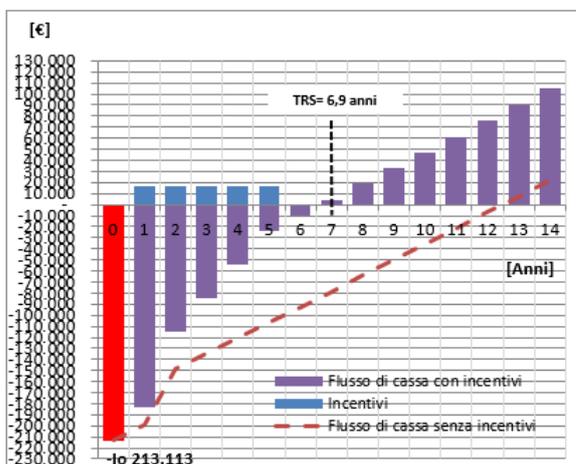
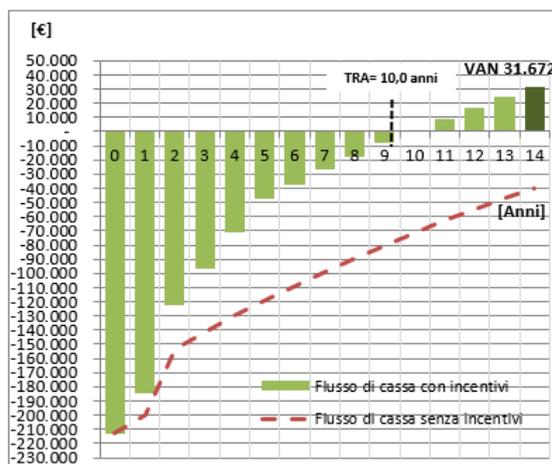


Figura 9.2 – EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento risulta conveniente se attuato sia con che senza incentivi (TRS < 15 anni) e VAN positivo.

### **EEM2: rifacimento copertura**

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

Tabella 9.8 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM2– copertura

PAREMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	67 934
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	5 435
Durata incentivo	$n_B$	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	14,3	7,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	25,8	11,9
Valore attuale netto	VAN	3.959	27.488
Tasso interno di rendimento	TIR	5,6%	9,8%
Indice di profitto	IP	0,06	0,40

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

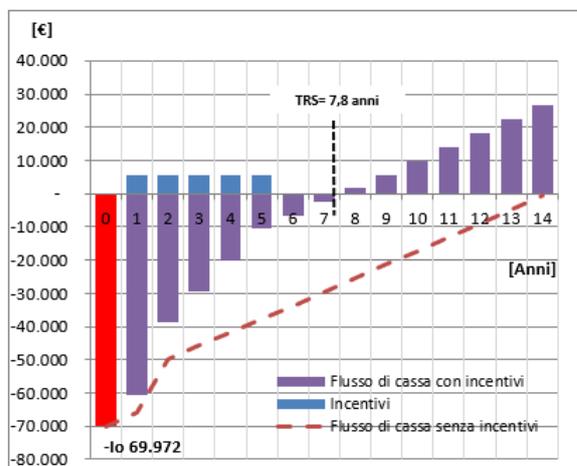
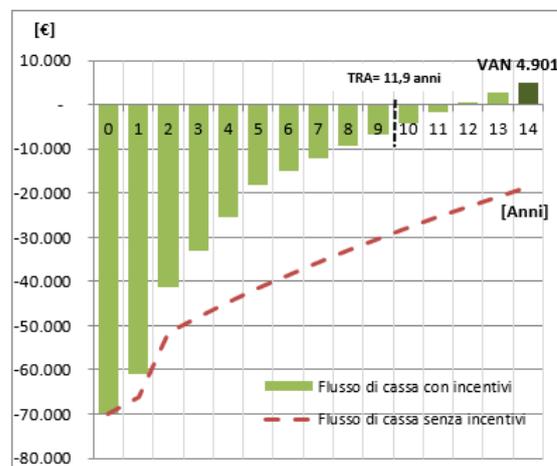


Figura 9.4 – EEM2: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento risulta conveniente se attuato sia con che senza incentivi (TRS < 15 anni) e VAN positivo.

### EEM3 – SOSTITUZIONE SERRAMENTI

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

Tabella 9.9 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM3 – SOSTITUZIONE SERRAMENTI

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	80 450
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	6 436
Durata incentivo	$n_B$	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	11,7	6,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA	18,6	9,6
Valore attuale netto	VAN	21.282	49.146
Tasso interno di rendimento	TIR	7,4%	11,9%
Indice di profitto	IP	0,26	0,61

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

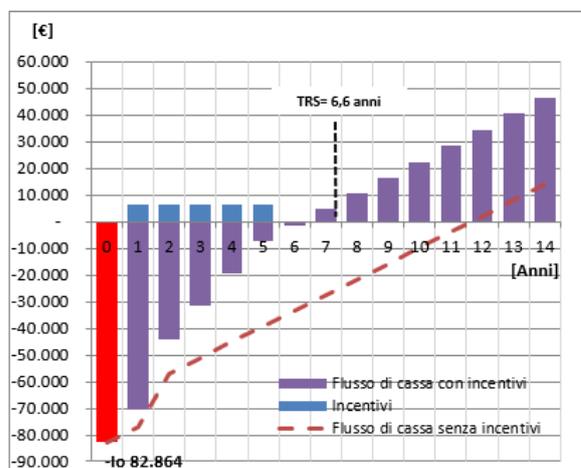
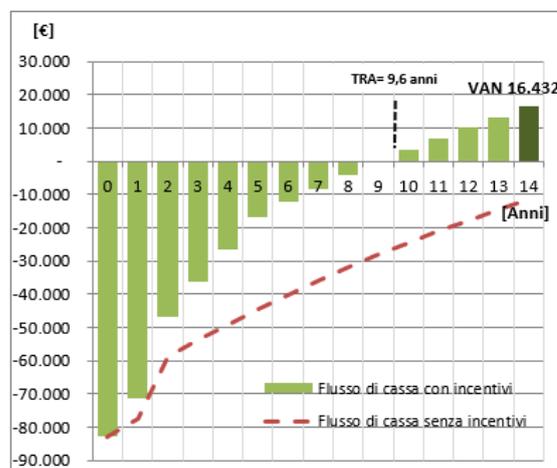


Figura 9.6 – EEM3: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento risulta conveniente se attuato sia con che senza incentivi (TRS < 15 anni) e VAN positivo.

#### **EEM4: CALDAIA A CONDESAZIONE**

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

Tabella 9.10 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM4– CALDAIA A CONDESAZIONE

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	37 939
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	2 988
Durata incentivo	$n_B$	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	6,4	4,0
Tempo di rientro attualizzato	TRA	8,0	4,8
Valore attuale netto	VAN	17.916	30.852
Tasso interno di rendimento	TIR	12,2%	18,6%
Indice di profitto	IP	0,47	0,81

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

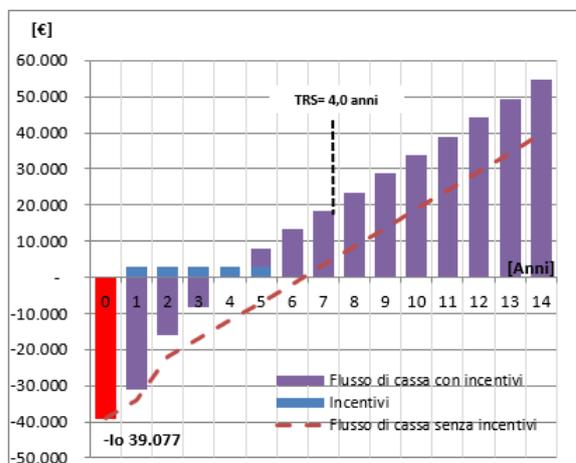
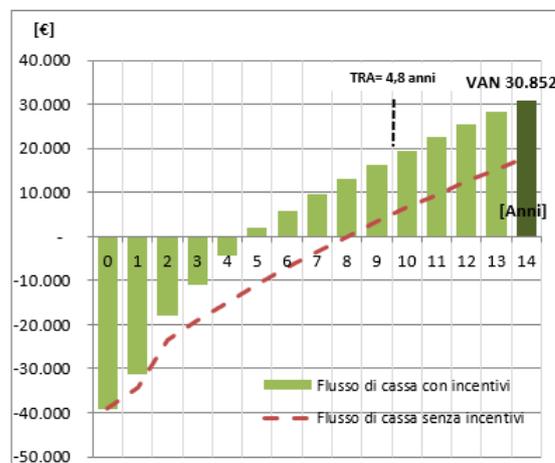


Figura 9.8 – EEM4: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento risulta conveniente se attuato sia con che senza incentivi (TRS < 15 anni) e VAN positivo.

### **EEM5 – SOTITUZIONE ILLUMINAZIONE**

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

Tabella 9.11 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM5 – SOTITUZIONE ILLUMINAZIONE

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	33 255
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	n	anni	10
Incentivo annuo	B	€/anno	2 660
Durata incentivo	$n_B$	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	68,4	18,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	73,6	21,2
Valore attuale netto	VAN	- 29.596	- 18.077
Tasso interno di rendimento	TIR	#NUM!	-21,0%
Indice di profitto	IP	-0,89	-0,54

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

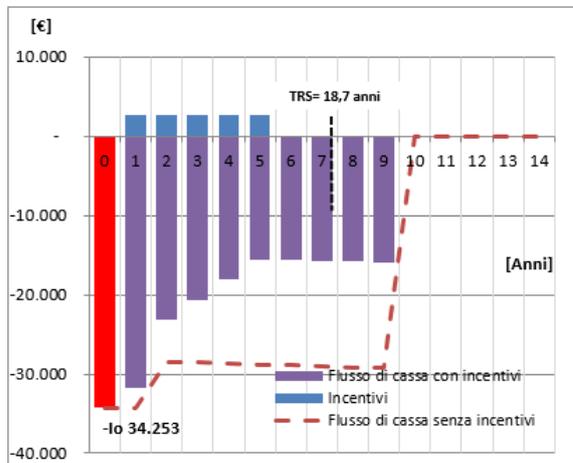
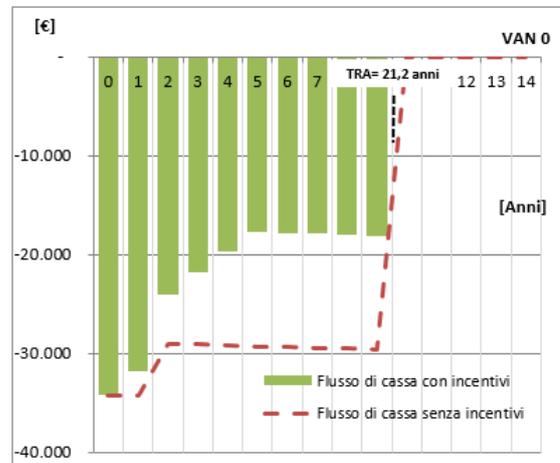


Figura 9.10 – EEM5: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento non è conveniente se attuato senza incentivi. Con incentivi si ottiene un TRS < 25 anni ma VAN negativo.

### EEM6 – VALVOLE TERMOSTATICHE E POMPE A GIRI VARIABILI

L'analisi di convenienza effettuata per la EEM 6 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

Tabella 9.12 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM6 – VALVOLE TERMOSTATICHE E POMPE A GIRI VARIABILI

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€ 60 042
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	3
Vita utile	n	15
Incentivo annuo	B	€/anno 4 803
Durata incentivo	$n_B$	5
Tasso di attualizzazione	i	4,0%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	14,2	22,3
Tempo di rientro attualizzato	TRA	21,1	40,0
Valore attuale netto	VAN	- 105.856	- 85.060
Tasso interno di rendimento	TIR	#NUM!	#NUM!
Indice di profitto	IP	-1,76	-1,42

Figura 9.11 –EEM6: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

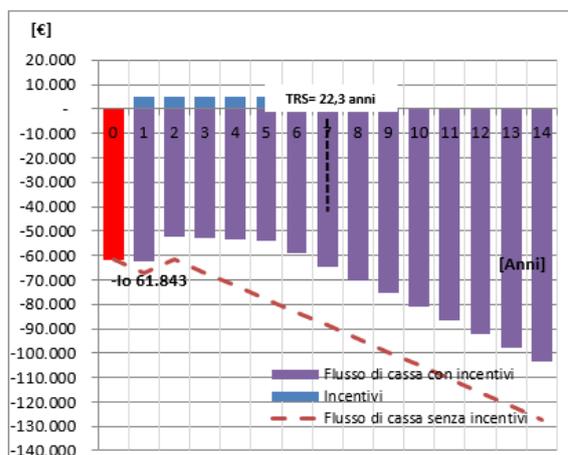
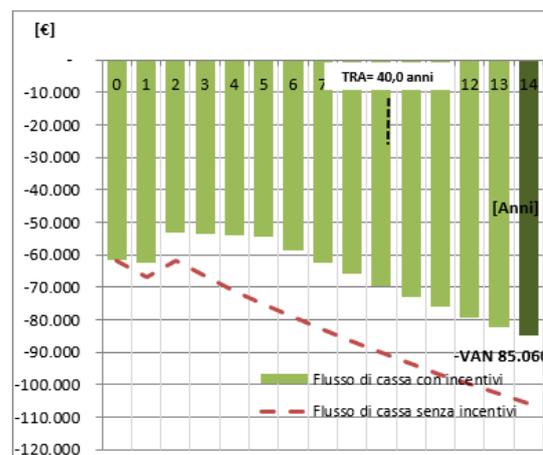


Figura 9.12 – EEM6: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento non è conveniente se attuato senza incentivi. Con incentivi si ottiene un TRS < 25 anni ma VAN negativo.

## Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle Tabelle 9.13 e Tabelle 9.14

Tabella 9.13 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso senza incentivi

	SENZA INCENTIVI											
	% $\Delta_E$ [%]	% $\Delta_{CO_2}$ [%]	$\Delta C_E$ [€/anno]	$\Delta C_{MO}$ [€/anno]	$\Delta C_{MS}$ [€/anno]	$I_0$ [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	49.4	27.0	6.248	10.481	0	206.906	12.6	20.7	30	38.196	6.7	0.18
EEM 2	14.3	7.8	1.805	3.026	0	67.934	14.3	25.8	30	3.959	5.6	0.06
EEM 3	20.7	11.3	2.376	4.383	0	80.450	11.7	18.6	30	21.282	7.4	0.26
EEM 4	19.5	7.1	1.555	4.135	0	37.939	6.4	8.0	15	17.916	12.2	0.47
EEM 5	-0.4	-0.2	49	82	0	33.255	<b>68.4</b>	<b>73.6</b>	30	<b>-29.596</b>	--	-0.89
EEM 6	-19.2	-10.3	2.390	-4.077	0	60.042	14.2	21.1	15	<b>105.856</b>	--	-1.76

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

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

Dall'analisi dei risultati emerge che gli interventi EEM1, EEM2, EEM3, EEM4 sono realizzabili con TRS < 15 anni. EEM5 (TRS > 25 anni) e EEM6 hanno VAN negativi .

Tabella 9.14 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso con incentivi

	CON INCENTIVI											
	% $\Delta E$ [%]	% $\Delta CO_2$ [%]	$\Delta C_E$ [€/anno ]	$\Delta C_{MO}$ [€/anno ]	$\Delta C_{MS}$ [€/anno ]	$I_0$ [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	49.4	27.0	6.248	10.481	0	206.906	6.9	10.0	30	108.960	11.1	0.53
EEM 2	14.3	7.8	1.805	3.026	0	67.934	7.8	11.9	30	27.488	9.8	0.40
EEM 3	20.7	11.3	2.376	4.383	0	80.450	6.6	9.6	30	49.146	11.9	0.61
EEM 4	19.5	7.1	1.555	4.135	0	37.939	4.0	4.8	15	30.852	18.6	0.81
EEM 5	-0.4	-0.2	49	82	0	33.255	18.7	21.2	30	-18.077	-21	-0.54
EEM 6	-19.2	-10.3	2.390	-4.077	0	60.042	22.3	40.0	15	-85.060	--	-1.42

Dall'analisi dei risultati emerge che gli interventi sono tutti convenienti TRS < 25 anni o 15 anni. Tuttavia EEM5 e EEM6 hanno VAN negativo.

### 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 proposte, 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 sarà verificato un tempo di ritorno semplice, TRS ≤ 15 anni;
- Scenario ottimale 2, (SCN2), per il quale è sarà verificato un tempo di ritorno semplice, TRS ≤ 25 anni.

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

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

Nella formulazione del Piano Economico-Finanziario indicativo degli scenari ottimali, si è assunto che i capitali per la realizzazione degli interventi siano resi disponibili da un privato, con una ripartizione dell'investimento al 20% tramite mezzi propri (equity) ed all'80% tramite finanziamento terzi (debito). Nel calcolo del VAN di Progetto il tasso di attualizzazione  $i$  usato coincide con il WACC (costo medio ponderato del capitale) ed è posto pari al 4%, sulla base della seguente equazione:

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

Dove:

- Kd è costo del debito, sarà ipotizzato pari a 3.82%
- Ke è il costo dell'equity, ossia il rendimento atteso dall'investitore, sarà ipotizzato pari a 9.00%
- D è il Debito, pari a 80% di  $I_0$
- E è l'Equity, pari a 20% di  $I_0$

- $\frac{D}{D+E}$  è la leva finanziaria, sarà quindi pari a 80%
- $\tau$  è l'aliquota fiscale, posta pari al 27.9% essendo la somma dell'aliquota IRES, pari al 24%, e quella IRAP pari al 3,9%.

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

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

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

Essi sono così definiti:

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

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

Dove:

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

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

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

Dove:

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

Valori positivi (nell'intorno di 1,3) del DSCR indicano convenzionalmente la capacità dell'investimento di generare risorse sufficienti a ripagare il servizio del debito; valori maggiori di 1 del LLCR indicano la liquidità generata dal progetto dopo aver ripagato il debito. Pertanto, per la proposta di scenari ottimali bancabili sono stati considerati fattibili solo scenari che realizzino valori positivi di DSCR nell'intorno di 1,3 e valori positivi di LLCR maggiori di 1.

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

Energetici (*Energy Service Company* – ESCO) abbinate all’istituto del Finanziamento Tramite Terzi (FTT). In tale ambito trova espressione l’applicazione del Partenariato Pubblico Privato (PPP).

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

Infine, si è proceduto all’identificazione dell’eventuale canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di *Energy Performance Contract* (EPC).

Si 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: 15 anni:** Tale scenario consiste nella realizzazione di isolamento involucro opaco e trasparente, sostituzione caldaia, rifacimento copertura
- **Scenario 2: 25 anni:** Tale scenario consiste nella realizzazione di isolamento involucro opaco e trasparente, sostituzione caldaia, rifacimento copertura, valvole termostatiche e pompe a inverter, illuminazione a led

### 9.3.1 Scenario 1: 15 anni: Tale scenario consiste nella realizzazione di isolamento involucro opaco e trasparente, sostituzione caldaia, rifacimento copertura

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

Tabella 9.2 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 2

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AI 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 Fornitura & Posa	154.178	33.919	188.097
EEM2 Fornitura & Posa	51.083	11.238	62.321
EEM3 Fornitura & Posa	59.948	13.189	73.136
EEM4 Fornitura & Posa	27.830	6.123	33.953
Costi per la sicurezza	8.638	1.900	10.539
Costi per la progettazione	20.157	4.434	24.591
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>			
VOCE MANUTENZIONE	C <sub>MO</sub> (IVA INCLUSA)	C <sub>MS</sub> (IVA INCLUSA)	C <sub>M</sub> (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 O&M	2.920	2.202	5.122
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>			
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	Conto termico	157.054	
Durata incentivi		5	
Incentivo annuo		31.410	

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

Dall’analisi effettuata è emerso che lo scenario risulta conveniente sia per TRS < 15 anni sia per VAN positivo con e senza incentivi.

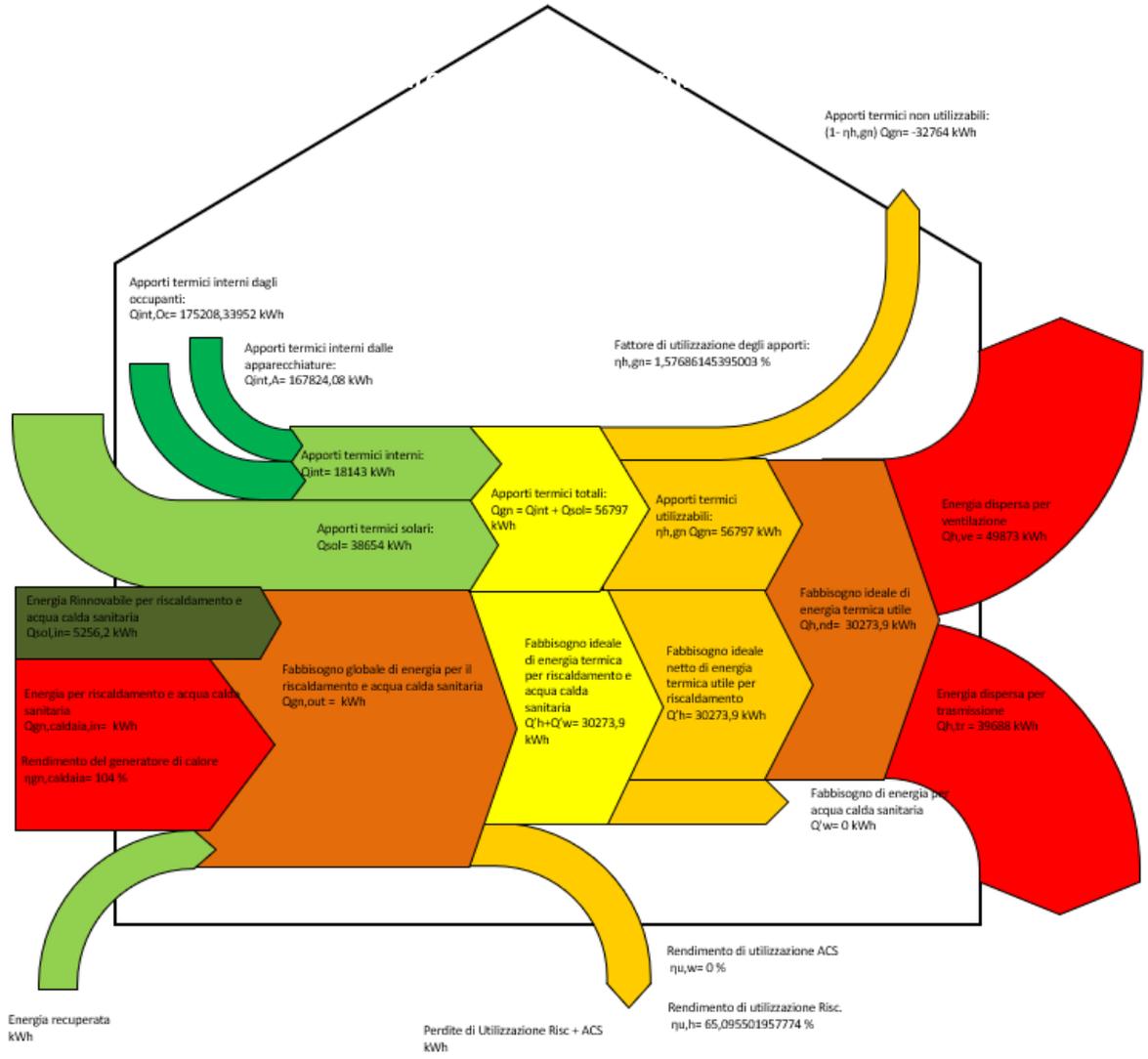
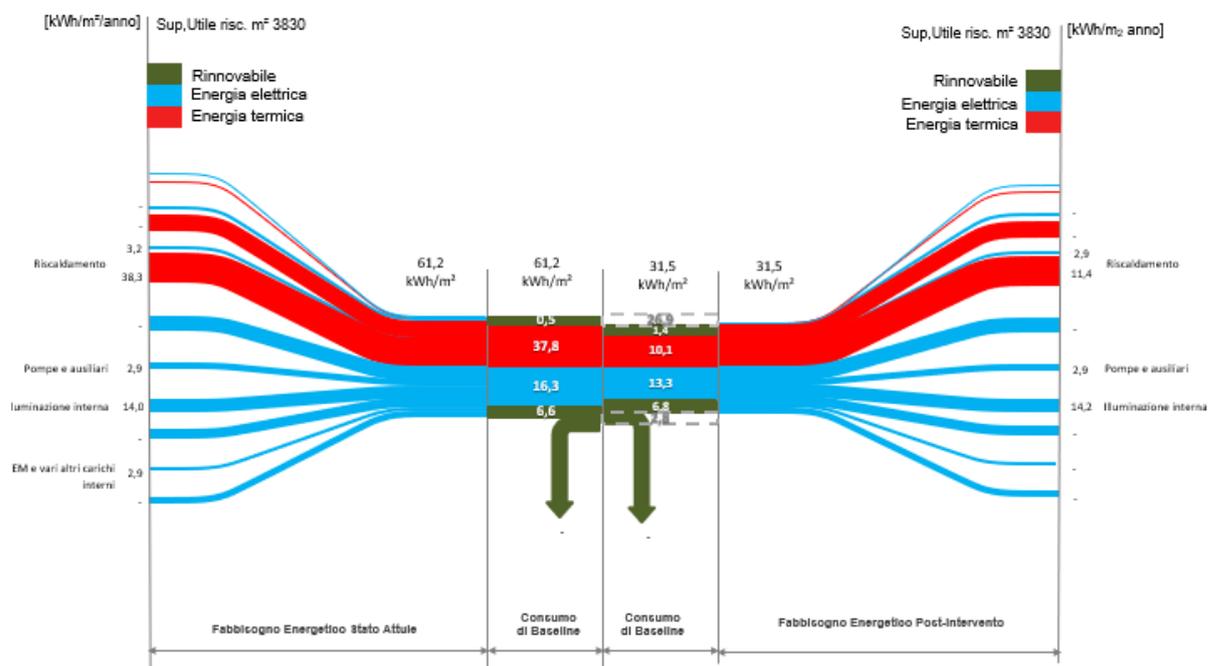


Figura 9.14 – SCN1: Bilancio energetico complessivo dell’edificio post intervento

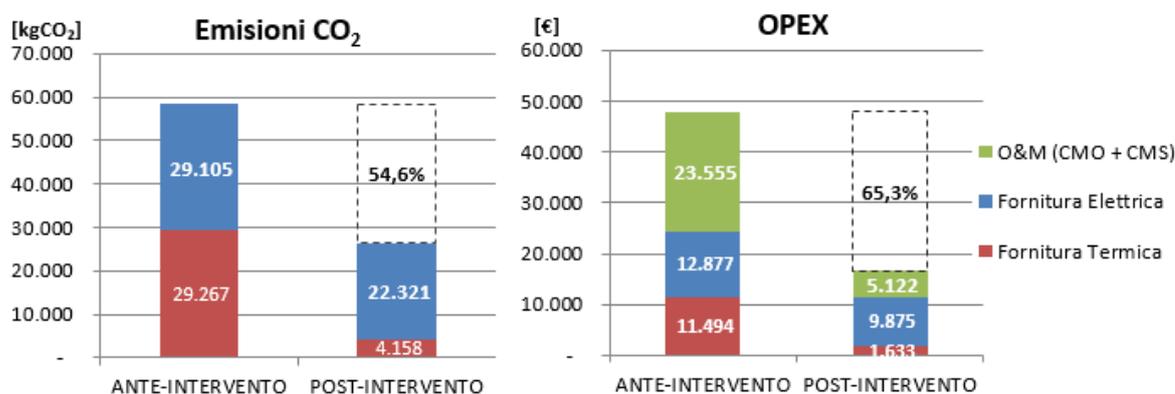


I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.8 e nella Figura 9.21

Tabella 9.3 – Risultati analisi SCN1 – **15 anni**: Tale scenario consiste nella realizzazione di isolamento involucro opaco e trasparente, sostituzione caldaia, rifacimento copertura

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM1 trasmittanza	[W/m²K]	3	0,3	<b>90,0%</b>
EM2 trasmittanza	[W/m²K]	1,4	0,26	<b>81,4%</b>
EM3 trasmittanza	[W/m²K]	5	1,3	<b>74,0%</b>
EM4 - rendimento di generazione	-	81,9	104	<b>27,0%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	148.667	21.121	<b>85,8%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	63.323	48.563	<b>23,3%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	144.886	20.584	<b>85,8%</b>
EE <sub>baseline</sub>	[kWh]	62.323	47.796	<b>23,3%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	29.267	4.158	<b>85,8%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	29.105	22.321	<b>23,3%</b>
<b>Emiss. CO2 Totale</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>58.372</b>	<b>26.479</b>	<b>54,6%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	11.494	1.633	<b>85,8%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	12.877	9.875	<b>23,3%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>24.370</b>	<b>11.508</b>	<b>52,8%</b>
Costo Manutenzione Ordinaria, C <sub>MO</sub>	[€]	21.200	2.920	<b>86,2%</b>
Costo Manutenzione Straordinaria, C <sub>MS</sub>	[€]	2.356	2.202	<b>6,5%</b>
Costo per O&M (C <sub>M</sub> = C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>23.555</b>	<b>5.122</b>	<b>78,3%</b>
OPEX	[€]	<b>47.925</b>	<b>16.630</b>	<b>65,3%</b>
Classe energetica	[-]	G	D	+2 classi

Nota (x) 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 vettore elettrico  
 I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,079 [€/kWh] per il vettore termico e 0,207 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 9.9,

Tabella 9.10 e Tabella 9.11 e nelle successive figure.

Tabella 9.4 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN1– **15 anni**: Tale scenario consiste nella realizzazione di isolamento involucro opaco e trasparente, sostituzione caldaia, rifacimento copertura

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	$n_i$	2
Anni Gestione Servizio	$n_s$	13
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	<b>WACC</b>	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	$f$	0,50%
deriva dell'inflazione	$f'$	0,70%
%, interessi debito	$k_D$	3,82%
%, interessi equity	$k_E$	9,00%
Aliquota IRES	<b>IRES</b>	24,0%
Aliquota IRAP	<b>IRAP</b>	3,9%
Aliquota fiscale	$\tau$	27,90%
Anni debito (finanziamento)	$n_D$	10
Anni Equity	$n_E$	13
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	$I_o$	€ 393 229
Oneri Finanziari (costi indiretti)	<b>%Of</b>	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	<b>Of</b>	€ 11 797
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	<b>CAPEX</b>	€ 405 026
%CAPEX a Debito	<b>D</b>	80,0%
%CAPEX a Equity	<b>E</b>	20,00%
Debito	$I_D$	€ 324 021
Equity	$I_E$	€ 81 005
Fattore di annualità Debito	<b>FA<sub>D</sub></b>	8,30
Rata annua debito	$q_D$	€ 39 030
Costo finanziamento, (D+INT <sub>D</sub> )	$q_D * n_D$	€ 390 301
Costi per interessi debito, INT <sub>D</sub>	<b>INT<sub>D</sub>=<math>q_D * n_D - D</math></b>	€ 66 281

Tabella 9.5 – Parametri Economici dell'analisi di redditività dello SCN1

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	$C_{Eo}$	€ 26 058
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	$C_{Mo}$	€ 23 555
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€ 49 613
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	$C_{Altro}$	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	<b>%<math>\Delta C_E</math></b>	<b>46,0%</b>
Riduzione% costi O&M	<b>%<math>\Delta C_M</math></b>	<b>78,0%</b>
Obiettivo riduzione spesa PA	<b>%<math>C_{Baseline}</math></b>	<b>5,0%</b>
Risparmio annuo PA garantito	<b>45,6%</b>	€ 28 719
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	<b>Risp.IM</b>	€ 2 481
Risparmio PA durante la concessione	<b>14%</b>	€ 128 879
Risparmio annuo PA al termine della concessione	<b>Risp.Term.</b>	€ 36 327

N° di Canoni annuali	<b>anni</b>	<b>13</b>
Utile lordo della ESCO	<b>%CAPEX</b>	<b>24,14%</b>
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	<b>C<sub>ESCO</sub></b>	<b>€ 7 520</b>
Costi FTT €/anno IVA escl.	<b>C<sub>FTT</sub></b>	<b>€ 5 099</b>
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	<b>C<sub>CAPEX</sub></b>	<b>€ 13 620</b>
Canone O&M €/anno	<b>C<sub>nM</sub></b>	<b>€ 5 394</b>
Canone Energia €/anno	<b>C<sub>nE</sub></b>	<b>€ 15 500</b>
Canone Servizi €/anno IVA escl.	<b>C<sub>nS</sub></b>	<b>€ 20 894</b>
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	<b>C<sub>nD</sub></b>	<b>€ 26 238</b>
Canone Totale €/anno IVA escl.	<b>C<sub>n</sub></b>	<b>€ 47 132</b>
Aliquota IVA %	<b>IVA</b>	<b>22%</b>
Rimborso erariale IVA	<b>R<sub>IVA</sub></b>	<b>€ 70 910</b>
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	<b>R<sub>B</sub></b>	<b>€ 157 054</b>
Durata Incentivi, anni	<b>n<sub>B</sub></b>	<b>5</b>
Inizio erogazione Incentivi, anno		<b>2023</b>

Tabella 9.6 – Risultati dell'analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN1

INDICATORI DI REDDITIVITÀ DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	<b>T.R.S.</b>	<b>8,58</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>	<b>11,70</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	<b>VAN &gt; 0</b>	<b>€ 50 424</b>
Tasso interno di rendimento del progetto	<b>TIR &gt; WACC</b>	<b>6,39%</b>
Indice di Profitto	<b>IP</b>	<b>12,82%</b>
INDICATORI DI REDDITIVITÀ DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	<b>T.R.S.</b>	<b>4,10</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>	<b>4,94</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	<b>VAN &gt; 0</b>	<b>€ 36 512</b>
Tasso interno di rendimento dell'azionista	<b>TIR &gt; k<sub>e</sub></b>	<b>22,01%</b>
Debit Service Cover Ratio	<b>DSCR &lt; 1,3</b>	<b>1,205</b>
Loan Life Cover Ratio	<b>LLCR &gt; 1</b>	<b>1,105</b>
Indice di Profitto Azionista	<b>IP</b>	<b>9,29%</b>

Figura 9.16 –SCN1: Flussi di cassa del progetto



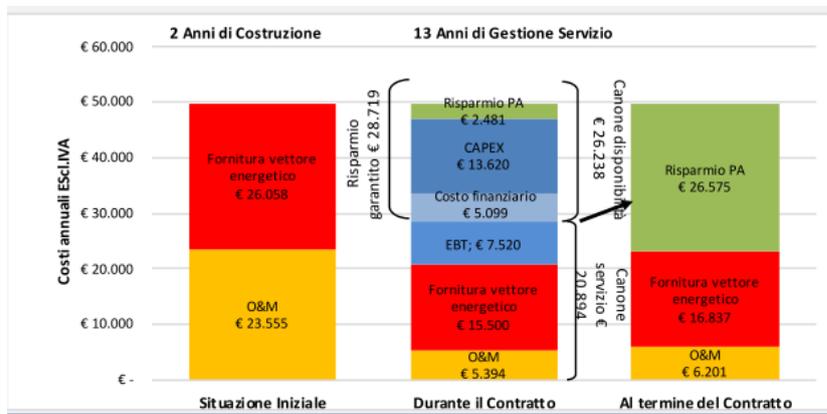
Figura 9.17 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



Dall’analisi effettuata è emerso che lo scenario risulta conveniente sia per TRS < 15 anni sia per VAN positivo con e senza incentivi.

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 9.24

Figura 9.18 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



### 9.3.2 Scenario 2: Tale scenario consiste nella realizzazione di isolamento involucro opaco e trasparente, sostituzione caldaia, rifacimento copertura, valvole termostatiche e pompe a inverter, illuminazione a led

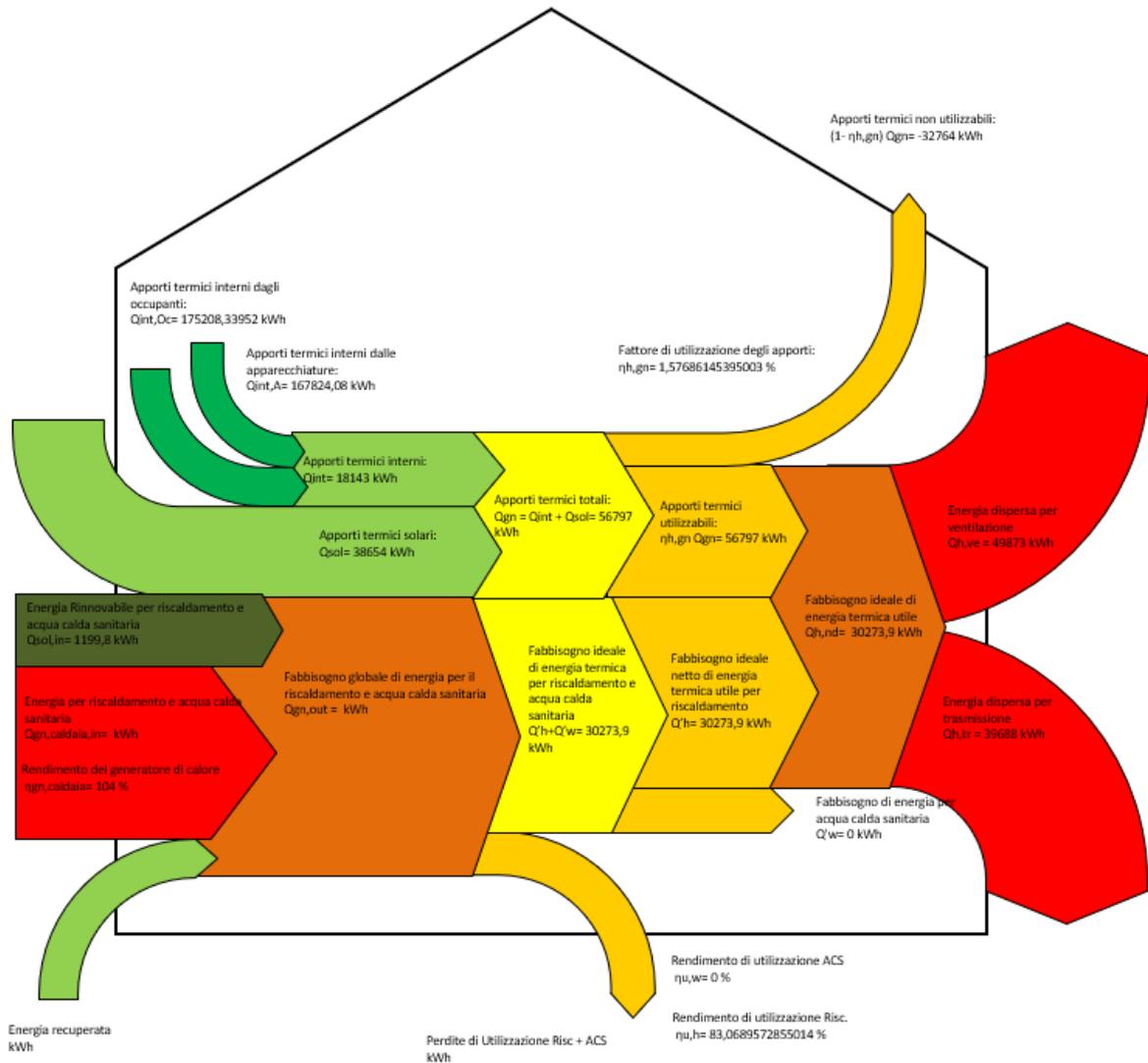
La realizzazione dello scenario 2 consiste nella combinazione delle EEM di seguito elencate:

Tabella 9.7 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 2

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA AI 22% [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
EEM1 Fornitura & Posa	154.178	33.919	188.097
EEM2 Fornitura & Posa	51.083	11.238	62.321
EEM3 Fornitura & Posa	59.948	13.189	73.136
EEM4 Fornitura & Posa	27.830	6.123	33.953
EEM5 Fornitura & Posa	25.851	5.687	31.538
EEM6 Fornitura & Posa	44.741	9.843	54.584
Costi per la sicurezza	10.403	2.288	12.691
Costi per la progettazione	24.274	5.340	29.614
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>			
VOCE MANUTENZIONE	C <sub>MO</sub> (IVA INCLUSA) [€]	C <sub>MS</sub> (IVA INCLUSA) [€]	C <sub>M</sub> (IVA INCLUSA) [€]
EEM1 O&M	1.695	503	2.198
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>	<b>1.695</b>	<b>503</b>	<b>2.198</b>
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]	
<b>Incentivi</b>	<b>Conto termico</b>	<b>194.372</b>	
<b>Durata incentivi</b>		<b>5</b>	
<b>Incentivo annuo</b>		<b>38.874</b>	

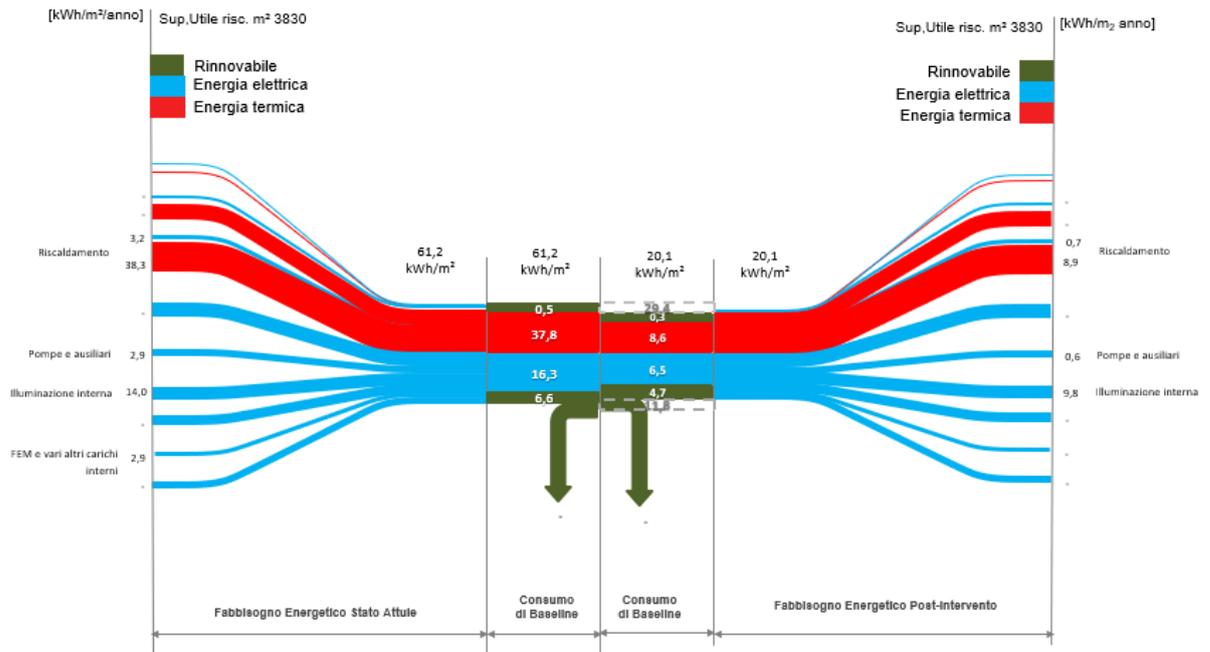
A seguito della modellazione dei due scenari ottimali è stato possibile rappresentare i risultati del bilancio energetico termico nella forma di diagramma di sankey relativo alle situazioni post-intervento.

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



Dall'analisi dei diagrammi di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio post intervento è possibile notare che aumenta il rendimento di utilizzazione del riscaldamento, ma allo stesso tempo aumentano le dispersioni per ventilazione e per trasmissione.

Figura 9.20 – SCN2: Bilancio energetico complessivo dell’edificio post intervento



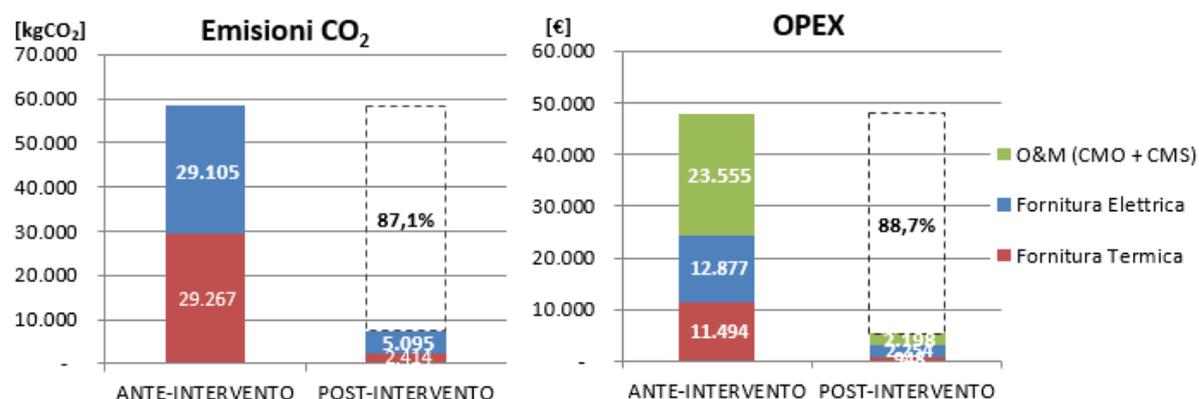
I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.8 e nella Figura 9.21

### 9.3.3 Tabella 9.8 – Risultati analisi SCN2 – Tale scenario consiste nella realizzazione di isolamento involucro opaco e trasparente, sostituzione caldaia, rifacimento copertura, valvole termostatiche e pompe a inverter, illuminazione a led

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM1 trasmittanza	[W/m <sup>2</sup> K]	3	0,3	<b>90,0%</b>
EM2 trasmittanza	[W/m <sup>2</sup> K]	1,4	0,26	<b>81,4%</b>
EM3 trasmittanza	[W/m <sup>2</sup> K]	5	1,3	<b>74,0%</b>
EM4 - rendimento di generazione	-	81,9	104	<b>27,0%</b>
EM6 rendimento di regolazione	-	69,2	99,5	<b>43,8%</b>
EM5 Potenza elettrica	WATT	17900	7200	<b>59,8%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	148.667	12.262	<b>91,8%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	63.323	11.085	<b>82,5%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	144.886	11.950	<b>91,8%</b>
EE <sub>baseline</sub>	[kWh]	62.323	10.910	<b>82,5%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	29.267	2.414	<b>91,8%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	29.105	5.095	<b>82,5%</b>
<b>Emiss. CO2 Totale</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>58.372</b>	<b>7.509</b>	<b>87,1%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	11.494	948	<b>91,8%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	12.877	2.254	<b>82,5%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>24.370</b>	<b>3.202</b>	<b>86,9%</b>
Costo Manutenzione Ordinaria, C <sub>MO</sub>	[€]	21.200	1.695	<b>92,0%</b>
Costo Manutenzione Straordinaria, C <sub>MS</sub>	[€]	2.356	503	<b>78,6%</b>
Costo per O&M (C <sub>M</sub> = C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>23.555</b>	<b>2.198</b>	<b>90,7%</b>
OPEX	[€]	<b>47.925</b>	<b>5.400</b>	<b>88,7%</b>
Classe energetica	[-]	G	C	+3 classi

Nota (x) 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 vettore elettrico  
 I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,079 [€/kWh] per il vettore termico e 0,207 vettore elettrico

Figura 9.21 – 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 9.9,

Tabella 9.10 e Tabella 9.11 e nelle successive figure.

**9.3.4 Tabella 9.9 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN2– Tale scenario consiste nella realizzazione di isolamento involucro opaco e trasparente, sostituzione caldaia, rifacimento copertura, valvole termostatiche e pompe a inverter, illuminazione a led**

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	$n_i$	2
Anni Gestione Servizio	$n_s$	23
Anni Concessione	$n$	25
Anno inizio Concessione	$n_o$	2020
Anni dell'ammortamento	$n_A$	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	$k_{CdP}$	2,00%
Costo Capitale Azienda	<b>WACC</b>	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	$f$	0,50%
deriva dell'inflazione	$f'$	0,70%
%, interessi debito	$k_D$	3,82%
%, interessi equity	$k_E$	9,00%
Aliquota IRES	<b>IRES</b>	24,0%
Aliquota IRAP	<b>IRAP</b>	3,9%
Aliquota fiscale	$\tau$	27,90%
Anni debito (finanziamento)	$n_D$	10
Anni Equity	$n_E$	23
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	$I_o$	€ 486 526
Oneri Finanziari (costi indiretti)	<b>%Of</b>	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	<b>Of</b>	€ 14 596
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	<b>CAPEX</b>	€ 501 122
%CAPEX a Debito	<b>D</b>	80,0%
%CAPEX a Equity	<b>E</b>	20,00%
Debito	$I_D$	€ 400 897
Equity	$I_E$	€ 100 224
Fattore di annualità Debito	<b>FA<sub>D</sub></b>	8,30
Rata annua debito	$q_D$	€ 48 290
Costo finanziamento,(D+INT <sub>D</sub> )	$q_D * n_D$	€ 482 904
Costi per interessi debito, INT <sub>D</sub>	<b>INT<sub>D</sub>=<math>q_D * n_D - D</math></b>	€ 82 006

Tabella 9.10 – Parametri Economici dell’analisi di redditività dello SCN2

PARAMETRI ECONOMICI			
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	$C_{E0}$	€	26 058
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	$C_{M0}$	€	23 555
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€	49 613
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	$C_{Altro}$	€	-
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$		85,0%
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$		90,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$		5,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€	42 518
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€	2 481
Risparmio PA durante la concessione	14%	€	284 067
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€	58 461
N° di Canoni annuali	anni		23
Utile lordo della ESCO	$\% CAPEX$		123,69%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	$C_{ESCO}$	€	26 949
Costi FTT €/anno IVA escl.	$C_{FTT}$	€	3 565
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	$C_{CAPEX}$	€	9 522
Canone O&M €/anno	$C_{nM}$	€	2 515
Canone Energia €/anno	$C_{nE}$	€	4 581
Canone Servizi €/anno IVA escl.	$C_{nS}$	€	7 095
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	$C_{nD}$	€	40 037
Canone Totale €/anno IVA escl.	$C_n$	€	47 132
Aliquota IVA %	IVA		22%
Rimborso erariale IVA	$R_{IVA}$	€	87 734
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	$R_B$	€	194 372
Durata Incentivi, anni	$n_B$		5
Inizio erogazione Incentivi, anno			2023

Tabella 9.11 – 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.		7,69
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		9,58
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€	322 930
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC		11,40%
Indice di Profitto	IP		66,37%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = $Io / FC$ , Anni	T.R.S.		3,64
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		4,23
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€	174 084
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke		32,65%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3		1,338
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1		2,544
Indice di Profitto Azionista	IP		35,78%

Figura 9.22 –SCN2: Flussi di cassa del progetto

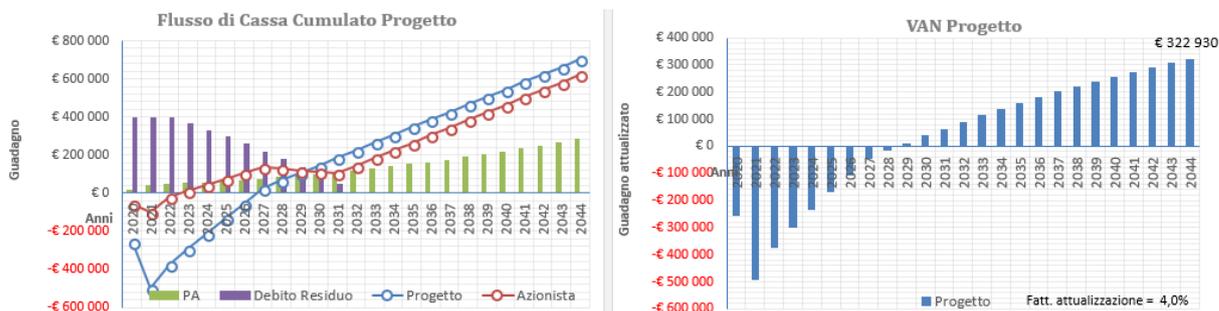


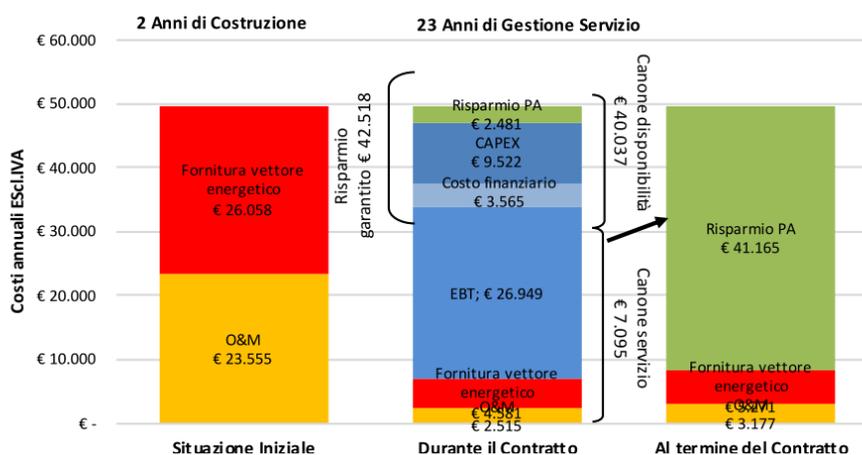
Figura 9.23 – SCN2: Flussi di cassa dell'azionista



Dall'analisi effettuata è emerso che lo scenario risulta conveniente sia per TRS < 25 anni sia per VAN positivo con e senza incentivi.

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 9.24

Figura 9.24 – Scenario 2 Schema di Energy Performance Contract



## 10 CONCLUSIONI

### 10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	EP <sub>gl,nren</sub>	kWh/mq anno	173,52	165,59
Climatizzazione invernale	EP <sub>H</sub>	kWh/mq anno	140,25	138,78
Produzione di acqua calda sanitaria	EP <sub>w</sub>	kWh/mq anno	0,00	0,00
Ventilazione	EP <sub>v</sub>	kWh/mq anno	0,00	0,00
Raffrescamento	EP <sub>c</sub>	kWh/mq anno	0,00	0,00
Illuminazione artificiale	EP <sub>L</sub>	kWh/mq anno	33,28	26,81
Trasporto di persone e cose	EP <sub>T</sub>	kWh/mq anno	0,00	0,00
Emissioni equivalenti di CO <sub>2</sub>	CO <sub>2eq</sub>	Kg/mq anno	37,70	35,98

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	EP <sub>gl,nren</sub>	kWh/mq anno	49,52	47,25
Climatizzazione invernale	EP <sub>H</sub>	kWh/mq anno	40	39,6
Produzione di acqua calda sanitaria	EP <sub>w</sub>	kWh/mq anno	0	0
Ventilazione	EP <sub>v</sub>	kWh/mq anno	0	0
Raffrescamento	EP <sub>c</sub>	kWh/mq anno	0	0
Illuminazione artificiale	EP <sub>L</sub>	kWh/mq anno	9,5	7,65
Trasporto di persone e cose	EP <sub>T</sub>	kWh/mq anno	0	0
Emissioni equivalenti di CO <sub>2</sub>	CO <sub>2eq</sub>	Kg/mq anno	10,76	10,27

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

Descrizione delle Misure di efficienza energetiche proposte:

- EEM 1: CAPPOTTO INTERNO
- EEM 2: COPERTURA
- EEM 3: SOSTITUZIONE SERRAMENTI
- EEM 4: SOSTITUZIONE CALDAIA
- EEM 5: SOSTITUZIONE LAMPADINE
- EEM 6: VALVOLE TERMOSTATICHE E POMPE A GIRI VARIABILI

## Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso senza incentivi

SENZA INCENTIVI												
	% $\Delta E$ [%]	% $\Delta_{CO2}$ [%]	$\Delta C_E$ [€/anno]	$\Delta C_{MO}$ [€/anno]	$\Delta C_{MS}$ [€/anno]	$I_0$ [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	49.4	27.0	6.248	10.481	0	206.906	12.6	20.7	30	38.196	6.7	0.18
EEM 2	14.3	7.8	1.805	3.026	0	67.934	14.3	25.8	30	3.959	5.6	0.06
EEM 3	20.7	11.3	2.376	4.383	0	80.450	11.7	18.6	30	21.282	7.4	0.26
EEM 4	19.5	7.1	1.555	4.135	0	37.939	6.4	8.0	15	17.916	12.2	0.47
EEM 5	-0.4	-0.2	49	82	0	33.255	<b>68.4</b>	<b>73.6</b>	30	<b>-29.596</b>	--	-0.89
EEM 6	-19.2	-10.3	2.390	-4.077	0	60.042	14.2	21.1	15	<b>-</b> <b>105.856</b>	--	-1.76

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

CON INCENTIVI														
	% $\Delta E$ [%]	% $\Delta_{CO2}$ [%]	$\Delta C_E$ [€/anno]	$\Delta C_{MO}$ [€/anno]	$\Delta C_{MS}$ [€/anno]	$I_0$ [€]	TR S [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]	DSCR	LLCR
EEM 1	49.4	27.0	6.248	10.481	0	206.906	6.9	10.0	30	108.960	11.1	0.53	n/a	n/a
EEM 2	14.3	7.8	1.805	3.026	0	67.934	7.8	11.9	30	27.488	9.8	0.40	n/a	n/a
EEM 3	20.7	11.3	2.376	4.383	0	80.450	6.6	9.6	30	49.146	11.9	0.61	n/a	n/a
EEM 4	19.5	7.1	1.555	4.135	0	37.939	4.0	4.8	15	30.852	18.6	0.81	n/a	n/a
EEM 5	-0.4	-0.2	49	82	0	33.255	18.7	21.2	30	<b>-18.077</b>	-21	-0.54	n/a	n/a
EEM 6	-19.2	-10.3	2.390	-4.077	0	60.042	22.3	40.0	15	<b>-85.060</b>	--	-1.42	n/a	n/a
SCN 1	85.8	54.6	12.862	18.279	0	405.026	4.10	4.94	30	36.512	22.01	9.29	1.105	1.105
SCN 2	91.8	87.1	21.168	19.504	0	486.526	3.64	4.23	30	174.084	32.65	35.8	1.338	2.544

## 10.3 CONCLUSIONI E COMMENTI

L'edificio oggetto della diagnosi energetica si presenta in condizioni discrete dal punto di vista impiantistico e di involucro opaco e trasparente. E' evidente che abbia bisogno di interventi sull'involucro opaco (sostenibili in termini di analisi costi – benefici) e di regolazione sulla parte di climatizzazione invernale (ambiente molto grande privo di alcun tipo di regolazione di zona).

Gli interventi risultano convenienti per la parte di involucro opaco e trasparente (TRS < 15 anni), mentre per la parte impiantistica i TRS sono > 25 anni ma VAN negativo.

**ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA**

Titolo	Data	Nome file
Consumi energia elettrica – fatture 2014 – 2015 - 2016	16/11/2017	01_EE.pdf
Consumi gas – fatture 2015 - 2016	16/11/2017	02_Gas.pdf
Planimetrie Involucro	16/11/2017	E00856.dwg
Planimetrie Involucro	16/11/2017	PIAN1.dwg
Planimetrie Involucro	16/11/2017	PIAN1SS.dwg
Planimetrie Involucro	16/11/2017	PIAN2.dwg
Planimetrie Involucro	16/11/2017	PIAN2SS.dwg
Planimetrie Involucro	16/11/2017	PIAN3.dwg
Planimetrie Involucro	16/11/2017	PIAN4.dwg
Planimetrie Involucro	16/11/2017	PIANT.dwg
Planimetrie termici - disegni	16/11/2017	062-S01-001-CENTRALE TERMICA.dwg
Planimetrie termici - disegni	16/11/2017	L1-042-062-P00.dwg
Planimetrie termici - disegni	16/11/2017	L1-042-062-P01.dwg
Planimetrie termici - disegni	16/11/2017	L1-042-062-P02.dwg
Planimetrie termici - disegni	16/11/2017	L1-042-062-P03.dwg
Planimetrie termici - disegni	16/11/2017	L1-042-062-S01.dwg
Planimetrie termici - disegni	16/11/2017	L1-042-062-S02.dwg
Planimetrie termici - check list	16/11/2017	L1-042-062-P00-Checklist
Planimetrie termici - check list	16/11/2017	L1-042-062-P01-Checklist
Planimetrie termici - check list	16/11/2017	L1-042-062-P02-Checklist
Planimetrie termici - check list	16/11/2017	L1-042-062-P03-Checklist
Planimetrie termici - check list	16/11/2017	L1-042-062-S01-Checklist
Planimetrie termici - check list	16/11/2017	L1-042-062-S02-Checklist



## ALLEGATO B – ELABORATI

Titolo	Descrizione	Data	Nome file
Elaborati fotografici	Report fotografico rilievo	19/06/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato B - E856 FOTO SOPRALLUOGO
Elaborati fotografici	Report fotografico rilievo	09/04/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato B - E856 FOTO SOPRALLUOGO 1
Elaborati fotografici	Report fotografico rilievo	09/04/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato B - E856 FOTO SOPRALLUOGO 2
Elaborati fotografici	Report fotografico rilievo	09/04/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato B - E856 FOTO SOPRALLUOGO 3
Elaborati fotografici	Report fotografico rilievo	09/04/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato B - E856 FOTO SOPRALLUOGO 4
Elaborati fotografici	Report fotografico rilievo	09/04/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato B - E856 FOTO SOPRALLUOGO 5
Individuazione posizione impianto	Individuazione posizione impianto	26/07/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato B - E856 - POSIZIONE IMPIANTO
Schema a blocchi impianto termico	Schema a blocchi impianto termico	25/07/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato B - E856 Schema a blocchi termico
Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	23/07/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato B - 062-S01-001-CENTRALE TERMICA.dwg
Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	23/07/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato B - L1-042-062-P00.dwg
Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	23/07/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato B - L1-042-062-P01.dwg
Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	23/07/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato B - L1-042-062-P02.dwg
Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	23/07/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato B - L1-042-062-P03.dwg
Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	23/07/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato B - L1-042-062-S01.dwg
Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	23/07/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato B - L1-042-062-S02.dwg
Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	04/08/2018	DE_Lotto 7-E856_rev.01 - Allegato B - 062-S01-001-CENTRALE TERMICA.TAV_A3 pdf
Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	04/08/2018	DE_Lotto 7-E856_rev.01 - Allegato B - L1-042-062-P00.TAV_A3-PLAN.pdf
Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	04/08/2018	DE_Lotto 7-E856_rev.01 - Allegato B - L1-042-062-P01.TAV_A3-PLAN.pdf

*E856 – Scuola media statale Branega e scuola elementare Montanella*

Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	04/08/2018	DE_Lotto 7-E856_rev.01 - Allegato B - L1-042-062-P02.TAV_A3-PLAN.pdf
Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	04/08/2018	DE_Lotto 7-E856_rev.01 - Allegato B - L1-042-062-P03.TAV_A3-PLAN.pdf
Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	04/08/2018	DE_Lotto 7-E856_rev.01 - Allegato B - L1-042-062-S01.TAV_A3-PLAN.pdf
Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	04/08/2018	DE_Lotto 7-E856_rev.01 - Allegato B - L1-042-062-S02.TAV_A3-PLAN.pdf
Estratto di mappa	Estratto di mappa	23/07/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato B - DOC_1167560491
Schema a blocchi elettrico	Schema a blocchi elettrico	26/07/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato B - EL E856 schema a blocchi elettrico

## ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

Titolo	Data	Nome file
Report di indagine termografica	03/08/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato C - Report di indagine termografica

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

Titolo	Data	Nome file
Report relativi ad altre prove diagnostiche strumentali	03/08/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato D - REPORT INDAGINI DIAGNOSTICHE

**ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI**

Titolo	Data	Nome file
Elenco completo radiatori	19/06/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato E - Mappatura termosifoni E856
Stratigrafie di dettaglio stato di fatto	29/01/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato E - Stratigrafie E856
Ponti termici di dettaglio stato di fatto	18/04/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato E - Ponti termici E856
Serramenti di dettaglio stato di fatto	01/02/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato E - Serramenti E856
Raccolta dati stato rilievo	18/06/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato E - Raccolta Dati E856 - Palestra
Raccolta dati stato rilievo	18/06/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato E - Raccolta Dati E856
Stratigrafie di dettaglio intervento di miglioramento	14/06/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato E - Stratigrafie E856 riqualif
Serramenti di dettaglio intervento di miglioramento	14/06/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato E - Serramenti E856 riqualif
Ponti termici di dettaglio intervento di miglioramento	14/06/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato E - Ponti termici E856 riqualif
Schema energetico	19/06/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato E - Schema energetico - E856

## ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

Titolo	Data	Nome file
Certificato CTI software	03/07/2017	DE_Lotto.7-E856_rev.01 ALLEGATO F Certificato80-Tepsrl

## ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Titolo	Data	Nome file
Attestato di Prestazione Energetica	19/06/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 ALLEGATO G - 23140_2018_732

## ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file
Bozza APE scenari sostituzione generatore	14/06/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato H - E856_caldaia
Bozza APE scenari cappotto	14/06/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato H - E856_cappotto_esterno
Bozza APE scenari copertura	14/06/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato H - E856_copertura
Bozza APE scenari sostituzione apparecchi illuminanti	14/06/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato H - E856_illuminazione
Bozza APE scenari sostituzione serramenti	14/06/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato H - E856_serramenti
Bozza APE scenari valvole e pompe	14/06/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato H - E856_valvole

## ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

Titolo	Data	Nome file
Dati Climatici	03/08/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato I - GG_Lotto.7-E856.Rev01

## ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

Titolo	Data	Nome file
Schede di Audit	03/08/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato J - E 856_Scheda Audit_Template_rev.1



## ALLEGATO K – SCHEDE ORE

Titolo	Data	Nome file
Schede ORE	03/08/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 - Allegato K - E856 - Scheda ore



## ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

Titolo	Data	Nome file
Piano Economico Finanziario Scenari	04/08/2018	DE_LOTTO.7-E856_ALLEGATO L - AnalisiPEF_rev06

## ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
Report di Benchmark	04/08/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 Allegato M - Benchmark_Rev02.doc
Report di Benchmark	04/08/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 Allegato M - Benchmark_Rev03.pdf
Report di Benchmark	04/08/2018	DE_Lotto.7-E856_rev.01 Allegato M- Benchmark_Rev02



**ALLEGATO N – CD-ROM**

