

# SCUOLA COMUNALE DELL'INFANZIA "T. QUAGLIA"

E.87

VIA C. AUGUSTO VECCHI N. 3, GENOVA

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA  
FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Luglio/2018

COMUNE DI GENOVA  
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA



ENVIRONMENT  
PARK Parco Scientifico  
Tecnologico per l'Ambiente

# **SCUOLA COMUNALE DELL'INFANZIA "T. QUAGLIA"**

**E.87**

**VIA C. AUGUSTO VECCHI N.3, GENOVA**

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3

Luglio/2018

COMUNE DI GENOVA

STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER

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

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

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

Environment Park.S.p.A

via Livorno n.60 – 10144 Torino - Italia

Tel: 011 2257536 – [stefano.dotta@envipark.com](mailto:stefano.dotta@envipark.com)

## REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

Revisione	Data	Realizzazione	Revisione	Approvazione	Descrizione
A	15/05/2018	Stefano Dotta Sergio Ravera Mauro Cornaglia Angela Baccaro Vincenzo Cuzzola	Sergio Ravera Daniela Di Fazio	Stefano Dotta	Prima Pubblicazione
B	25/07/2018	Stefano Dotta Sergio Ravera Mauro Cornaglia Angela Baccaro Vincenzo Cuzzola	Sergio Ravera Daniela Di Fazio	Stefano Dotta	Seconda Pubblicazione

Nell'ambito del servizio di Audit e Diagnosi Energetica, denominato Fondo Kyoto - Scuola 3, il presente documento si pone l'obiettivo di supportare la redazione del rapporto di diagnosi energetica attraverso la predisposizione di un modello di relazione standardizzato. Qualsiasi parere, suggerimento d'investimento o giudizio su fatti, persone o società contenuti all'interno di questo documento è di esclusiva responsabilità del soggetto terzo che lo utilizza per emanare tale parere, suggerimento o giudizio.

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

## INDICE

## PAGINA

<b>EXECUTIVE SUMMARY .....</b>	<b>I</b>
<b>1 INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
1.1 PREMessa .....	3
1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA .....	3
1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO.....	4
1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO.....	4
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO .....	5
1.6 STRUTTURA DEL REPORT .....	8
<b>2 DATI DELL'EDIFICIO.....</b>	<b>9</b>
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO .....	9
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D'USO .....	9
2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL'IMMOBILE INTERESSATE DAGLI 'INTERVENTI.....	11
2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO.....	12
<b>3 DATI CLIMATICI .....</b>	<b>14</b>
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	14
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	15
3.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO .....	2
<b>4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI .....</b>	<b>4</b>
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO.....	4
4.1.1 <i>Involucro opaco</i> .....	4
4.1.2 <i>Involucro trasparente</i> .....	5
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	7
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i> .....	7
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i> .....	8
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione</i> .....	8
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i> .....	10
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA .....	11
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE .....	12
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE .....	13
<b>5 CONSUMI RILEVATI .....</b>	<b>16</b>
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	16
5.1.1 <i>Energia termica</i> .....	16
5.1.2 <i>Energia elettrica</i> .....	20
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI .....	23
<b>6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....</b>	<b>27</b>
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO .....	27
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i> .....	28
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i> .....	29
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	29
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	2
<b>7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO.....</b>	<b>5</b>
7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI .....	5
7.1.1 <i>Vettore termico</i> .....	5
7.1.2 <i>Vettore elettrico</i> .....	9
7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	12
7.3 COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	13
7.4 BASELINE DEI COSTI.....	13
<b>8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA .....</b>	<b>15</b>





8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI .....	15
8.1.1	<i>Involucro edilizio</i> .....	15
8.1.2	<i>Impianto riscaldamento</i> .....	2
8.1.3	<i>Impianto produzione acqua calda sanitaria</i> .....	2
8.1.4	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i> .....	2
<b>9</b>	<b>VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA</b> .....	<b>1</b>
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI .....	1
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI .....	5
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO .....	12
9.3.1	<i>Scenario 1: Scenario ottimale TRS≤15 anni:</i> .....	14
9.3.2	<i>Scenario 2: Scenario ottimale TRS≤25 anni</i> .....	19
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>5</b>
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA .....	5
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI .....	5
10.3	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	6
	<b>ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA</b> .....	<b>A</b>
	<b>ALLEGATO B – ELABORATI</b> .....	<b>A</b>
	<b>ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA</b> .....	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI</b> .....	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI</b> .....	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE</b> .....	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA</b> .....	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI</b> .....	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO I – DATI CLIMATICI</b> .....	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT</b> .....	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO K – SCHEDE ORE</b> .....	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI</b> .....	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK</b> .....	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO N – CD-ROM</b> .....	<b>1</b>

## EXECUTIVE SUMMARY

Caratteristiche dell'edificio oggetto della DE

Tabella 0.1 - Tabella riepilogativa dei dati dell'edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		1.930
Anno di ristrutturazione		nn
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.4.7 (Edifici scolastici)
Superficie utile riscaldata	[m <sup>2</sup> ]	1.220,10
Superficie disperdente (S)	[m <sup>2</sup> ]	2.929,37
Volume lordo riscaldato (V)	[m <sup>3</sup> ]	5.916,64
Rapporto S/V	[1/m]	0,50
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	1.849,33
Superficie lorda aree esterne	[m <sup>2</sup> ]	1.636,03
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m <sup>2</sup> ]	3.485,36
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	200
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici e caldaia murale a gas
Emissioni CO2 di riferimento <sup>(1)</sup>	[t/anno]	47.7
Consumo di riferimento Gas Metano <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>tt</sub> /anno]	107310
Spesa annuale Gas Metano <sup>(1)</sup>	[€/anno]	8.777
Consumo di riferimento energia elettrica <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>el</sub> /anno]	20.736
Spesa annuale energia elettrica <sup>(1)</sup>	[€/anno]	4.695

Nota (1): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: coibentazione estradosso copertura piana con XPS sp.14
- EEM 2: Sostituzione Infissi con altri aventi U=1,66W/m<sup>2</sup>k
- EEM 3 Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato
- EEM 4: Installazione di sistemi di termoregolazione
- EEM 5: Installazione di sistemi di illuminazione a LED
- SCN1: Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato
- SCN2: coibentazione estradosso copertura piana con XPS sp.14, Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato, Installazione di sistemi di illuminazione a LED

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

	CON INCENTIVI												
	%Δ <sub>E</sub>	%Δ <sub>CO2</sub>	ΔC <sub>E</sub>	ΔC <sub>MO</sub>	ΔC <sub>MS</sub>	I <sub>0</sub>	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/ann o]	[€/ann o]	[€/ann o]	[€]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	10,4	11	1.398,6	0	0	-39.928	14,6	24,8	2.419≥0	4,8	0,06	[n/a]	[n/a]
EEM 2	10,8	11,5	1.455,5	0	0	-149.879	95,3	105.797 ≤0	-5,9	-0,71	67,5	[n/a]	[n/a]

**E87 – Scuola Comunale D'infanzia “T. Quaglia”**

EEM 3	5,3	5,6	714,1	0	0	-2.625	2,8	3,2	10.242≥0	31,8	3,90	[n/a]	[n/a]
EEM4	1,4	1,5	186,1	0	0	-3.994	20,2	25,2	-1.697≤0	-4,3	-0,42	[n/a]	[n/a]
EEM5	8,0	7,1	1.080	0	0	-41.484	11,2	12,5	-15.471≤0	-10,2	-0,37	[n/a]	[n/a]
SCN 1	Scenario non conveniente												
SCN 2	Scenario non conveniente												

## 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 gli attuali consumi, in quanto tali edifici risultano essere particolarmente energivori.

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

Figura 1.1 - Vista della facciata esposta a Est



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

### 1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

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

La presente DE si inserisce in questo contesto ed analizza, pertanto, le possibili soluzioni tecniche e contrattuali, che potrebbero portare alla realizzazione di interventi di miglioramento dell'efficienza energetica volti ad una riduzione dei consumi e ad un conseguente abbattimento delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

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

Scopo della DE è quindi la definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell'edificio superiore a due classi e tempi di ritorno inferiori uguale rispettivamente a 25 o a 15 anni.

### 1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO

La presente DE è stata eseguita dalla Environment Park S.p.A, il cui responsabile per il processo di audit è l'Arch. Stefano Dotta, soggetto certificato Esperto in Gestione dell'Energia (EGE) ai sensi della norma UNI CEI 11339.

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

Tabella 1.1 – Soggetti coinvolti nella realizzazione del processo di Audit

NOME E COGNOME	RUOLO	ATTIVITÀ SVOLTA
Stefano Dotta Mauro Cornaglia Vincenzo Cuzzola		Sopralluogo in sito
Mauro Cornaglia, Vincenzo Cuzzola		Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Stefano Dotta		Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Sergio Ravera	Responsabile involucro	Revisione report di diagnosi energetica
Daniela Di Fazio	Responsabile impianti	Revisione report di diagnosi energetica
Stefano Dotta	EGE	Approvazione report di diagnosi energetica

### 1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

L'immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCEU Sezione QUA F. 6 Mapp. 293 Sub. 1, 2 è sito nel Comune di Genova e più precisamente nel quartiere Quarto dei mille.

L'edificio è di proprietà del Comune di Genova ed è attualmente adibito a Scuola comunale dell'infanzia.

Figura 1.2 – Ubicazione dell'edificio



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

Tabella 1.2 - Tabella riepilogativa dei dati dell'edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		1.930
Anno di ristrutturazione		nn
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.7 (Edifici scolastici)
Superficie utile riscaldata	[m <sup>2</sup> ]	1.220,10
Superficie disperdente (S)	[m <sup>2</sup> ]	2.929,37
Volume lordo riscaldato (V)	[m <sup>3</sup> ]	5.916,64
Rapporto S/V	[1/m]	0,50
Superficie netta aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	1.592,24
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	1.849,33

Superficie lorda aree esterne	[m <sup>2</sup> ]	1.636,03
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m <sup>2</sup> ]	3.485,36
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	200
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici e caldaia murale a gas
Emissioni CO2 di riferimento <sup>(1)</sup>	[t/anno]	47.7
Consumo di riferimento Gas Metano <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>tt</sub> /anno]	92680
Spesa annuale Gas Metano <sup>(1)</sup>	[€/anno]	8.777
Consumo di riferimento energia elettrica <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>el</sub> /anno]	20.736
Spesa annuale energia elettrica <sup>(1)</sup>	[€/anno]	4.695

Nota (1): Valori di Baseline

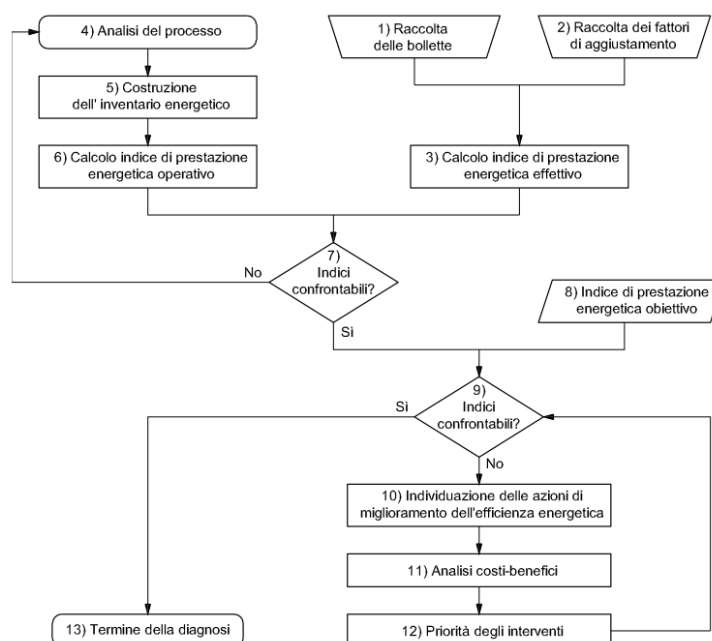
## 1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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; **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**
- 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 22/11/2017 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, Assisital, 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 EDILCLIMA Versione EC700 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) Certificato CTI N.73 ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i. e riportato all'Allegato F – Certificato CTI Software;
- 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 Villa Cambiaso 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;

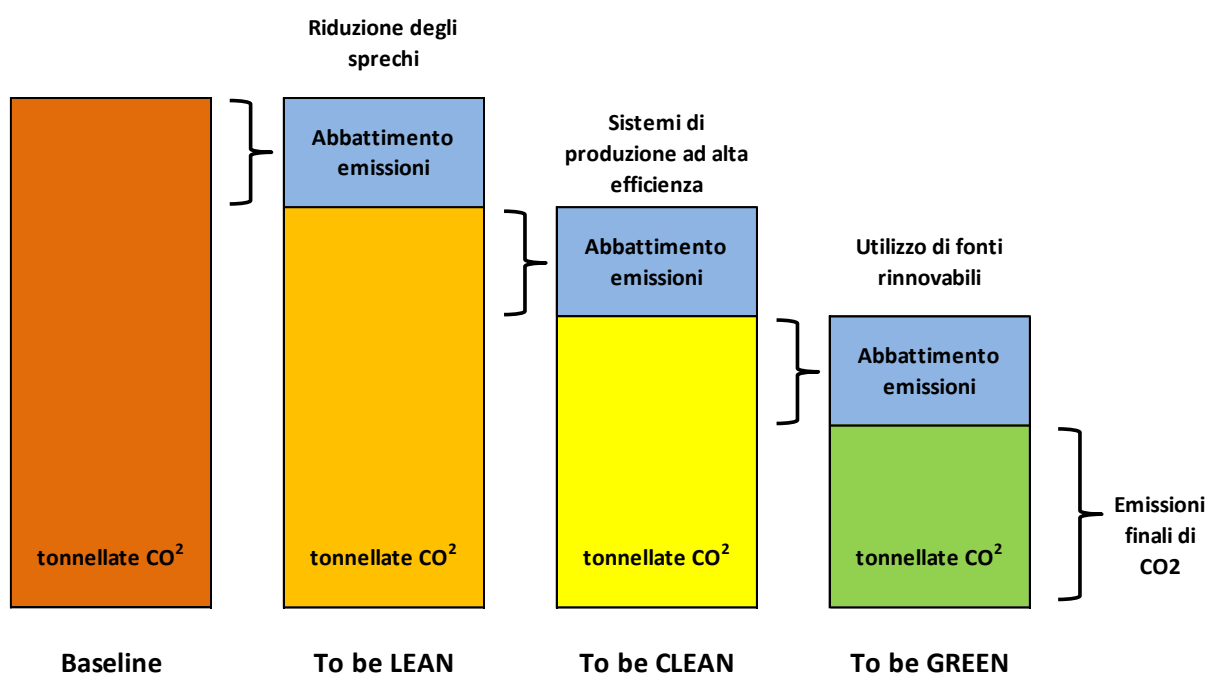
- k) Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche, al fine di ottenere uno scostamento inferiore al 5%;
- l) Analisi delle possibili EEM necessarie per la riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto analizzando gli aspetti tecnici, energetici, ed ambientali.
- 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 inferiore uguale rispettivamente a 25 e a 15 anni.
- o) Analisi costi-benefici e di redditività finanziaria derivanti dalla realizzazione delle EEM previste singolarmente, con riferimento ai principali indicatori finanziari ed ai possibili sistemi di incentivazione;
- p) Valutazione economico-finanziaria dei due scenari ottimali previsti, a partire dal "baseline di costi" e con riferimento ai principali indicatori finanziari e di sostenibilità finanziari ed ai possibili sistemi di incentivazione;
- q) Identificazione dell'eventuale canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale attraverso un Energy Performance Contract, con lo scopo di analizzare il possibile interesse nella realizzazione degli interventi studiati, tramite l'intervento di una ESCo;
- r) Realizzazione di una relazione tecnica descrittiva di dettaglio dell'analisi effettuata (Rapporto di DE);
- s) Realizzazione di un report dei Benchmark.

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



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

Figura 1.4 - Principio della Gerarchia Energetica, (fonte: London Plan 2011)



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

- **To be Lean:** Utilizzo di EEM che limitino gli sprechi ed ottimizzino il funzionamento del sistema edificio-impianto (es: illuminazione a led, coibentazione strutture, efficientamento serramenti, termoregolazione, variazioni nelle modalità di utilizzo, ecc.);
- **To be Clean:** Aumento dell'efficienza dei sistemi di produzione in loco dell'energia tramite 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 sulle domande d'utenza (anche relativamente ai sistemi di emissione, regolazione, distribuzione, accumulo), partendo dalla baseline e a approdando a un nuovo valore di baseline ridotto, ("to Be Lean"). In seguito, da questo valore ridotto di baseline si è valutato il dimensionamento delle apparecchiature e il risparmio conseguibile dapprima dalla riqualificazione degli impianti di generazione per la climatizzazione e, dopo, dall'installazione di tecnologie di generazione da fonti rinnovabili.

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

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



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

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

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

La definizione di bancabilità delle EEM viene associata agli scenari che realizzino valori positivi di DSCR nell'intorno di 1,3 e valori positivi di LLCR maggiori di 1.

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

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

## 1.6 STRUTTURA DEL REPORT

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

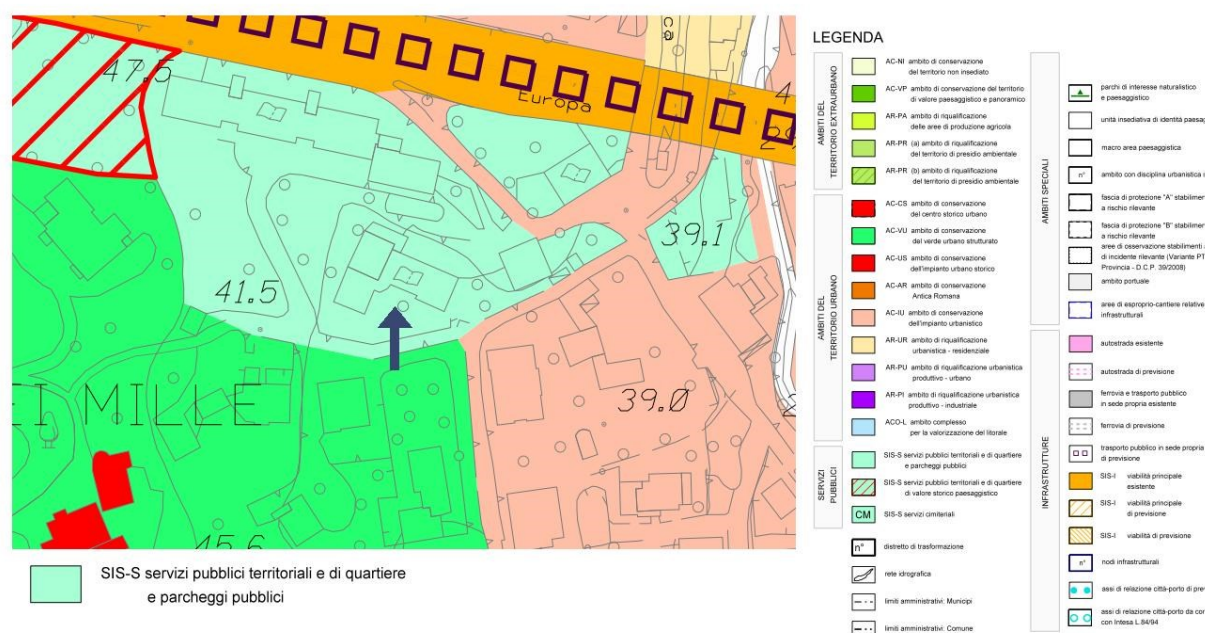
- Una prima parte nella quale sono descritti lo scopo ed i confini della DE e le metodologie di analisi adottate;
- Una seconda parte in cui sono riportate le informazioni dell'edificio rilevate in sede di sopralluogo e le valutazioni effettuate al fine di identificare le caratteristiche tecniche dei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

## 2 DATI DELL'EDIFICIO

### 2.1 INFORMAZIONI SUL SITO

Lo strumento urbanistico vigente, il P.U.C approvato con DD n° 2015/118.0.0./18 con entrata in vigore il 3/12/2015], classifica l'edificio oggetto della DE in zona SIS-S ambito che disciplina destinazioni d'uso quali: servizi pubblici e parcheggi pubblici. Tra le attività complementari disciplina anche le zone di connettività urbana funzionali per la riqualificazione e conservazione e parcheggi privati pertinenziali o liberi da asseveramento.

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



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

L'edificio ove è ubicata La Scuola Comunale dell'infanzia "T. QUAGLIA" risale all'incirca al [1930] ed ai sensi del DPR 412/93, attualmente ricade nella destinazione d'uso E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche e assimilabili.

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

La Scuola Comunale dell'infanzia "T. QUAGLIA" rappresenta per il Comune di Genova, un edificio di rilevanza storica, artistica e culturale della città. L'ipotesi di intervenire al fine di migliorarne l'efficienza energetica è innanzitutto volta ad una diminuzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, la quale rientra negli obiettivi prefissati dal Comune di Genova all'interno del SEAP (Sustainable Energy Action Plan), ma può anche essere considerata di notevole interesse socio-culturale al fine della sensibilizzazione del pubblico alle tematiche di interesse ambientale ed energetico.

La Scuola Comunale dell'infanzia "T. QUAGLIA", ogni anno, è utilizzata da circa 200 persone tra bambini insegnanti e personale ATA ed è rilevante inoltre sottolineare come la corretta gestione e manutenzione del sistema edificio – impianto, comporterebbe il miglioramento delle condizioni di

benessere percepite dagli utenti, nonché la corretta manutenzione dell'edificio, al fine di preservarlo al meglio.

Si può pertanto affermare che la riqualificazione energetica della SCUOLA COMUNALE DELL'INFANZIA "T. QUAGLIA" potrebbe portare ad una maggiore valorizzazione complessiva dell'edificio stesso.

L'edificio ospitante il complesso scolastico oggetto della DE è costituito complessivamente da due piani fuori terra oltre ad un piano interrato, nei quali si sviluppano le varie attività collegate all'utilizzo scolastico della struttura.

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	Palestra	m <sup>2</sup>	307,36	280,39	0
Seminterrato	Aule	m <sup>2</sup>	104,93	92,22	0
Seminterrato	Corridoio	m <sup>2</sup>	24,53	20,35	0
Seminterrato	Spogliatoio	m <sup>2</sup>	33,80	28,06	0
Seminterrato	locali non riscaldati	m <sup>2</sup>	249,88	0	0
Seminterrato	WC	m <sup>2</sup>	28,93	22,44	0
Terra	Aule	m <sup>2</sup>	523,72	490,18	0
Terra	Cucina	m <sup>2</sup>	33,30	28,93	0
Terra	Dispensa	m <sup>2</sup>	6,00	5,28	0
Terra	Disimpegno/atrio	m <sup>2</sup>	102,56	87,50	0
Terra	Ufficio	m <sup>2</sup>	10,37	8,64	0
Terra	Sala medica	m <sup>2</sup>	10,30	8,64	0
Terra	Magazzini	m <sup>2</sup>	8,84	6,62	0
Terra	WC	m <sup>2</sup>	26,68	21,15	0
Terra	locale servizio e atrio	m <sup>2</sup>	18,20	15,40	0
Primo	Aule	m <sup>2</sup>	75,39	66,16	0
Primo	Locale servizio	m <sup>2</sup>	23,45	19,40	0
Primo	WC	m <sup>2</sup>	7,8	5,61	0
Primo	Atrio/corridoio	m <sup>2</sup>	30,85	28,48	0
Sottotetto	locali non riscaldati	m <sup>2</sup>	153,00	0	0
Vari	Vano scala	m <sup>2</sup>	14,30	12,00	0
Ammezzato	Locale non riscaldato nel vano scala	m <sup>2</sup>	3,69	2,58	0
<b>TOTALE</b>		<b>m<sup>2</sup></b>	<b>1.849,33</b>	<b>1.220,10</b>	<b>0</b>

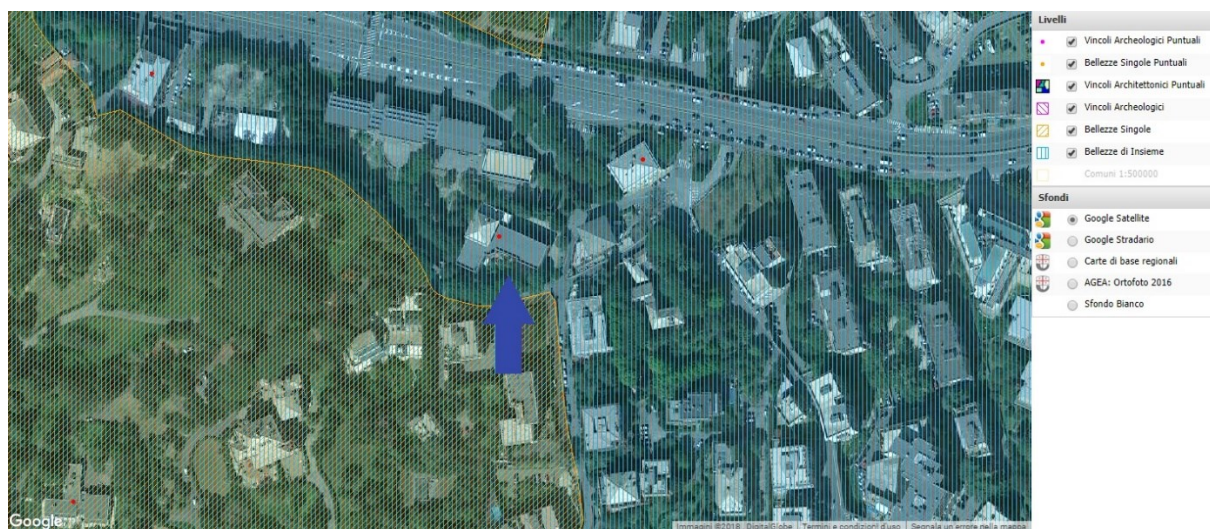
Nota (2): Superficie lorda comprensiva delle zone interne climatizzate e non climatizzate, valutate a partire dalle planimetrie progettuali, opportunamente verificate in fase di sopralluogo

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

Il quartiere di Genova Quarto, comune autonomo fino al 1926, fu compreso nelle annessioni che portarono alla creazione della Grande Genova voluta dal regime. Anticamente denominato Quarto al Mare, il centro cambiò nome in Quarto dei Mille dopo la Spedizione dei Mille del 1860, in ricordo dell'impresa. Oggi il quartiere ha caratteristiche residenziali, ma fino a tutto l'Ottocento Quarto – come d'altronde Sturla e Quinto – conservava per lo più l'aspetto antico: ville con parco, piccoli borghi, chiese, vaste zone coltivate ad orto. Affacciato sul mar Ligure, è compreso tra i quartieri Sturla, Apparizione e Quinto.

Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli



Una verifica effettuata sul portale della Regione Liguria dedicato agli edifici vincolati ([www.liguriavincoli.it](http://www.liguriavincoli.it)). L'edificio presenta delle caratteristiche architettoniche rilevanti pertanto è stato **riconosciuto bene di interesse Storico ed Artistico Particolarmente Importante** ai sensi dell'art. 10 comma 1 del D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 (Vincolo 00208663) in quanto la scuola rappresenta un'interessante testimonianza di edificio scolastico della prima metà del XX Secolo..

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

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: coibentazione estradosso copertura piana con XPS sp.14
- EEM 2: Sostituzione Infissi con altri aventi  $U=1,66W/m^2K$
- EEM 3 Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato
- EEM 4: Installazione di sistemi di termoregolazione
- EEM 5: Installazione di sistemi di illuminazione a LED




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

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA <sup>(4)</sup>	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
[EEM 1: coibentazione estradosso copertura piana con XPS	[Storico – Artistico]		[Previo parere della Soprintendenza per i beni architettonici e paesaggistici]
[EEM 2: Sostituzione infissi con altri aventi $U=1,66W/m^2K$	[Storico – Artistico]		[Previo parere della Soprintendenza per i beni architettonici e paesaggistici]



[EEM 3: Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato]	[Storico – Artistico]		[Previo parere della Soprintendenza per i beni architettonici e paesaggistici]
EEM4 Installazione di sistemi di termoregolazione	[Storico – Artistico]		[Previo parere della Soprintendenza per i beni architettonici e paesaggistici]
EEM 5 installazione di sistemi d illuminazione LED	[Storico – Artistico]		[Previo parere della Soprintendenza per i beni architettonici e paesaggistici]

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.

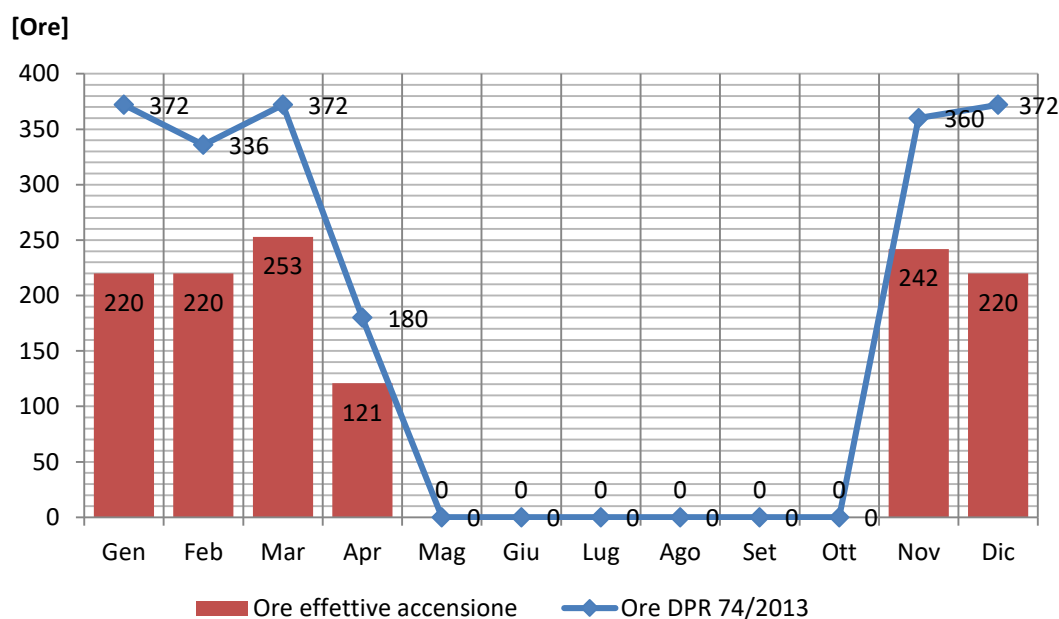
Gli orari di effettivo utilizzo dell'edificio sono stati ottenuti tramite colloquio col personale amministrativo e dirigente scolastica, mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti sono stati forniti dagli uffici preposti del Comune di Genova.

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

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

PERIODO	GIORNI SETTIMENALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
Dal 1 Novembre al 15 Aprile	Dal lunedì al venerdì	7.30-17.30	7.00 – 18.00
Dal 16 Aprile al 30 Ottobre	Dal lunedì al venerdì	7.30-17.30	[-]

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



Dall'analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti non sono strettamente correlati agli orari di espletamento delle lezioni, ma dipendono anche dalla presenza di personale all'interno della struttura. Si rileva infatti un'accensione anticipata dell'impianto termico rispetto all'orario effettivo di utilizzo ed uno spegnimento prossimo all'orario di uscita del personale della struttura, al fine di garantire l'adeguata climatizzazione dell'edificio.

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

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

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

### 3 DATI CLIMATICI

#### 3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO

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

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

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

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

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

Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 989 GG calcolati su 116 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento.

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

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

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

Mese	GIORNI MENSILI	TEMPERATURA ESTERNA UNI 10349:2016 [°C]	GIORNI RISCALDAMENTO [g/m]	GG	GIORNI DI UTILIZZO [g/m]	GIORNI RISCALDAMENTO EFFETTIVI [g/m]	GG <sub>rif</sub>	PROFILO DI INCIDENZA
Gennaio	31	10,4	31	298	20	20	192	19%
Febbraio	28	10,5	28	266	20	20	190	19%
Marzo	31	11,1	31	276	23	23	205	21%
Aprile	30	15,3	15	71	11	11	55	6%
Maggio	31	18,7	-	-	22	-	-	-
Giugno	30	22,4	-	-	21	-	-	-
Luglio	31	24,6	-	-	21	-	-	-
Agosto	31	23,6	-	-	-	-	-	-
Settembre	30	22,2	-	-	22	-	-	-
Ottobre	31	18,2	-	-	21	-	-	-
Novembre	30	13,3	30	201	22	22	147	15%
Dicembre	31	10,0	31	310	20	20	200	20%

TOTALE	365	16,7	166	1421	223	116	989	100%
--------	-----	------	-----	------	-----	-----	-----	------

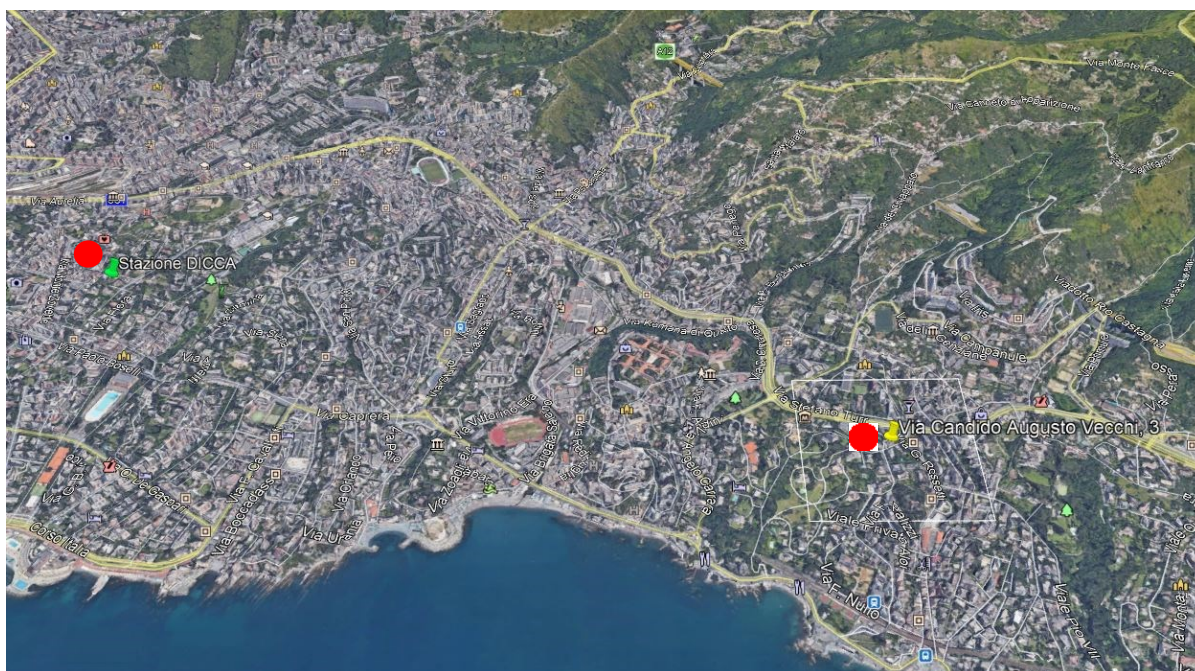
### 3.2 DATI CLIMATICI REALI

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

I dati climatici utilizzati sono stati rilevati dalla centralina meteo climatica installata presso il Laboratorio di Idraulica del Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale (44° 24'N 8° 58'E Altitudine 40 m), denominata Stazione Meteo villa Cambiaso.

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

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





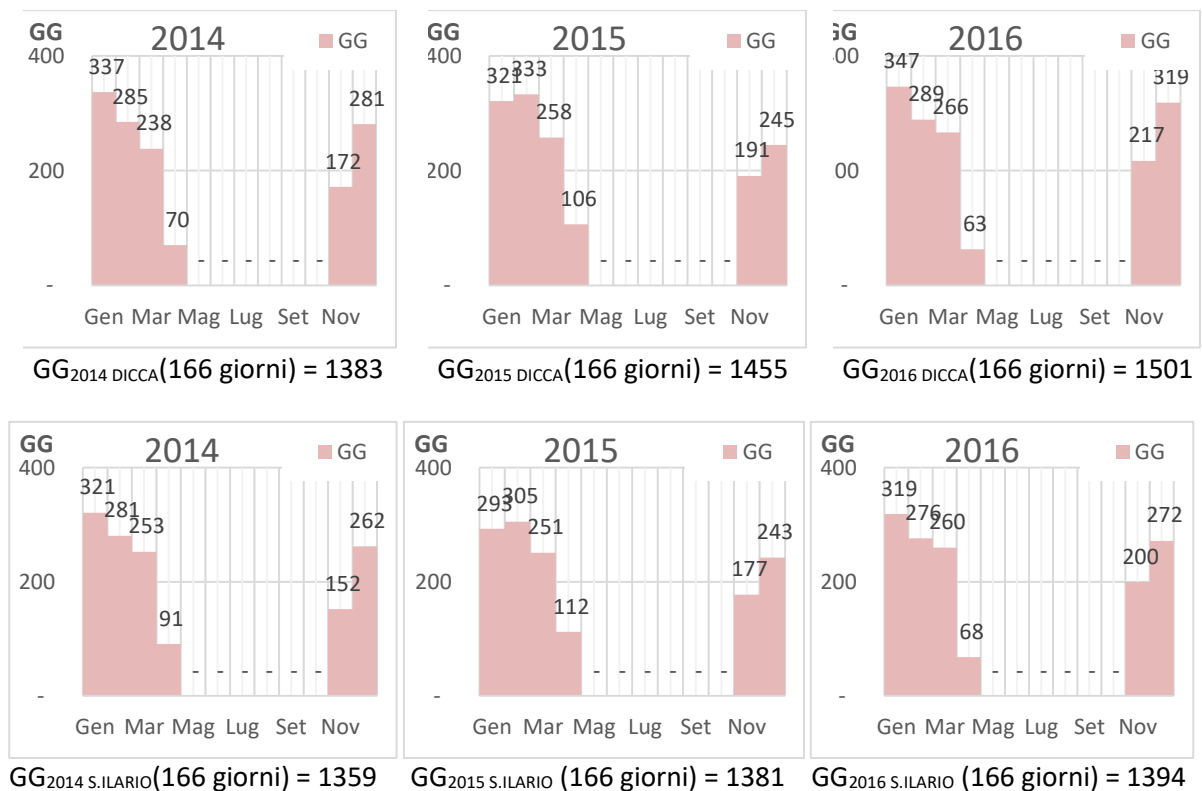
### 3.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO

Di seguito si riportano i valori mensili dei GG reali, calcolati in funzione delle temperature esterne medie orarie per il triennio di riferimento (2014 - 2015 – 2016), valutati come la sommatoria, estesa a tutti i giorni del periodo annuale di riscaldamento compreso tra il 1 Novembre e il 15 Aprile, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura interna di 20°C e quella esterna giornaliera media mensile calcolata in funzione delle temperature orarie rilevate dalla centralina meteorologica.

Durante la fase di revisione, la PA ha segnalato che tale stazione climatica potrebbe essere affetta da errori nella raccolta dei dati climatici anni 2015 e 2016. Per questa ragione si è verificata la congruità e l'attendibilità dei dati climatici confrontandoli con quelli rilevati dalla stazione ARPAL più vicina all'edificio stesso (SANT'ILARIO, 44° 23'N 9° 3'E Altitudine 174 m).

Nei grafici successivi si sono quindi confrontati i GG delle due stazioni meteo.

Figura 3.2 - Andamento mensile dei GG reali per il triennio di riferimento DICCA e SANT'ILARIO



Dal confronto tra i GG calcolati sulla base delle temperature rilevate dalle due stazioni climatiche risulta che nell'anno 2014 la differenza è di 24 GG pari all'1.7% nel 2015 la differenza è di 74 GG pari allo 5.3% e nel 2016 la differenza è di 107 GG pari allo 7.6 %. Si ritiene pertanto che i dati climatici rilevati dalla stazione DICCA possano essere considerati attendibili nell'anno 2014 mentre risultano delle differenze abbastanza significative rispetto a quelli rilevati dalla stazione Centro Funzionale, negli anni 2015 e 2016, si rimanda, quindi, al paragrafo 6.1 relativo alla validazione del modello, la definitiva conferma della validità dell'utilizzo di tali dati climatici.

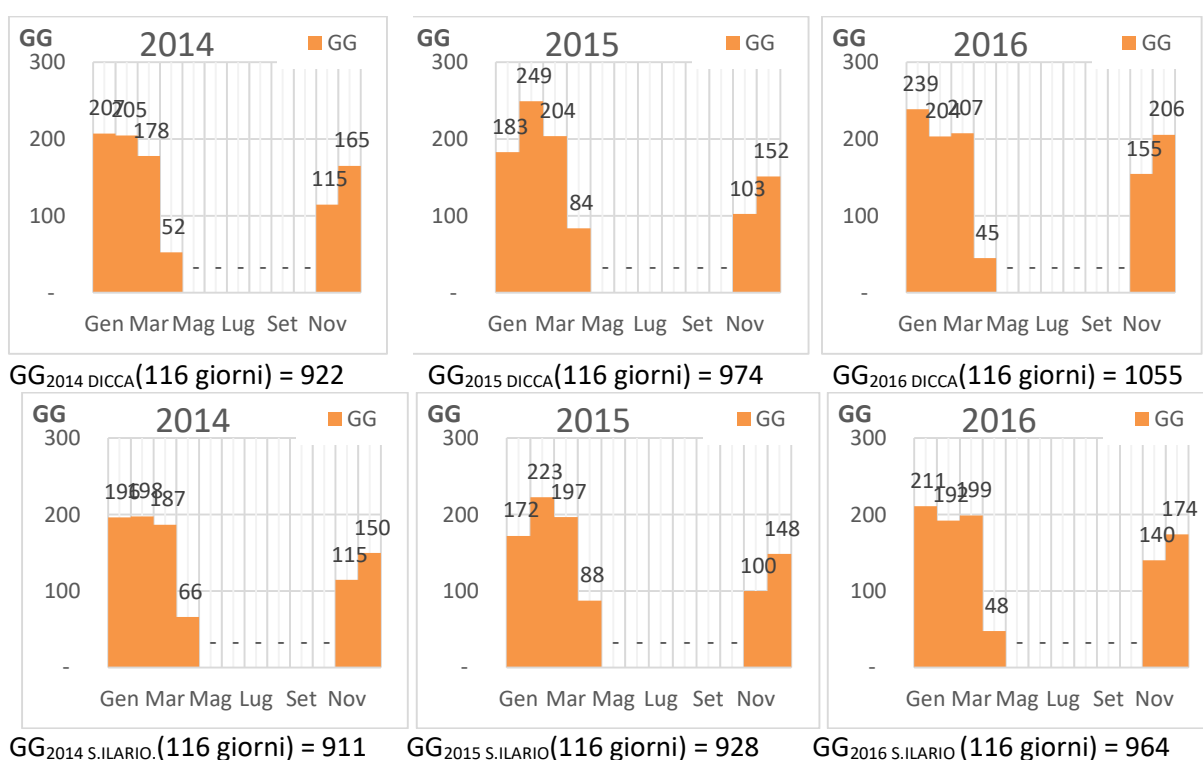
Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG reali sono stati ricalcolati in funzione

del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 922, 974 e 1055 GG calcolati su 116 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento, riferiti rispettivamente agli anni 2014, 2015 e 2016.

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

I GG così calcolati definiscono i GG<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 di DICCA E SANT'ILARIO



Dal confronto tra i GG calcolati sulla base delle temperature rilevate dalle due stazioni climatiche risulta che nei 116 giorni di utilizzo nell'anno 2014 la differenza è di 11 GG pari all'1.2% nel 2015 la differenza è di 46 GG pari all'4.9% e nel 2016 la differenza è di 91 GG pari all'9.4%.

Si ritiene, pertanto che anche a seguito di questa ulteriore verifica i dati climatici rilevati dalla stazione DICCA possano essere considerati attendibili nell'anno 2014 mentre risultano delle differenze abbastanza significative rispetto a quelli rilevati dalla stazione Centro Funzionale, negli anni 2015 e 2016, si rimanda, quindi, al paragrafo 6.1 relativo alla validazione del modello, la definitiva conferma della validità dell'utilizzo di tali dati climatici.

Tabella 3.4 Confronto dei Gradi Giorno delle due stazioni climatiche: DICCA e SANT'ILARIO

	GG 2014	GG 2015	GG 2016
SANT'ILARIO	1652	1674	1712
DICCA	1594	1734	1803

## 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 costituisce l'edificio risulta essere stato realizzato alla fine del XIX secolo e pertanto con tecniche costruttive dell'epoca e dunque caratterizzato da murature portanti miste c.a. e laterizio debitamente intonacate e coperture piane in latero-cemento e a falda con struttura in legno non isolata. Gli orizzontamenti di separazione tra gli ambienti riscaldati del primo piano dai sottotetti non isolati sono realizzati con una soletta c.a. non isolata-

Figura 4.1 - Particolare della porzione di involucro , prospetto Sud Ovest



Va sottolineato, in riferimento all'involucro edilizio, che trattandosi di un edificio di valenza storica e soggetto a vincolo architettonico, non è possibile procedere a sostanziali interventi di efficientamento dell'involucro murario.

Figura 4.2 - Particolare della facciata NE Piano Primo



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

- Rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di termo camera FLIR ThermaCAM E45 secondo le seguenti modalità si sono misurate le condizioni climatiche esterne (Temperatura dell'aria e umidità relativa), rilevate le caratteristiche di emissività della superficie e la

temperatura riflessa sulla superficie. Ci si posiziona davanti all’oggetto e si effettua la foto congiuntamente con la misura della distanza.

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- In sede di sopralluogo è stata rilevata una temperatura esterna di poco inferiore a quella interna. Non si è potuto dunque raggiungere il delta termico minimo consigliato dalla norma UNI EN 13187:2000. Tali indagini eseguite in queste condizioni non hanno consentito di evidenziare difetti ed anomalie. Per le medesime ragioni non è stato possibile verificare il valore di trasmittanza termica dei componenti d’involucro mediante l’utilizzo di termoflussimetro. Pertanto per la determinazione della trasmittanza termica si è fatto riferimento alla UNI/TR 11552:2014 “Abaco delle strutture costituenti l’involucro opaco degli edifici. Parametri termofisici”.

I dettagli delle indagini diagnostiche effettuate sono 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 [cm]	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Parete verticale	M1	40	Assente	1,128	Sufficiente
Parete verticale	M2	31,5	Assente	1,371	Sufficiente
Parete verticale	M3	50	Assente	1,977	Sufficiente
Parete verticale	M4	1,3	Assente	3,109	Sufficiente
Parete verticale	M5	12	Assente	1,617	Sufficiente
Parete verticale	M7	45	Assente	1,771	Sufficiente
Parete verticale	M8	41,5	Assente	1,113	Sufficiente
Parete verticale	M9	45	Assente	1,771	Sufficiente
Parete verticale	M11	12	Assente	1,617	Sufficiente
Parete verticale	M12	5	Assente	2,272	Sufficiente
Parete verticale	M13	45	Assente	1,771	Sufficiente
Pavimento su terreno	P1	44,5	Assente	0,473	Sufficiente
Pavimento su locale non riscaldato	P3	20	Assente	1,312	Sufficiente
Pavimento su locale non riscaldato	P4	20	Assente	1,312	Sufficiente
Solaio su sottotetto	S1	10	Assente	4,057	Sufficiente
Copertura	S2	33,5	Assente	1,269	Sufficiente
Copertura	S3	38	Assente	1,187	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 [Figura 4.3 - Particolare dei serramenti esistenti](#)

composto principalmente da serramenti con telaio in legno e vetri singoli.

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



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

- Rilievo dettagliato di tutti i telai dei serramenti dell'edificio
- Misurazione diretta degli spessori dei vetri dei serramenti mediante misuratore laser (spessivetro) utilizzato in sede di sopralluoghi
- Indisponibilità termiche alla realizzazione dell'indagine termografica, così come descritto nel paragrafo dell'involucro opaco.

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	242x120	Legno	Vetro singolo	3,811	Buono
Serramento verticale	F2	70x57	Legno	Vetro singolo	4,122	Sufficiente
Serramento verticale	F3	243x62	Legno	Vetro singolo	3,526	Sufficiente
Serramento verticale	F4	375x245	Legno	Vetro singolo	4,036	Sufficiente
Serramento verticale	F5	357x172	Legno	Vetro singolo	4,271	Sufficiente
Serramento verticale	PF6	330x185	PVC	Vetro singolo	4,415	Buono
Serramento verticale	PF7	354x173	PVC	Vetro singolo	4,144	Buono
Serramento verticale	PF8	350x193	Legno	Vetro singolo	3,956	Sufficiente
Serramento verticale	PF9	352x172	Legno	Vetro singolo	3,715	Sufficiente
Serramento verticale	PF10	444x174	PVC	Vetro singolo	5,010	Buono
Serramento verticale	F11	273x142	Legno	Vetro singolo	3,998	Sufficiente
Serramento verticale	F12	179x120	PVC	Vetro singolo	3,201	Buono
Serramento verticale	F13	183x120	Legno	Vetro singolo	3,840	Sufficiente
Serramento verticale	F14	251x121	Legno	Vetro singolo	3,352	Sufficiente

Serramento verticale	F13 con sottofinestra	183x120	Legno	Vetro singolo	3,840	Sufficiente
Serramento verticale	F15	84x118	Legno	Vetro singolo	3,682	Sufficiente
Serramento verticale	F16	79x54	Legno	Vetro singolo	3,834	Sufficiente
Serramento verticale	F17	196x124	ferro	no vetri	4,063	Buono

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

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

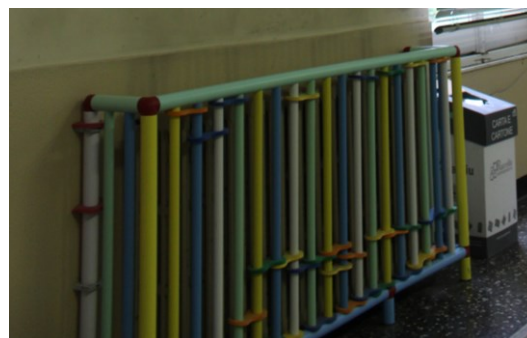
L'impianto di riscaldamento degli ambienti è costituito da una caldaia di tipo tradizionale, alimentata a metano ed asservita alla climatizzazione invernale dell'intero edificio.

### 4.2.1 Sottosistema di emissione

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

- Radiatori su parete esterna non isolata;

Figura 4.4 - Particolare dei radiatori installati sulle pareti esterne degli ambienti



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

Tabella 4.3 - Rendimenti del sottosistema di emissione per le varie zone termiche

ZONA TERMICA	TIPOLOGIA DI TERMINALE	RENDIMENTO
Scuola comunale d'infanzia "T. Quaglia"	Radiatori a parete	92%

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	POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA	POTENZA FRIGORIFERA COMPLESSIVA
			[kW]	[kW]	[kW]	[kW]
Interrato	Incassato a parete	10	2.6	26.2	[-]	[-]
Terra	Incassato a parete	27	3	85.6	[-]	[-]
Primo	Incassato a parete	6	2.5	15	[-]	[-]
<b>TOTALE</b>		<b>43</b>	<b>2.9<sup>(1)</sup></b>	<b>126.8</b>	<b>[-]</b>	<b>[-]</b>

Nota (5): La potenza termica di ciascun terminale è stata ottenuta secondo le disposizioni della norma EN 442-2, considerando un deltaT pari a 50 °C.



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

#### 4.2.2 Sottosistema di regolazione

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

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

Figura 4.5 - Particolare del pannello di controllo di dell'impianto termico

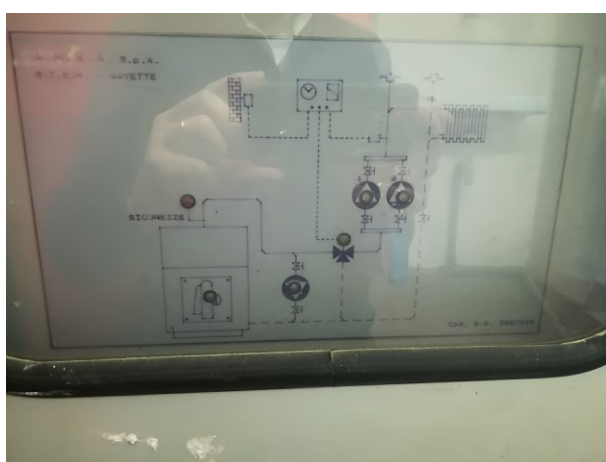
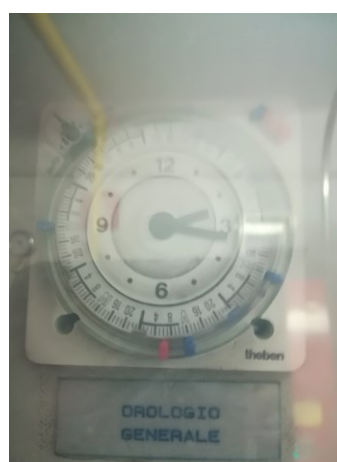


Figura 4.6 – Orologio generale a servizio dell'impianto termico



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

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

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

ZONA TERMICA	TIPO DI REGOLAZIONE	RENDIMENTO
Scuola comunale d'infanzia "T. Quaglia"	Climatica	96%

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

#### 4.2.3 Sottosistema di distribuzione

Il sottosistema di distribuzione è costituito dai seguenti elementi:

- 1) Circuito primario di collegamento tra il sistema di generazione ed il collettore caldo (fluido termovettore acqua);
- 2) Circuito secondario di mandata ai radiatori (fluido termovettore acqua);
- 3) Pompa di circolazione gemellare (funzionamento alternato) asservita al circuito primario;

**Circuito primario:** è presente una pompa di circolazione gemellare di mandata dell’acqua calda al collettore.

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

Tabella 4.6 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito primario

NOME		SERVIZIO	PORTATA <sup>(6)</sup> [m <sup>3</sup> /h]	PREVALENZA <sup>(6)</sup> [kPa]	POTENZA ASSORBITA <sup>(7)</sup> [kW]
Scuola comunale d’infanzia “T. Quaglia”	Dab Evoplus D60/340	mandata acqua calda a collettore	9.6	60	0.330

Nota (6): Valori ricavati da dati di targa

Nota (7): Valori ricavati in sede di sopralluogo

Le temperature del fluido termovettore all’interno del circuito primario sono riportate nella Tabella 4.7.

Tabella 4.7 – Temperature di mandata e ritorno del circuito primario

CIRCUITO			TEMPERATURA RILEVATA <sup>(8)</sup> °C	TEMPERATURA CALCOLO °C
Scuola comunale d’infanzia “T. Quaglia”	Mandata	Caldo	55	51
Scuola comunale d’infanzia “T. Quaglia”	Ritorno	Caldo	45	47

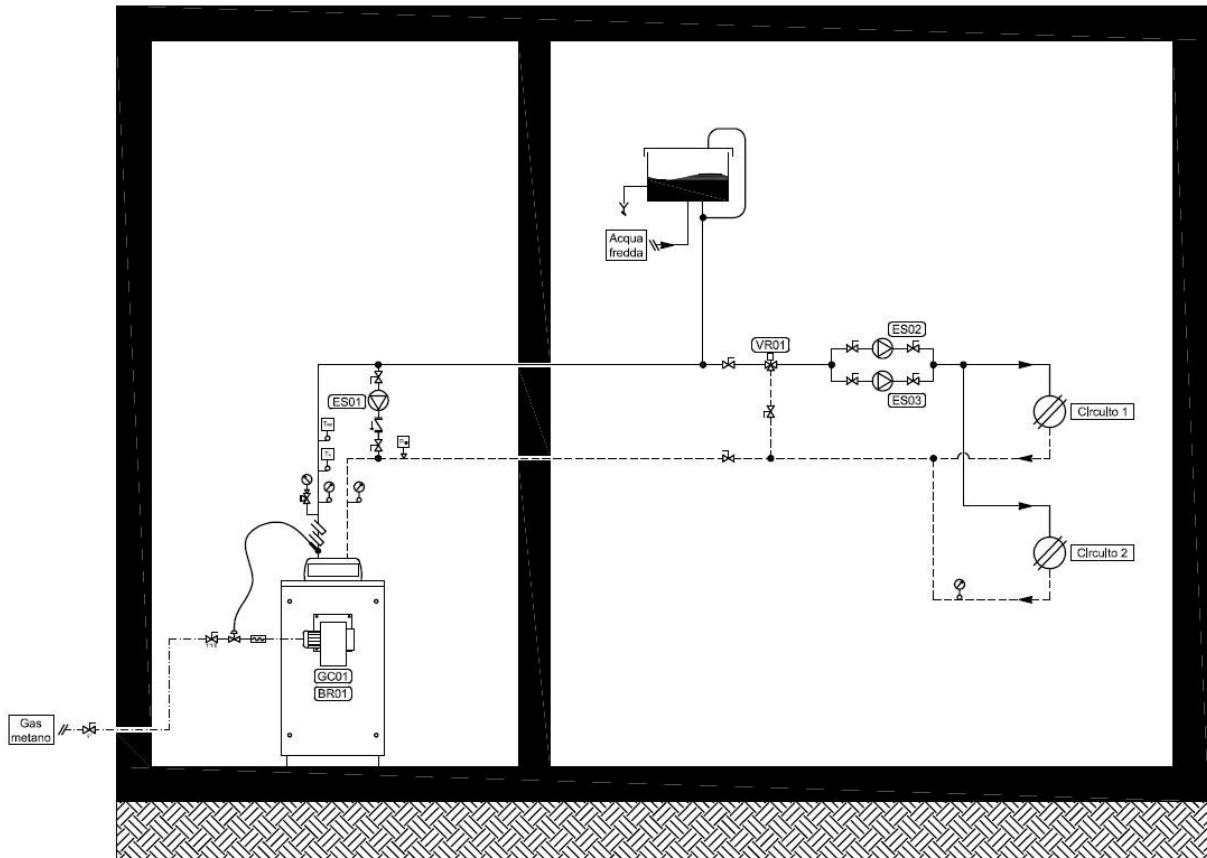
Nota (8): Valori rilevati il giorno 22/11/2017 alle ore 15.00, in orario di utilizzo della scuola, con una temperatura esterna di circa 10°C

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

**Circuito secondario:** sono presenti 2 valvole manuali di apertura/chiusura dei circuiti.

Figura 4.7 - Particolare dello schema di impianto [(Fonte: Tavola 088-S01-013-CENTRALE TERMICA.dwg)]





Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione pari al 92.3% è stato calcolato tramite la norma UNI TS 11300-2.

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

#### 4.2.4 Sottosistema di generazione

Il sottosistema di generazione è costituito da una centrale termica dotata di un'unica caldaia di tipo tradizionale, alimentata a metano, di produzione Rivasio modello MDL200.

Figura 4.8 - Particolare della caldaia Rivasio MDL200

Figura 4.9 - Particolare dello scambiatore di calore



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

Tabella 4.8 - Riepilogo caratteristiche sistema di generazione

Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE <sup>(9)</sup> [kW]	POTENZA TERMICA UTILE <sup>(9)</sup> [kW]	RENDIMENTO <sup>(10)</sup>	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA <sup>(9)</sup> [kW]
Gen 1 Riscaldamento	Ravasio	MDL200	2017	200	195.2	93.8	0.33

Nota (9): Valore ricavato tramite letture dei dati di targa rilevati in sede di sopralluogo

Nota (10): il valore riportato nella prova fumi dell'impianto risulta superiore a quello calcolato attraverso il modello energetico dell'edificio. Tale scostamento tra i valori di rendimento è dovuto alle differenti condizioni ambientali in cui è stata effettuata la prova fumi rispetto a quelle di calcolo del modello

Il rendimento complessivo del sottosistema di generazione, in regime di riscaldamento è stato calcolato nella DE tramite UNI TS 11300-2 ed è pari al 95.1%.

L'elenco dei componenti del sottosistema di generazione per il riscaldamento degli ambienti rilevati in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 6.1 e/o 6.2 dell'Allegato J – Schede di audit.

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

La produzione di acqua calda sanitaria è eseguita tramite 2 bollitori elettrici ad accumulo installati

Figura 4.10 - Particolare di un boiler elettrico per la produzione di acqua calda sanitaria

all'interno dei servizi igienici con una potenza complessiva di 3 kW e tramite una caldaia murale a gas da 4.1 kW asservita esclusivamente alla produzione di ACS per la cucina.



I rendimenti caratteristici dei sottosistemi dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria sono riportati nella Tabella 4.9 e Tabella 4.910.

Tabella 4.9 – Rendimenti dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria boiler elettrici

Sottosistema di Erogazione	Sottosistema di Distribuzione	Sottosistema di Ricircolo	Sottosistema di Accumulo	Sottosistema di Generazione	Rendimento Globale medio stagionale
100%	92.6%	[-]	[-]	31%	28.7%

Nota (11) Valori di rendimento dei sottosistemi dell'impianto di produzione di ACS calcolati secondo UNI TS 11300-2

Tabella 4.10 – Rendimenti dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria caldaia murale a gas

Sottosistema di Erogazione	Sottosistema di Distribuzione	Sottosistema di Ricircolo	Sottosistema di Accumulo	Sottosistema di Generazione	Rendimento Globale medio stagionale
100%	92.6%	[-]	[-]	89%	78.5%

Nota (11) Valori di rendimento dei sottosistemi dell'impianto di produzione di ACS calcolati secondo UNI TS 11300-2

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

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

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

Tali tipologie di utenze sono state raggruppate insieme ed identificate con la denominazione di forza elettromotrice (FEM) e sono riportate nella Tabella 4.11.

Tabella 4.11 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE	POTENZA COMPLESSIVA	ORE ANNUE DI UTILIZZO
-------------	-------------	--------	------------------	---------------------	-----------------------

			[W]	[W]	[ore]
Cucina PT	Frigo	1	750	385	4944
Ufficio PT	Stampante	1	550	550	206
Ufficio PT	PC	1	65	65	1236
Aula P1	Ventilatore a pale	2	70	140	800

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

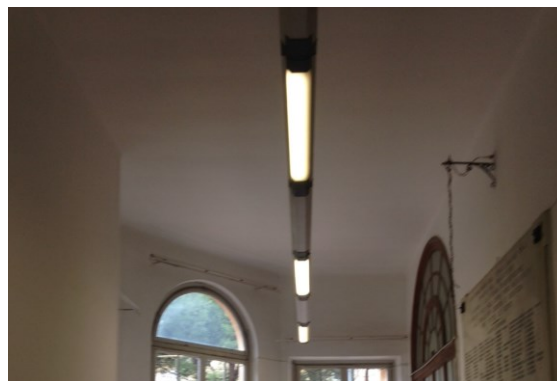
L'elenco delle altre utenze elettriche rilevate in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 11 dell' Allegato J – Schede di audit.

#### 4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione è costituito da lampade a fluorescenza tubolari (neon).

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

Figura 4.11 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle aree di circolazione interna



L'elenco e le caratteristiche dei corpi illuminanti sono riportate nella Tabella 4.12.

Tabella 4.12 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]
Aula PT	Neon	12	36	432
Aula PT	Neon	6	36	216
Aula PT	Neon	8	36	288
Aula PT	Neon	8	36	288
Aula PT	Neon	8	36	288
Aula PT	Neon	16	58	928
Cucina PT	Neon	4	36	144
Dispensa PT	Neon	2	36	72
Atrio PT	Neon	10	58	580
Aula PT	Neon	4	36	144
Ufficio PT	Neon	2	58	116
Sala medica PT	Neon	2	36	72
WC PT	Neon	6	36	216
Locale servizio PT	Neon	4	36	144
Aula P1	Neon	4	36	144
Aula P1	Neon	8	36	288

Locale servizio P1	Neon	16	36	576
WC P1	Neon	3	36	108
Locale servizio P1	Neon	4	36	144
Atrio P1	Neon	2	36	72
Corridoio P1	Neon	2	36	72
Palestra P1	Neon	32	36	1152
Aula P1	Neon	16	36	576
Corridoio P1	Neon	4	36	144
Spogliatoio P1	Neon	4	36	144
WC P1	Neon	1	36	36
Scala	Neon	8	18	144
Magazzino scala	Neon	6	36	216

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

Durante la fase di sopralluogo si è provveduto a rilevare anche lo stato di conservazione dei corpi illuminanti, che si presentano in buone condizioni.

Si è inoltre verificata la presenza di luci di emergenza nei diversi locali della struttura.

Figura 4.12 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle aule

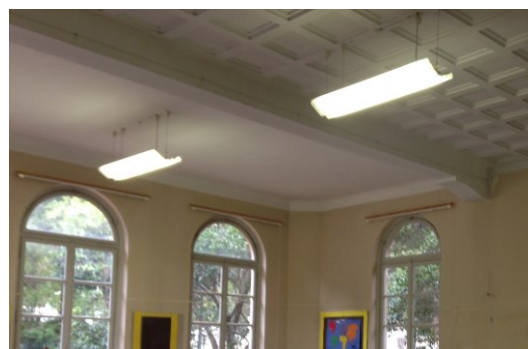
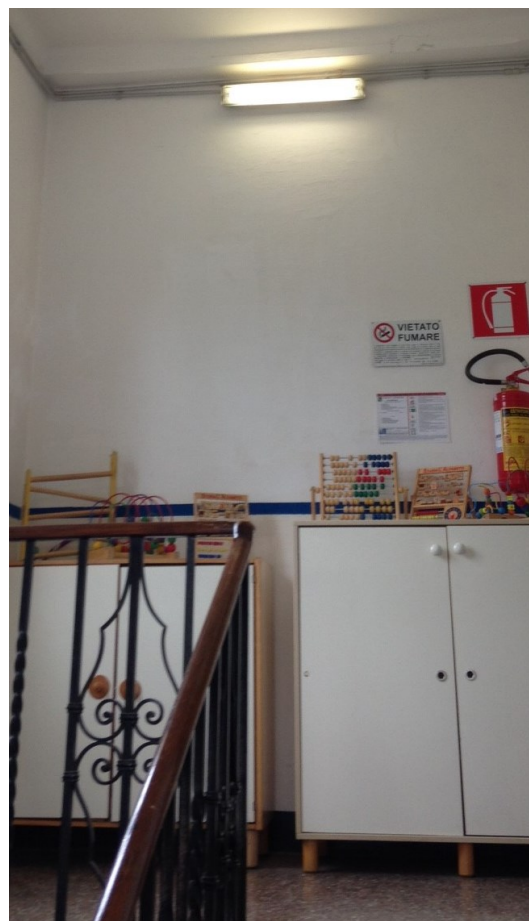


Figura 4.13 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nei vani scala



## 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;
- Gasolio;
- Energia elettrica.

#### 5.1.1 Energia termica

Il vettore termico utilizzato per la climatizzazione invernale della struttura e la produzione di ACS è il Gas Metano. Per il solo anno 2014 si è impiegato il Gasolio.

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 (12) 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 scuola;
- Caldaia per la produzione di acqua calda sanitaria a servizio della mensa scolastica;

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

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

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

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

PDR	Utilizzo	2014 [mc]	2015 [mc]	2016 [mc]	2014 [kWh]	2015 [kWh]	2016 [kWh]
03270050385603	Riscaldamento	4.809	8.320	8.767	115.503	78.377	82.585
03270010976041	Produzione ACS	1.492	1.491	1.676	14.054	14.048	15.786



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 ricavati da società di distribuzione (PDR1) e di fornitura (PDR2)

PDR: 03270050385603	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese di riferimento	[mc]	[mc]	[mc]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	-	1.558	1.936	28.335	14.677	18.236
Febbraio	-	2.123	1.650	24.458	20.000	15.541
Marzo	-	1.996	1.934	24.455	18.801	18.222
Aprile	-	393	202	3.447	3.701	1.903
Maggio	-	-	-	-	-	-
Giugno	-	-	-	-	-	-
Luglio	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-
Settembre	-	-	-	-	-	-
Ottobre	-	-	-	-	-	-
Novembre	-	960	1.379	15.062	9.042	12.986
Dicembre	-	1.290	1.666	19.751	12.154	15.696
<b>Totale</b>	<b>-</b>	<b>8.320</b>	<b>8.767</b>	<b>115.507</b>	<b>78.374</b>	<b>82.585</b>
PDR: 03270010976041	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese di riferimento	[mc]	[mc]	[mc]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	-	-	74	-	-	697
Febbraio	-	-	1.082	-	-	10.192
Marzo	-	837	57	-	7.885	537
Aprile	-	-	108	-	-	1.017
Maggio	-	-	34	-	-	320
Giugno	-	39	31	-	367	292
Luglio	-	6	29	-	57	273
Agosto	-	5	29	-	47	273
Settembre	-	8	31	-	75	292
Ottobre	-	8	38	-	75	358
Novembre	-	46	205	-	433	1.931
Dicembre	-	70	296	-	659	2.788
<b>Totale</b>	<b>-</b>	<b>1.019</b>	<b>2.014</b>	<b>-</b>	<b>9.600</b>	<b>18.972</b>

Nota (13) per il PDR 1: Esclusivamente per l'anno 2014 si riporta in consumo in kWh come somma dei due consumi di metano e gasolio. Per il PDR2 mancano le fatturazioni dell'anno 2014.

L'analisi dei consumi storici di Gas metano è stata effettuata in base alla disponibilità delle fatturazioni. L'esame del PDR 3270050380848 si basa sui m<sup>3</sup> di gas rilevati dalla società di distribuzione in quanto la PA ha stipulato un contratto di Servizio Integrato Energia 3 (SIE3) con un soggetto terzo, comprensivo sia la fornitura del vettore energetico che la conduzione e manutenzione degli impianti. Il consumo disponibile è di tipo annuale e non è stato quindi possibile effettuare un'analisi puntuale mensile dei consumi, ma come specificato dalla stazione appaltante

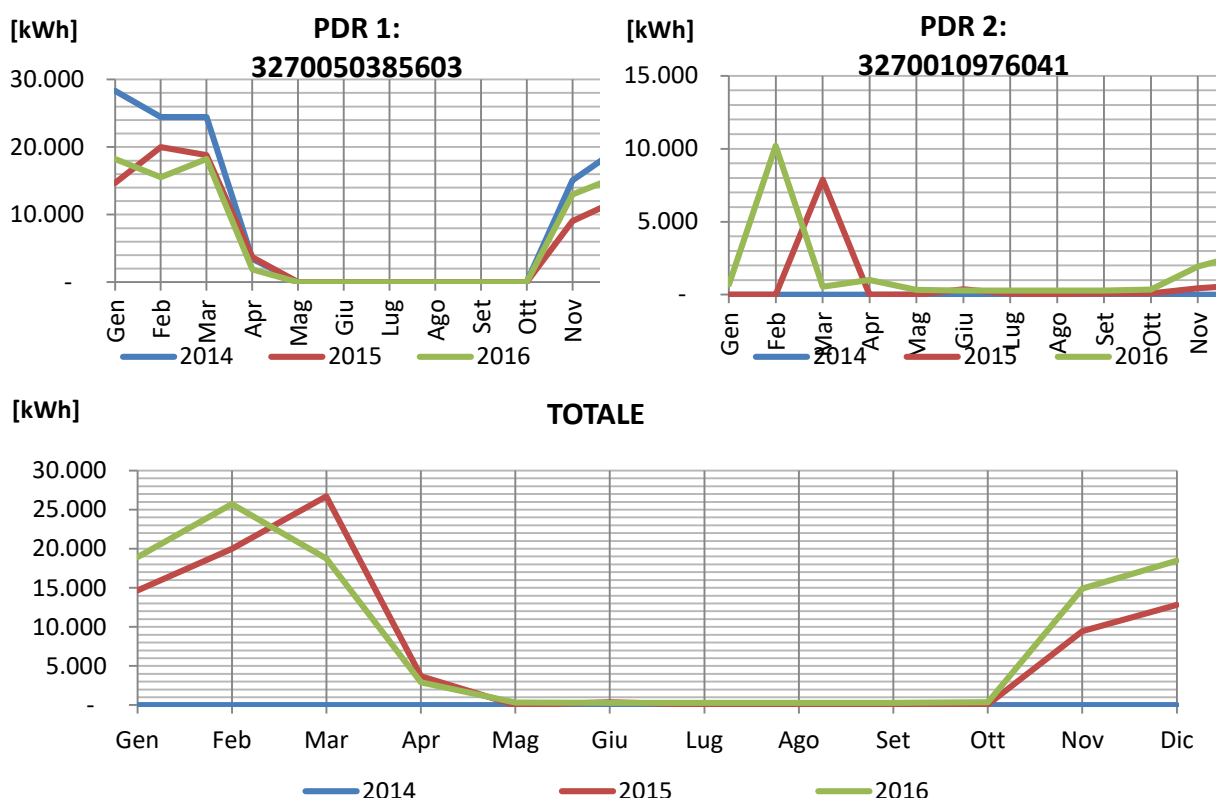


“tali consumi dovranno essere riportati tra le varie mensilità in funzione dell’effettivo funzionamento stagionale degli impianti e dei Gradi Giorno reali”.

Il PDR 3270010976041 si basa sulla base dei m<sup>3</sup> di gas rilevati dalla società di fornitura nel triennio di riferimento. Per il PDR2 non sono disponibili le fatture dell’anno 2014 e che i valori qui sopra inseriti fanno riferimento principalmente a letture stimate. Non sono state disposte, da parte dei fornitori, letture reali mensili (le uniche letture rilevate corrispondono ai cambi gestore nei mesi marzo/aprile), per cui l’andamento proposto dalle tabelle e dai grafici non corrisponde con esattezza al reale consumo. Il picco dell’anno 2015 è in realtà un consumo del trimestre Gennaio-Marzo. Quello invece del 2016 è un consumo stimato.

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 influenzato da consumi stimati del PDR 2 che non sono coerenti di anno in anno, con dei picchi nel mese di marzo 2015 e febbraio 2016. Ciò non rende attendibile il confronto ad un consumo “reale”. Il PDR1 è stato strutturato in base al periodo di funzionamento ed i Gradi Giorno.

Confrontando l’andamento dei consumi con i GG<sub>real</sub> del triennio di riferimento si può notare che il consumo da baseline si discosta da quello rilevato con la fatturazione. Quest’ultimo non è stato considerato nell’analisi perché, con buona approssimazione, non è corrispondente al reale prelievo.

Considerando che i consumi di gas metano a servizio degli impianti di riscaldamento degli ambienti sono soggetti a variazioni dovute all’andamento degli effettivi dati climatici che hanno caratterizzato il triennio di riferimento, si è reso necessario riportare tali consumi ad un comportamento normalizzato e non più strettamente dipendente dalle caratteristiche climatiche dell’anno a cui si

riferiscono, con lo scopo di ottenere un consumo destagionalizzato che possa poi essere utilizzato per effettuare la taratura del modello energetico di cui al capitolo 6.1.

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

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

Dove:

GG<sub>real,i</sub> = Gradi giorno valutati considerando le temperature esterne reali, nell'anno *i-esimo*, così come definiti al Capitolo 3.2;

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

Q<sub>real,i</sub> = Consumo termico reale per riscaldamento dell'edificio nell'anno *i-esimo*, kWh/anno.

Tale consumo è stato valutato esclusivamente ad uso riscaldamento per il PDR1. L'acqua calda sanitaria utilizza sia un altro contatore gas che un altro vettore energetico.

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<sub>ref</sub> = Gradi giorno di riferimento utilizzati nella modellazione dell'edificio, così come definiti al Capitolo 3.1;

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

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

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

Tabella 5.4 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica

ANNO	GG <sub>REALI</sub> SU 116 GIORNI	GG <sub>RIF</sub> SU 116 GIORNI	CONSUMO REALE RISC. [Smc]	CONSUMO REALE RISC. [kWh]	$\alpha_{rif}$	CONSUMO NORMALIZZATO A 989 GG [kWh]	CONSUMO ACS [kWh]	CONSUMO ALTRO [kWh]
2014	922	989		115.520		123.941	14.054	-
2015	974	989	8.320	78.397	80,5	79.610	14.048	-
2016	1.055	989	8.767	82.609	78,3	77.457	15.786	-
<b>Media</b>	<b>984</b>	<b>989</b>		<b>92.175</b>	<b>93,7</b>	<b>92.680</b>	<b>14.629</b>	-

Per la presenza combinata di gasolio e metano nel 2014 è stata riportata in tabella la somma in kWh dei due vettori energetici. Come si può notare dai dati riportati il comportamento energetico dell'edificio, negli anni considerati, è stato caratterizzato da una generica diminuzione dei consumi: tale riduzione non è dovuta alla realizzazione di importanti interventi di efficientamento. Nel 2014 si è sostituito il vettore energetico convertendo la centrale termica da gasolio e metano. È possibile che queste riduzioni possano essere riconducibili ad un utilizzo diverso dei locali congiuntamente a fattori climatici.

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

Tabella 5.5 – Individuazione della Baseline termica

GRANDEZZA	VALORE
	[Kwh]
$\bar{Q}_{ACS}$	14.629
$\bar{Q}_{ALTRO}$	-
$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$	92.680
$Q_{baseline}$	<b>107.310</b>

### 5.1.2 Energia elettrica

La fornitura di energia elettrica avviene tramite la presenza di 1 contatore il quale risulta a servizio del seguente utilizzo:

- Scuola comunale d’infanzia “T. Quaglia” 1;

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]
IT001E00096655	Scuola d’infanzia “Quaglia”	22.542	19.247	20.420	20.736
<b>TOTALE</b>		<b>22.542</b>	<b>19.247</b>	<b>20.420</b>	<b>20.736</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-E87) e sono emerse le seguenti differenze:

2014 : 22.542 kWh (0%)

2015 : 21.726 kWh (-13%)

2016 : 21.855 kWh (-7%)

Media : 22.041 kWh (-6%)

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 22.041 kWh, quello rilevato dalla PA.

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

POD: IT001E00096655	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	1.716	448	638	2.802
Febbraio	1.591	372	508	2.471
Marzo	1.521	356	576	2.453
Aprile	1.183	278	572	2.033
Maggio	1.116	302	580	1.998
Giugno	773	234	531	1.538
Luglio	111	127	343	581

Agosto	104	135	370	609
Settembre	1.006	297	491	1.794
Ottobre	1.047	339	532	1.918
Novembre	1.081	381	668	2.130
Dicembre	1.264	335	616	2.215
<b>Totale</b>	<b>12.513</b>	<b>3.604</b>	<b>6.425</b>	<b>22.542</b>
<b>POD: IT001E00096655</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Anno 2015</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>
Gennaio	1.418	415	742	2.575
Febbraio	1.328	434	733	2.495
Marzo	847	337	610	1.794
Aprile	801	232	389	1.422
Maggio	671	181	361	1.213
Giugno	670	187	358	1.215
Luglio	598	182	354	1.134
Agosto	1.239	229	235	1.703
Settembre	615	241	513	1.369
Ottobre	676	245	494	1.415
Novembre	735	245	454	1.434
Dicembre	825	237	416	1.478
<b>Totale</b>	<b>10.423</b>	<b>3.165</b>	<b>5.659</b>	<b>19.247</b>
<b>POD: IT001E00096655</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Anno 2016</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>
Gennaio	1.325	334	591	2.250
Febbraio	1.544	371	491	2.406
Marzo	1.272	306	504	2.082
Aprile	1.025	330	532	1.887
Maggio	1.145	261	522	1.928
Giugno	686	222	487	1.395
Luglio	120	147	403	670
Agosto	183	197	497	877
Settembre	692	304	492	1.488
Ottobre	937	302	455	1.694
Novembre	1.145	304	455	1.904
Dicembre	1.049	308	482	1.839
<b>Totale</b>	<b>11.123</b>	<b>3.386</b>	<b>5.911</b>	<b>20.420</b>

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

Tali valori sono riportati nella Tabella 5.8.

Tabella 5.8 – Consumi mensili di Baseline

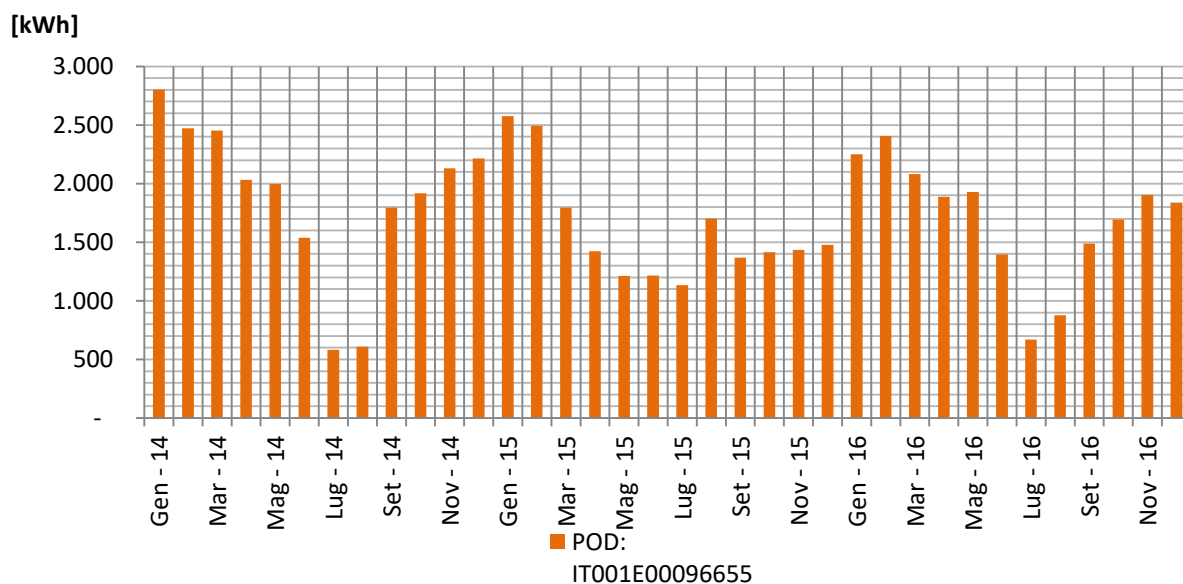
<b>BASELINE</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>
Gennaio	1.486	399	657	2.542
Febbraio	1.488	392	577	2.457
Marzo	1.213	333	563	2.110

## E87 – Scuola Comunale D'infanzia "T. Quaglia"

Aprile	1.003	280	498	1.781
Maggio	977	248	488	1.713
Giugno	710	214	459	1.383
Luglio	276	152	367	795
Agosto	509	187	367	1.063
Settembre	771	281	499	1.550
Ottobre	887	295	494	1.676
Novembre	987	310	526	1.823
Dicembre	1.046	293	505	1.844
<b>Totale</b>	<b>11.353</b>	<b>3.385</b>	<b>5.998</b>	<b>20.736</b>

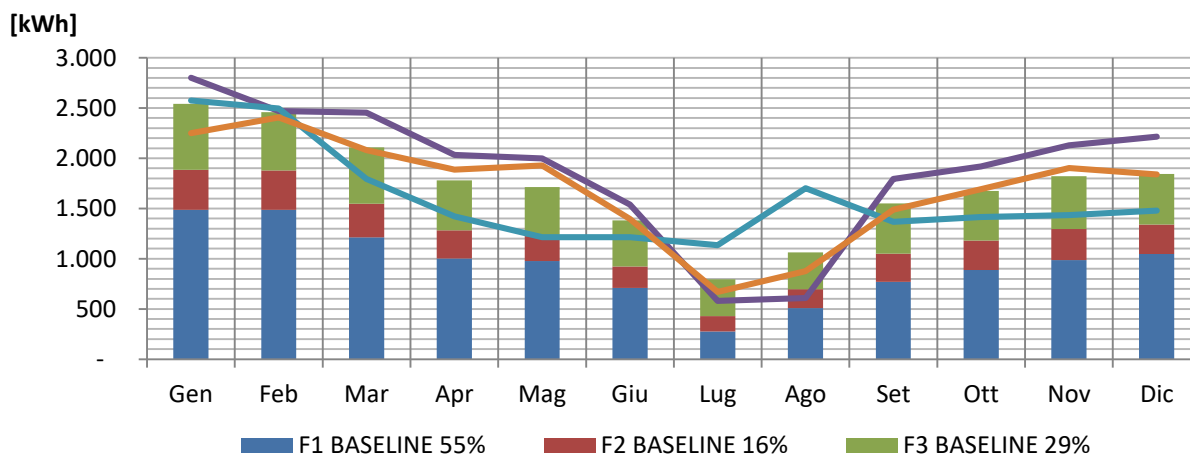
Il profilo così ottenuto è rappresentato nel grafico in Figura 5.2

Figura 5.2 – Profili mensili di Baseline riferimento



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

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



I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano andamenti coerenti di anno in anno. I minimi consumi si hanno nei mesi estivi di luglio ed agosto quando l'attività della scuola è molto ridotta. Il consumo maggiore si ha per tutti gli altri mesi nella fascia diurna F1 la quale è sempre la componente dominante.

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

## 5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI

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

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

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

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

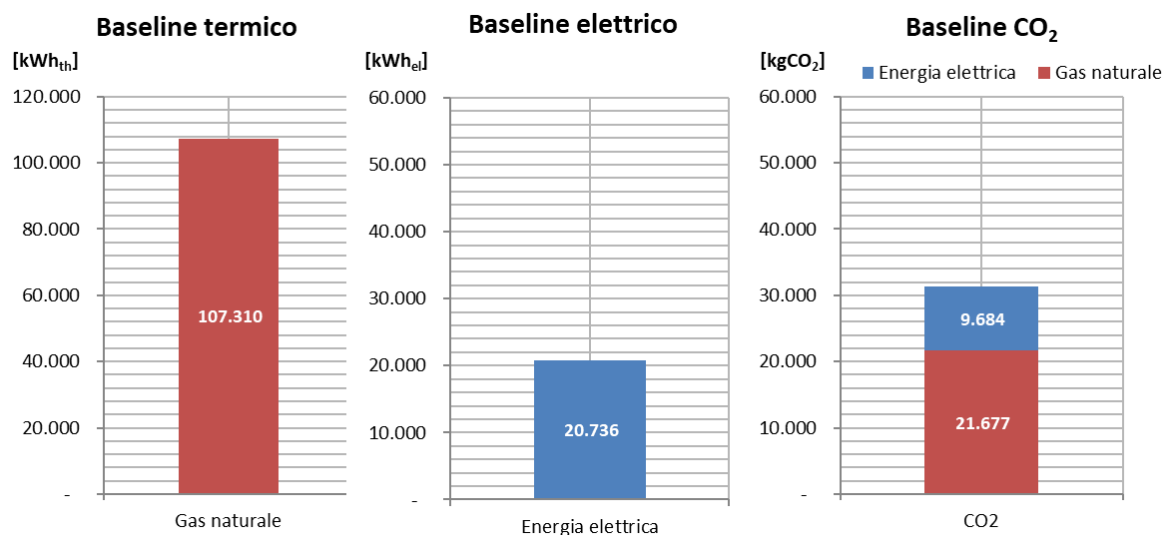
\* da "Linee Guida Patto dei Sindaci" per anno 2010

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

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	107.310	0,202	21.677
Energia elettrica	20.736	0,467	9.684

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



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

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

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

La valutazione degli indicatori di performance è stata effettuata parametrizzando i consumi reali di Baseline di cui al Capitolo CONSUMI RILEVATI5, in funzione dei fattori riportati nella Tabella 5.12.

Tabella 5.12 – Fattori di riparametrizzazione

	PARAMETRO	VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	1.220	m <sup>2</sup>
FATTORE 1	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	1.592	m <sup>3</sup>
FATTORE 1	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	6.576	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.

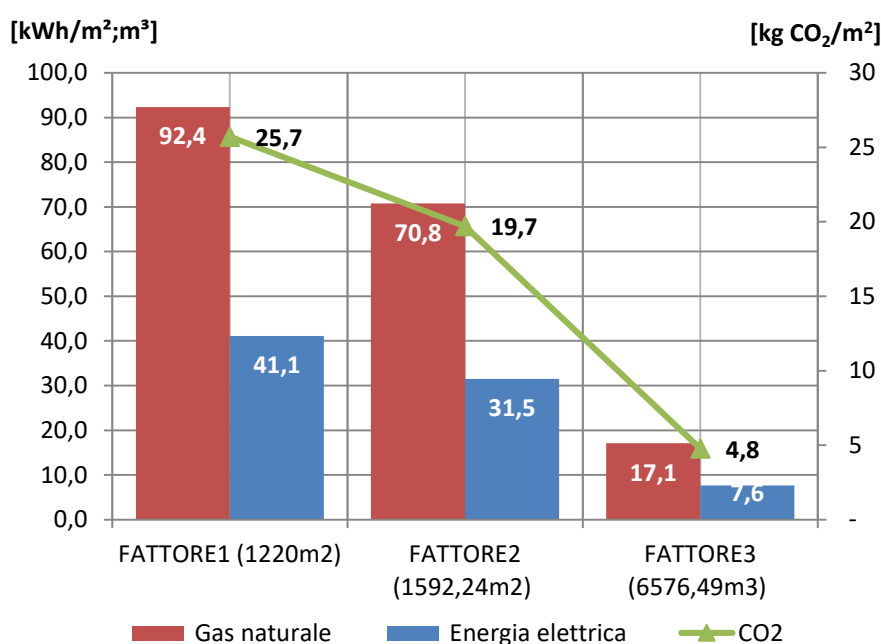
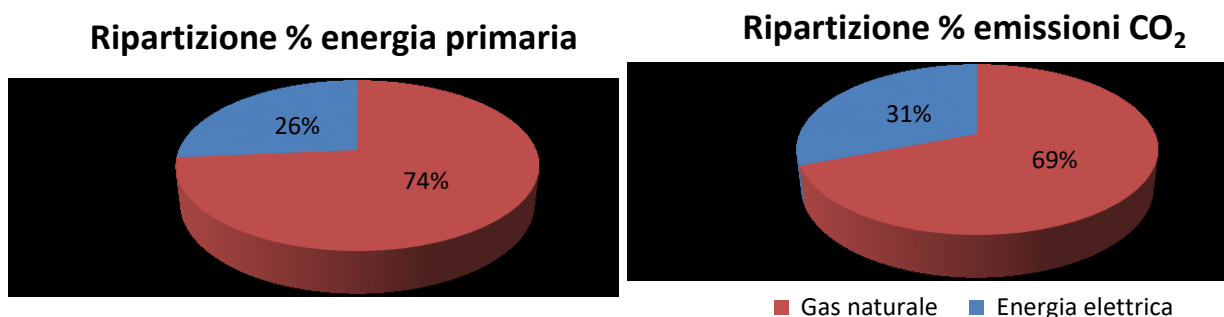
Tabella 5.13 – Indicatori di performance calcolati con riferimento all'energia primaria totale

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA TOTALE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3
	[kWh/anno]		[kWh/anno]	[kWh/m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>3</sup> ]	[Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	[Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	[Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ]
Gas naturale	107.310	1,05	112.676	92,4	70,8	17,1	17,77	13,61	3,30
Energia elettrica	20.736	2,42	50.182	41,1	31,5	7,6	7,94	6,08	1,47
<b>TOTALE</b>			<b>162.857</b>	<b>133</b>	<b>102</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>20</b>	<b>5</b>



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

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE [kWh/anno]	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINN. [kWh/anno]	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1 [kWh/m <sup>2</sup> ]	FATTORE 2 [kWh/m <sup>2</sup> ]	FATTORE 3 [kWh/m <sup>3</sup> ]	FATTORE 1 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	FATTORE 2 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	FATTORE 3 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ]
Gas naturale	107.310	1,05	112.676	92,4	70,8	17,1	17,77	13,61	3,30
Energia elettrica	20.736	1,95	40.436	33,1	25,4	6,1	7,94	6,08	1,47
<b>TOTALE</b>			<b>153.111</b>	<b>126</b>	<b>96</b>	<b>23</b>	<b>26</b>	<b>20</b>	<b>5</b>

Figura 5.5 – Indicatori di performance e relative emissioni di CO<sub>2</sub> valutati in funzione della superficie utile riscaldataFigura 5.6 – Ripartizione % dei consumi specifici 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	14,45	9,28	9,03	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	15,75	15,18	15,27

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

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

## 6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO

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

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

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

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

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

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	U.M.
Globale	EP <sub>gl</sub>	199.2	kWh/mq anno	207.1	kWh/mq anno
Climatizzazione invernale	EP <sub>H</sub>	156.15	kWh/mq anno	156.73	kWh/mq anno
Produzione di acqua calda sanitaria	EP <sub>w</sub>	26.2	kWh/mq anno	29.4	kWh/mq anno
Ventilazione	EP <sub>v</sub>	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Raffrescamento	EP <sub>c</sub>	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Illuminazione artificiale	EP <sub>L</sub>	16.9	kWh/mq anno	21	kWh/mq anno
Trasporto di persone e cose	EP <sub>T</sub>	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Emissioni equivalenti di CO <sub>2</sub>	CO <sub>2eq</sub>	39.4	Kg/mq anno	41	Kg/mq anno

Gli indici di prestazione energetica sopra riportati corrispondono ad un quantitativo annuo di vettore energetico consumato, riportato nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[Nm <sup>3</sup> /anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	19442	202912
	[kWh/anno]	[kWh/anno]
Energia Elettrica	20581	40132

Il modello di calcolo utilizzato deve essere validato tramite confronto con la baseline energetica, secondo la presente scala di congruità:

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

Dove:

- $Q_{teorico}$  è il fabbisogno teorico dell’edificio, come calcolato dal software di simulazione, ed è assunto pari al fabbisogno di energia per la combustione ( $Q_{gn,in}$ ) così come definito dalla norma UNI TS 11300 parte 2;
- $Q_{baseline}$  è il consumo reale (destagionalizzato nel caso di climatizzazione), dell’edificio, definito dalla baseline energetica.

Tale raffronto deve essere realizzato sia per il consumo termico, che per il consumo elettrico.

### 6.1.1 Validazione del modello termico

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

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

Nella Tabella 6.53 sono riportati gli indicatori di performance energetica ricavati dalla modellazione dell’edificio in modalità “Adattata all’utenza”.

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	U.M.
Globale	$EP_{gl}$	126.6	kWh/mq anno	134.3	kWh/mq anno
Climatizzazione invernale	$EP_H$	83.6	kWh/mq anno	83.85	kWh/mq anno
Produzione di acqua calda sanitaria	$EP_w$	26.2	kWh/mq anno	29.4	kWh/mq anno
Ventilazione	$EP_v$	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Raffrescamento	$EP_c$	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Illuminazione artificiale	$EP_L$	16.9	kWh/mq anno	21	kWh/mq anno
Trasporto di persone e cose	$EP_T$	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Emissioni equivalenti di CO2	$CO_{zeq}$	24.5	Kg/mq anno	26	Kg/mq anno

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

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	
	[Nm <sup>3</sup> /anno]	[kWh/anno]	
Gas Naturale	11103	115882	
	[kWh/anno]	[kWh/anno]	
Energia Elettrica	21639	42917	

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 6.5a – Validazione del modello energetico termico “Dicca” (valutazione adattata all’utenza)

$Q_{\text{teorico}}$ [kWh/anno]	$Q_{\text{baseline}}$ [kWh/anno]	Congruità [%]
110374	107310	2.8%

Così come già indicato nel paragrafo 3.3 si è proceduto con un’ulteriore verifica della validità dei dati climatici della stazione DICCA attraverso una seconda validazione del modello utilizzando i GG ottenuti con i dati climatici della stazione ARPAL SANT’ILARIO.

Anche in questo caso il modello risulta validato confermando la correttezza del modello e dei dati climatici presi a riferimento.

Tabella 6.6b – Validazione del modello energetico termico “Sant’Ilario” (valutazione adattata all’utenza)

$Q_{\text{teorico}}$ [kWh/anno]	$Q_{\text{baseline}}$ [kWh/anno]	Congruità [%]
110374	107310	-1.6%

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 ( $EE_{\text{baseline}}$ ) così come definito al precedente capitolo 5.1.2 ed il fabbisogno teorico ( $EE_{\text{teorico}}$ ) derivante dalla modellazione energetica.

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

$EE_{\text{teorico}}$ [kWh/anno]	$EE_{\text{baseline}}$ [kWh/anno]	Congruità [%]
21639	20736	4.17%

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

## 6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

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

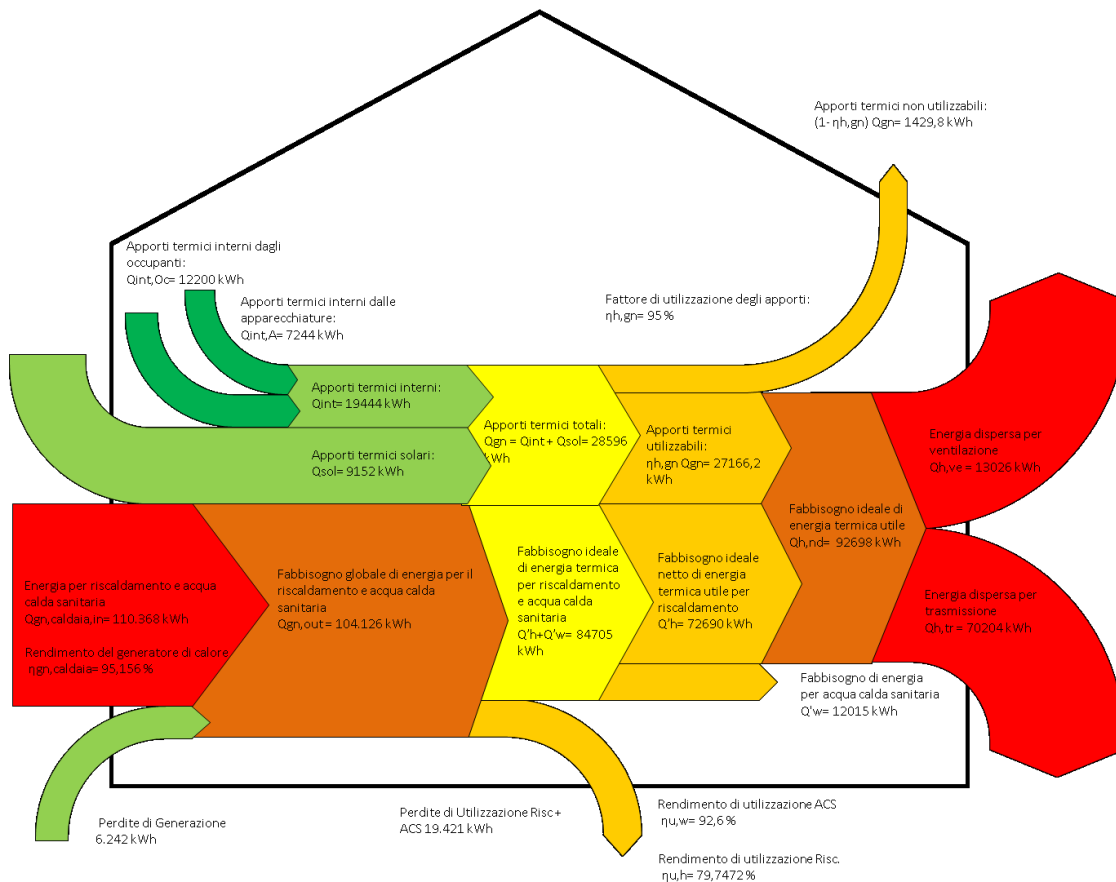
A conclusione della procedura di calcolo del fabbisogno di energia primaria, i risultati del bilancio energetico sono quindi stati rappresentati mediante diagrammi di Sankey.

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

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

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

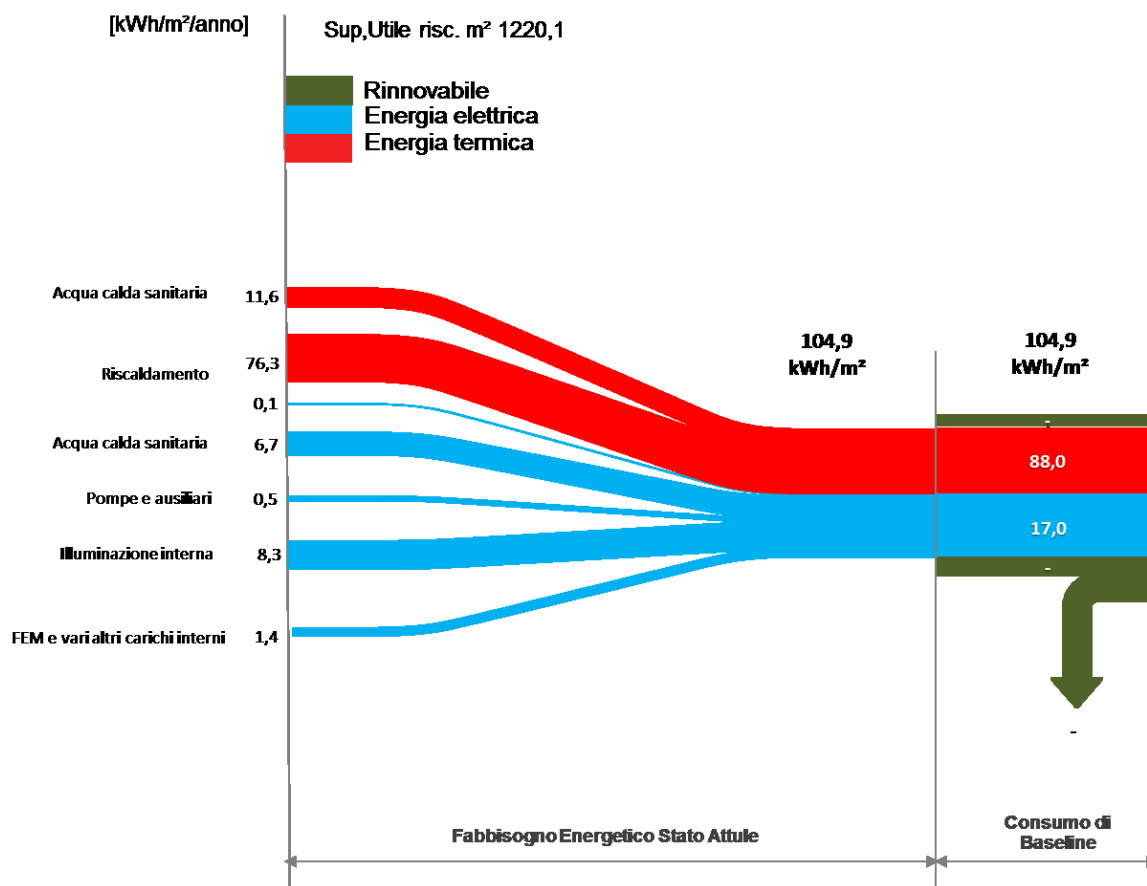
Figura 6.1 – Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio allo stato attuale



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

Figura 6.2 – Bilancio energetico complessivo dell'edificio



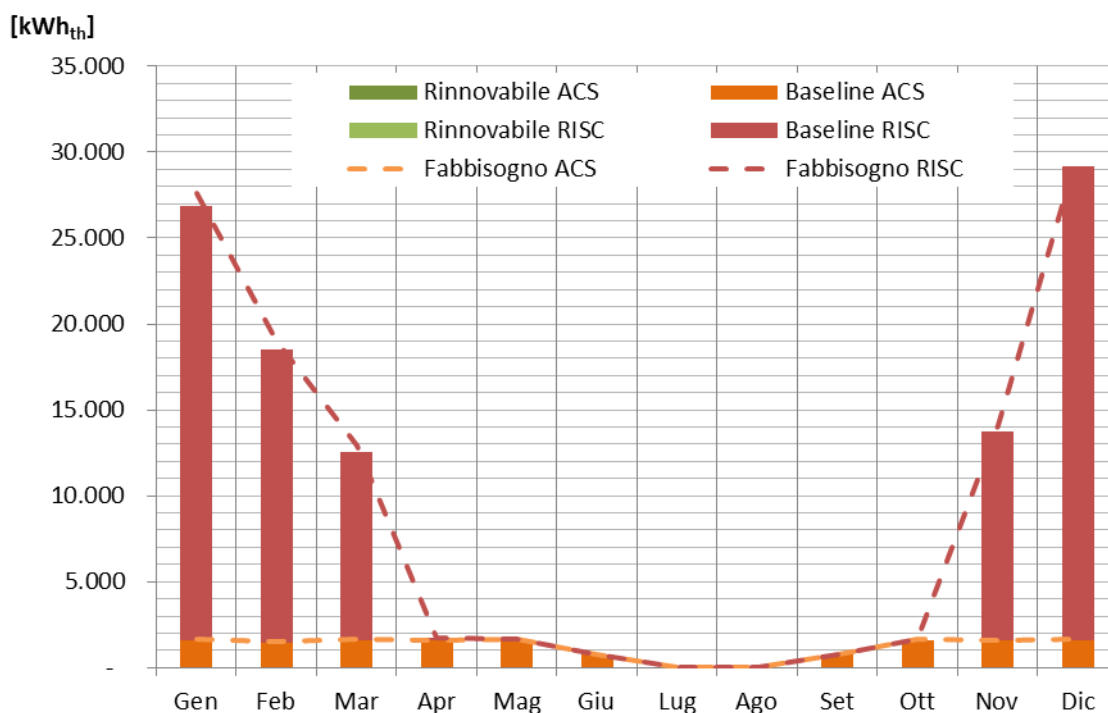


### 6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

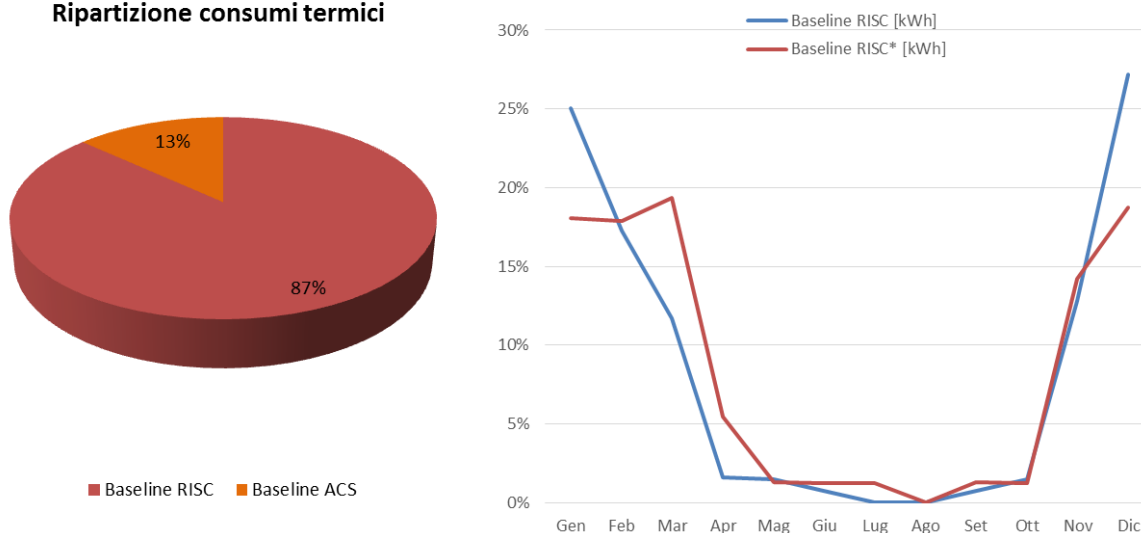
La creazione di un modello energetico consente di effettuare una più corretta ripartizione dei consumi energetici in funzione dei diversi utilizzi.

La ripartizione mensile dei fabbisogni energetici termici ricavati dalla modellazione è riportata in figura 6.3

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



#### Ripartizione consumi termici

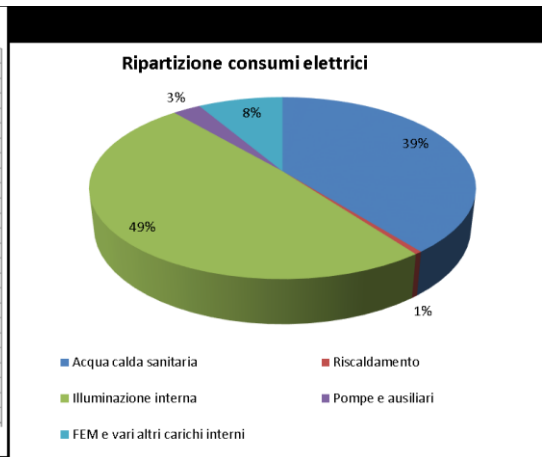
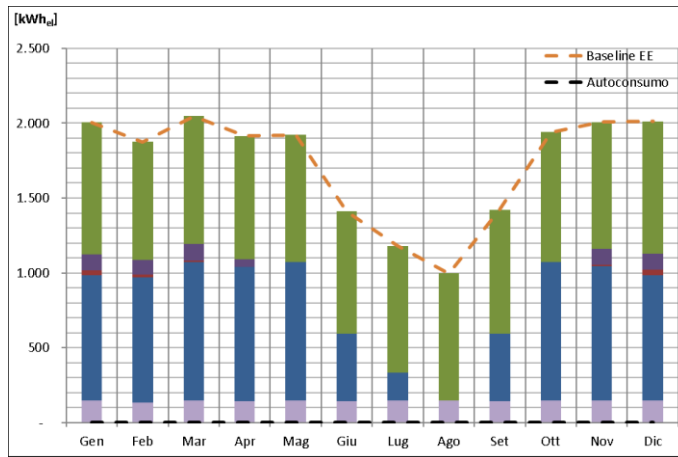


Si può notare come la maggior parte dei consumi termici sia da attribuirsi all'utilizzo per la climatizzazione invernale dei locali, pertanto, gli interventi migliorativi proposti andranno ad interessare principalmente i componenti asserviti a tale servizio.

Si è inoltre effettuato un confronto grafico tra i profili mensili ottenuti dalla modellazione termica ed i profili mensili ottenuti tramite la ripartizione dei consumi annuali di Baseline, adibiti al riscaldamento degli ambienti, in funzione dei profili mensili dei GG<sub>rif</sub>.

La ripartizione dei fabbisogni energetici elettrici ricavati dalla modellazione è riportata in Figura 6.4

Figura 6.4 – Andamento stagionale dei consumi elettrici, ripartiti tra le varie utenze, ricavati dalla modellazione



Si può notare come la maggior parte dei consumi sia da attribuirsi ai servizi di acqua calda sanitaria e illuminazione interna, pertanto, gli interventi migliorativi proposti andranno ad interessare principalmente i componenti asserviti a tali sistemi.

## 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 – 03270050385603: 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 P ;
- PDR 2 – 03270010976041: 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: 03270010976041	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura		Via Candido Augusto Vecchi 3 16148 Genova (GE)	Via Candido Augusto Vecchi 3 16148 Genova (GE)
Società di fornitura		IREN MERCATO SPA	ENI
Inizio periodo fornitura		-	01/04/15
Fine periodo fornitura		31/03/14	31/03/16
Classe del contatore		Classe G006	Classe G0006
Tipologia di contratto		PUNTO DI RICONSEGNA PER SERVIZIO PUBBLICO	UTENZE CON ATTIVITA' DI SERVIZIO PUBBLICO
Opzione tariffaria (*)			
Valore del coefficiente correttivo dei consumi		1,023328	1,023328
Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile		9,42 kWh/smc	9,42 kWh/smc
Prezzi di fornitura del combustibile (*) (IVA INCLUSA) [€/smc]		0,329	0,229

Nota (14) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

Nota (15): 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 per il PDR1 è stato stipulato un Contratto di Servizio Energia SIE3 per cui non è possibile reperire i dati. Per il PDR2 sono mancanti le fatturazioni dell'anno 2014. Si nota che ogni anno in corrispondenza del passaggio da una stagione termica all'altra è cambiato il fornitore del metano ed a sua volta anche il costo medio annuo di fornitura del combustibile.

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

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

PDR: 03270050385603	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio						2.367	28.335	0,084
Febbraio						2.043	24.458	0,084
Marzo						2.043	24.455	0,084
Aprile						288	3.447	0,084
Maggio						-	-	-
Giugno						-	-	-
Luglio						-	-	-
Agosto						-	-	-
Settembre						-	-	-
Ottobre						-	-	-
Novembre						1.258	15.062	0,084
Dicembre						1.650	19.751	0,084
<b>Totale</b>	-	-	-	-	-	<b>9.650</b>	<b>115.507</b>	<b>0,084</b>
PDR: 03270050385603	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio						1.265	14.677	0,086
Febbraio						1.724	20.000	0,086
Marzo						1.621	18.801	0,086
Aprile						319	3.701	0,086
Maggio						-	-	-
Giugno						-	-	-
Luglio						-	-	-
Agosto						-	-	-
Settembre						-	-	-
Ottobre						-	-	-
Novembre						779	9.042	0,086
Dicembre						1.048	12.154	0,086
<b>Totale</b>	-	-	-	-	-	<b>6.756</b>	<b>78.374</b>	<b>0,086</b>
PDR: 03270050385603	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio						1.562	18.236	0,086
Febbraio						1.331	15.541	0,086
Marzo						1.561	18.222	0,086
Aprile						163	1.903	0,086
Maggio						-	-	-
Giugno						-	-	-

Luglio	-	-	-
Agosto	-	-	-
Settembre	-	-	-
Ottobre	-	-	-
Novembre	1.113	12.986	0,086
Dicembre	1.345	15.696	0,086
<b>Totale</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
	<b>7.075</b>	<b>82.585</b>	<b>0,086</b>

PDR: 03270010976041	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	-	-	-	-	-	-	-	-
Febbraio	-	-	-	-	-	-	-	-
Marzo	-	-	-	-	-	-	-	-
Aprile	-	-	-	-	-	-	-	-
Maggio	-	-	-	-	-	-	-	-
Giugno	-	-	-	-	-	-	-	-
Luglio	-	-	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-	-	-
Settembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Ottobre	-	-	-	-	-	-	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Dicembre	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Totale</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
PDR: 03270010976041	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	-	-	-	-	-	-	-	-
Febbraio	-	-	-	-	-	-	-	-
Marzo	359	11	123	150	99	743	7.885	0,094
Aprile	-	-	-	-	-	-	-	-
Maggio	-	-	-	-	-	-	-	-
Giugno	11	12	5	8	8	43	367	0,116
Luglio	2	4	1	1	2	9	57	0,159
Agosto	1	4	1	1	2	8	47	0,176
Settembre	2	4	1	2	2	10	75	0,138
Ottobre	2	4	1	2	2	10	75	0,139
Novembre	13	4	6	9	7	38	433	0,087
Dicembre	19	4	8	14	10	55	659	0,084
<b>Totale</b>	<b>409</b>	<b>46</b>	<b>145</b>	<b>186</b>	<b>130</b>	<b>917</b>	<b>9.600</b>	<b>0,095</b>
PDR: 03270010976041	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	19	4	2	5	3	32	697	0,046



**E87 – Scuola Comunale D'infanzia "T. Quaglia"**

Febbraio	298	42	87	213	134	773	10.192	0,076
Marzo	15	4	8	11	4	42	537	0,078
Aprile	21	3	13	21	13	71	1.017	0,070
Maggio	7	3	4	7	4	25	320	0,077
Giugno	6	3	4	6	4	23	292	0,078
Luglio	6	3	4	6	4	22	273	0,080
Agosto	6	3	4	6	4	22	273	0,080
Settembre	6	3	4	6	4	23	292	0,079
Ottobre	9	3	4	7	5	28	358	0,079
Novembre	48	3	23	40	25	139	1.931	0,072
Dicembre	70	3	34	58	36	200	2.788	0,072
<b>Totale</b>	<b>511</b>	<b>72</b>	<b>191</b>	<b>386</b>	<b>241</b>	<b>1.400</b>	<b>18.972</b>	<b>0,074</b>

Per le forniture di gas metano gestite tramite il Contratto di Servizio Energia SIE3, non essendo disponibile la fatturazione, è stato considerato il costo unitario del vettore termico definito dal file gas-MTutela\_Rev02, implementato sul file Grafici\_Template. Inoltre nella colonna "Totale" del PDR2 sono stati tenuti in considerazione tutti gli arrotondamenti ed eventuali somme scomputabili indicate sulle bollette. L'assenza di letture rilevate per buona parte dei mesi rende questa valutazione, almeno per il PDR2, efficace relativamente alla stagione intesa come quella di riscaldamento piuttosto che annuale.

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

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

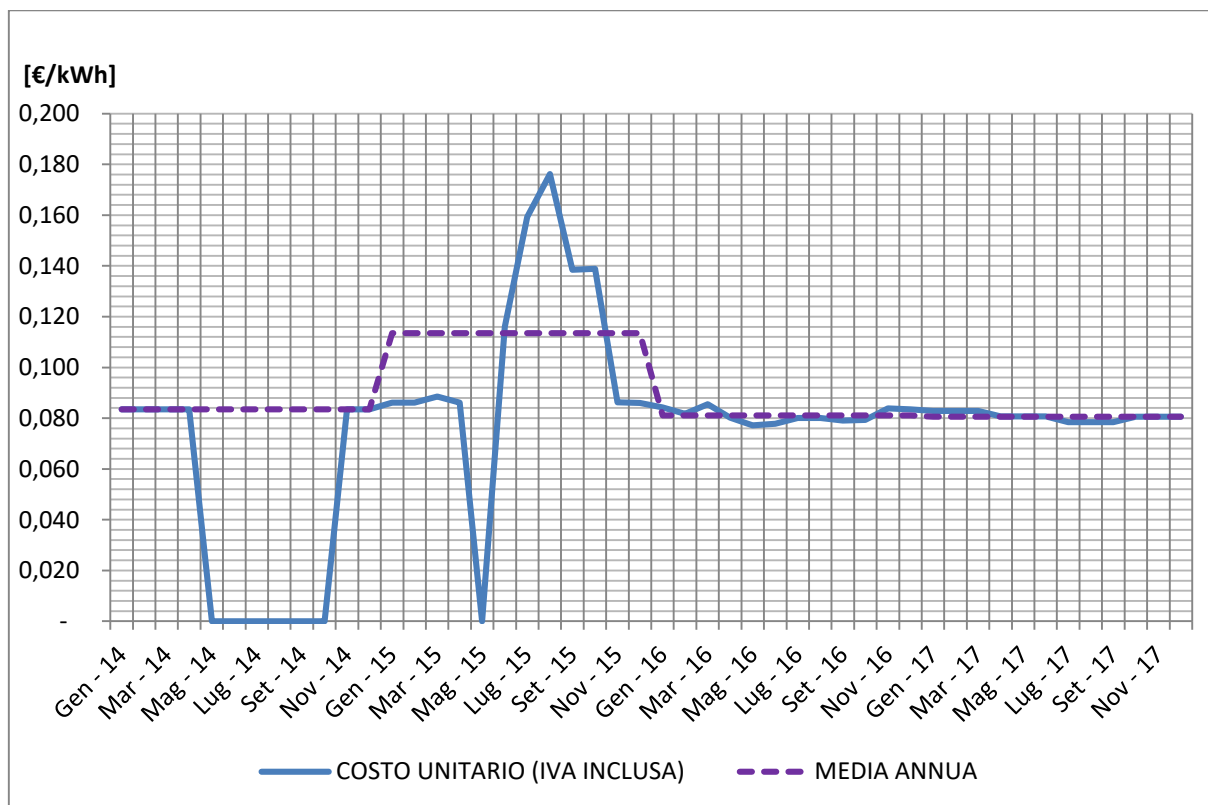
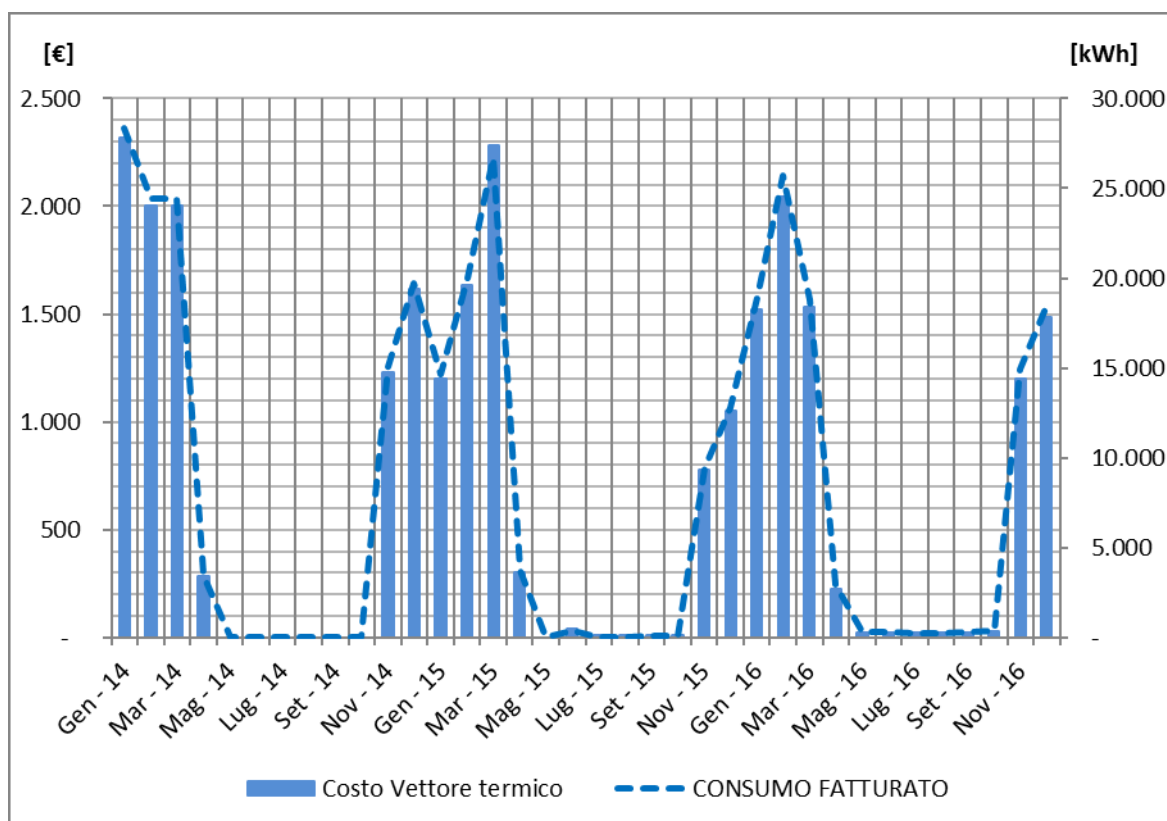


Figura 7.2 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia termica



Dall'analisi effettuata risulta evidente che l'andamento dei costi è oscillante con picchi nei mesi della stagione di riscaldamento, essendo questa la componente dominante che ha come costo medio definito a monte così come indicato dalla stazione appaltante attraverso l'uso del foglio di calcolo fornito "gas-Mtutela\_Rev02". L'andamento energetico è stato ricostruito così come descritto e suggerito dalla PA, dipendente dalla temperatura esterna. Per il PDR 2 i mesi estivi più significativi sono quelli dell'anno 2016 per il quale erano disponibili le letture rilevate dal fornitore.

### 7.1.2 Vettore elettrico

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

- POD 1 – IT001E00096655: 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: IT001E00096655	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura	Via Candido Augusto Vecchi n. 3 Genova (GE)	Via Candido Augusto Vecchi n. 3 Genova (GE)	Via Candido Augusto Vecchi n. 3 Genova (GE)
Dati di intestazione fattura	Via Candido Augusto Vecchi n. 3 Genova (GE)	Via Candido Augusto Vecchi n. 3 Genova (GE)	Via Candido Augusto Vecchi n. 3 Genova (GE)
Società di fornitura	Edison	Gala	Iren
Inizio periodo fornitura	01/10/13	01/04/15	01/04/16

Fine periodo fornitura	31/03/15	31/03/16	-
Potenza elettrica impegnata	18,7	17	17
Potenza elettrica disponibile	18,7	18,7	18,7
Tipologia di contratto	Forniture in BT (escluso IP)	380 V	BT, Allacciamento 380 V
Opzione tariffaria <sup>(1)</sup>	Trioraria	Trioraria	Trioraria
Prezzi del fornitura dell'energia elettrica <sup>(2)</sup> [€/kWh]	0,092	0,071	0,082

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

Nota (17): con prezzo di fornitura s'intende soltanto la quota variabile del servizio di acquisto e vendita, sono escluse le imposte, i corrispettivi per il dispacciamento e lo sbilanciamento, per l'uso della rete, e il servizio di misura e ogni altra voce.

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

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

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

POD: IT001E00096655	VENDITA	DISPACCIAMENTO	RETE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO
Anno 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	116	19	165	20	32	366	1.624	0,225
Febbraio	190	32	248	31	50	813	3.649	0,223
Marzo	187	32	246	31	50	545	2.453	0,222
Aprile	153	36	218	25	43	476	2.033	0,234
Maggio	149	34	215	25	42	465	1.998	0,233
Giugno	113	26	139	19	30	310	1.538	0,202
Luglio	-	-	-	-	-	-	-	-
Agosto	41	10	107	8	17	182	609	0,299
Settembre	134	29	201	22	39	425	1.794	0,237
Ottobre	142	28	216	24	41	451	1.918	0,235
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Dicembre	159	33	239	28	46	504	2.215	0,227
<b>Totale</b>	<b>1.384</b>	<b>278</b>	<b>1.995</b>	<b>233</b>	<b>389</b>	<b>4.538</b>	<b>19.831</b>	<b>0,229</b>
POD: IT001E00096655	VENDITA	DISPACCIAMENTO	RETE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO
Anno 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	167	32	246	30	48	523	2.403	0,218
Febbraio	152	30	236	28	45	491	2.271	0,216
Marzo	142	30	234	28	43	477	2.245	0,213
Aprile	67	18	164	18	27	293	1.422	0,206
Maggio	55	15	148	15	23	257	1.213	0,212
Giugno	53	15	148	15	23	255	1.215	0,210
Luglio	71	-	165	16	25	278	1.306	0,213
Agosto	83	-	187	19	29	319	1.504	0,212
Settembre	49	-	135	11	19	214	918	0,234
Ottobre	54	16	172	18	26	285	1.415	0,202

## E87 – Scuola Comunale D'infanzia "T. Quaglia"

Novembre	75	-	215	23	31	345	1.857	0,186
Dicembre	88	-	230	25	34	377	2.038	0,185
<b>Totale</b>	<b>1.057</b>	<b>155</b>	<b>2.280</b>	<b>247</b>	<b>374</b>	<b>4.113</b>	<b>19.807</b>	<b>0,208</b>
<b>POD: IT001E00096655</b>	<b>VENDITA</b>	<b>DISPACCIA MENTO</b>	<b>RETE</b>	<b>IMPOSTE</b>	<b>IVA</b>	<b>TOTALE</b>	<b>CONSUMO FATTURAT O</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>
<b>Anno 2016</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>		<b>[kWh]</b>	<b>[€/kWh]</b>
Gennaio	73	-	176	20	27	297	1.613	0,184
Febbraio	109	-	243	31	38	422	2.515	0,168
Marzo	103	-	260	33	40	435	2.610	0,167
Aprile	-	-	-	-	-	-	-	-
Maggio	208	-	412	48	67	735	3.815	0,193
Giugno	82	-	166	17	27	292	1.395	0,209
Luglio	46	-	109	8	16	180	670	0,268
Agosto	41	-	108	8	16	172	648	0,266
Settembre	120	-	193	21	33	366	1.717	0,213
Ottobre	134	-	192	21	35	382	1.694	0,225
Novembre	165	-	209	24	40	435	1.904	0,228
Dicembre	153	-	204	23	38	417	1.839	0,227
<b>Totale</b>	<b>1.233</b>	<b>-</b>	<b>2.273</b>	<b>255</b>	<b>376</b>	<b>4.133</b>	<b>20.420</b>	<b>0,202</b>

Nel grafico in Figura 7.2 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 7.2 – Andamento del costo unitario del vettore elettrico per il triennio di riferimento e per il 2017

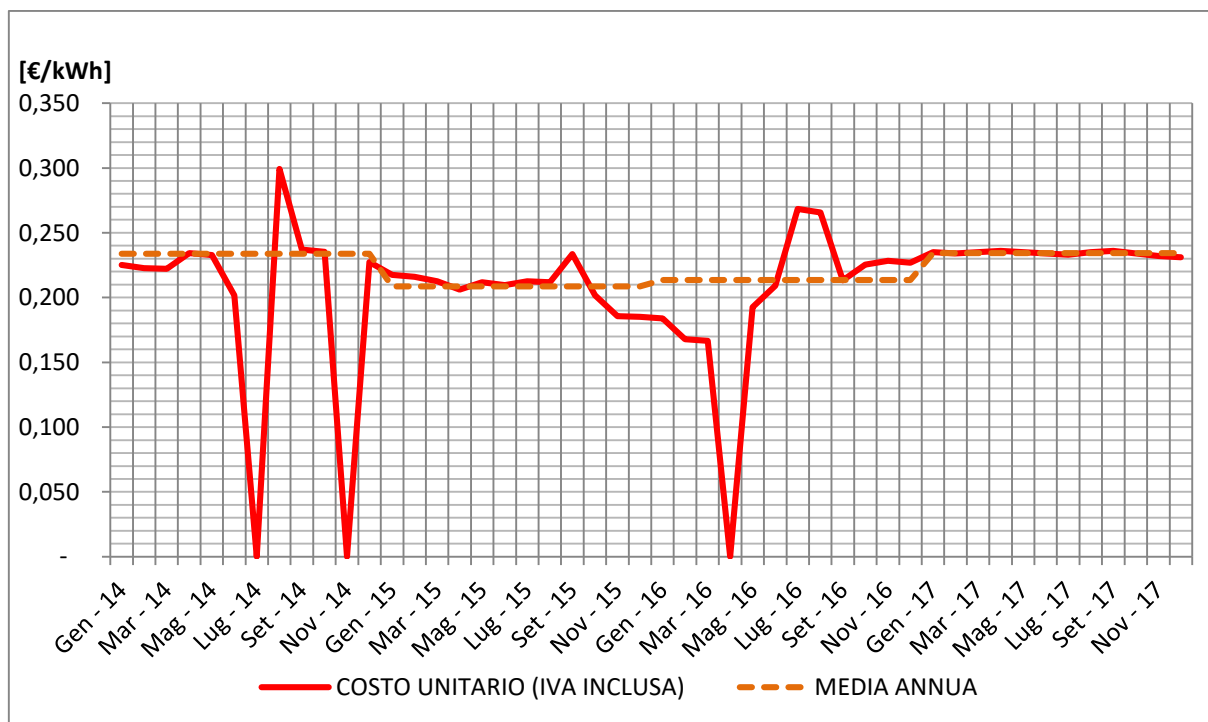
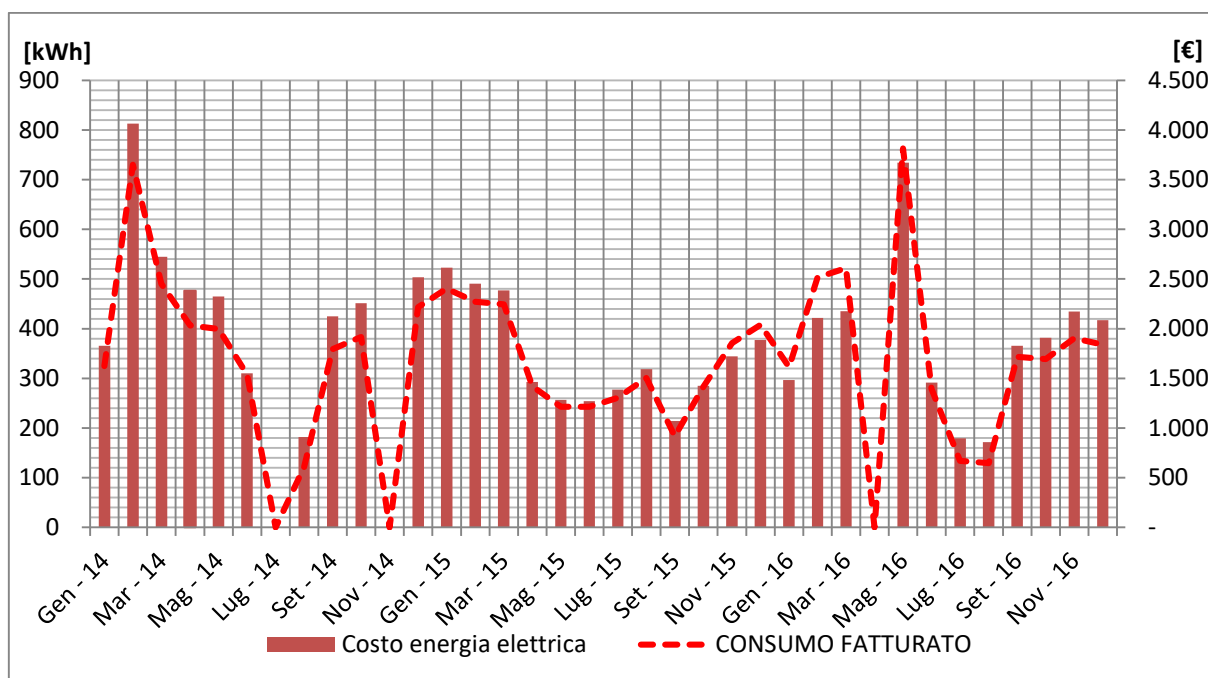


Figura 7.3 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia elettrica



Dall'analisi effettuata risulta evidente che per consumo fatturato s'intende quello indicato su ogni bolletta, che potrebbe contenere o meno conguagli anche di altri mesi. I reali consumi mensili (comprensivi dei conguagli posticipati) sono stati presi in considerazione nelle valutazioni energetiche dell'edificio descritte nel Capitolo 5. Nel primo grafico non sono presenti alcuni mesi per i quali o non erano presenti delle bollette (nel 2014 e 2015) oppure erano bollette bimestrali (picco mese Maggio 2016)

## 7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI

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

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

Tabella 7.5 - Sintesi dei consumi nel triennio di riferimento

ANNO	VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO			TOTALE
	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[€]
2014	115.507	9.650	0,0835	19.831	4.538	0,23	14.188
2015	87.974	7.672	0,0872	19.807	4.113	0,21	11.785
2016	101.557	8.475	0,0835	20.420	4.133	0,20	12.608
2017			0,082			0,226	
Media	94.766	8.074	0,085	20.019	4.261	0,21	12.860

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

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

Definizione	Valore	U.M.
Costo unitario dell'energia termica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	Cu <sub>q</sub> 0,082 [€/kWh]

Costo unitario dell’energia elettrica	Valore relativo all’ultimo anno a disposizione	C <sub>UEE</sub>	0,226	[€/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:

- L1-042-077: 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.

Nel caso di impianti su cui è attivo il Servizio A all’interno del vigente contratto SIE3, i costi di manutenzione  $C_M$  sono stimati come segue:

$$C_M = C_{SIE3} - C_Q;$$

e sono ripartiti in una quota ordinaria ( $C_{MO}$ ) e in una quota straordinaria ( $C_{MS}$ ) come segue:

$$C_{MS} = 0.21 \times C_M$$

$$C_{MO} = 0.79 \times C_M$$

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

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo per la gestione e manutenzione ordinaria	Corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere	$C_{MO}$	6.602 [€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	$C_{MS}$	1.755 [€/anno]

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

Tali servizi prevedono il pagamento di un canone annuale da parte della PA pari a 8.358€ della quota di manutenzione e 17.134 € compreso della quota energia.

### 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 13.767€ e un  $C_{baseline}$  pari a 19.035€

Figura 7.4 – Confronto tra i costi medi e di baseline

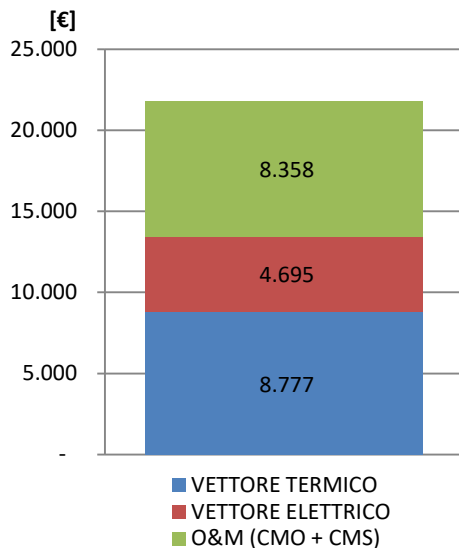
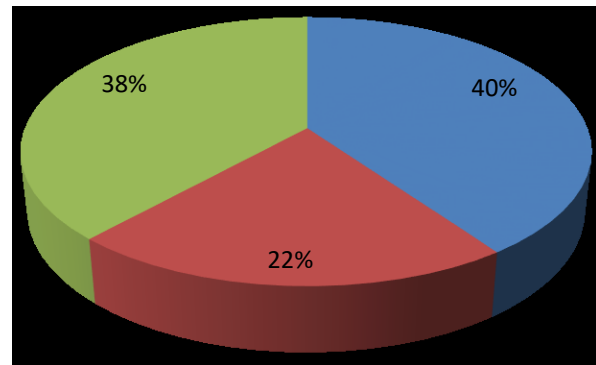


Figura 7.5 – Ripartizione costi di baseline



## 8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

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

#### 8.1.1 Involucro edilizio

##### **EEM1: coibentazione estradosso copertura piana con XPS sp.14**

###### **Generalità**

La misura prevede di coibentare le coperture piane calpestabili con l'impiego di polistirene XPS ad elevata densità (sp=16cm) e getto di completamento 4cm con finitura finale all'estradosso in guaina impermeabilizzante oltre a piastrelle laddove già presenti

L'efficientamento delle coperture consente di ridurre considerevolmente le dispersioni dell'involucro opaco portando anche al miglioramento delle condizioni di comfort termico invernale ed estivo di tutti i locali dell'ultimo livello della scuola.

Figura 8.1 - Particolare copertura piana esistente



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

L'orizzontamento a seguito dei lavori di riqualificazione risulterà efficiente sotto l'aspetto energetico e garantirà una migliore percezione del comfort ambientale all'interno degli ambienti adiacenti alla struttura in oggetto.

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

L'intervento consiste nella fornitura e posa di pannelli in XPS ad alta densità tipo "Styrodur" dello spessore di 14 cm. La posa dell'isolante potrà avvenire direttamente al di sopra del manto impermeabilizzante già esistente, al di sopra dello strato isolante verrà poi realizzato un getto di pendenza in cls su cui verrà realizzato il nuovo manto impermeabilizzante. Laddove fossero presenti delle piastrelle di finitura queste dovranno essere rimosse e posate al di sopra dell'impermeabilizzazione in seguito alla realizzazione di uno strato in sabbia di allettamento.

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

###### **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 – coibentazione estradosso copertura piana con XPS sp.14

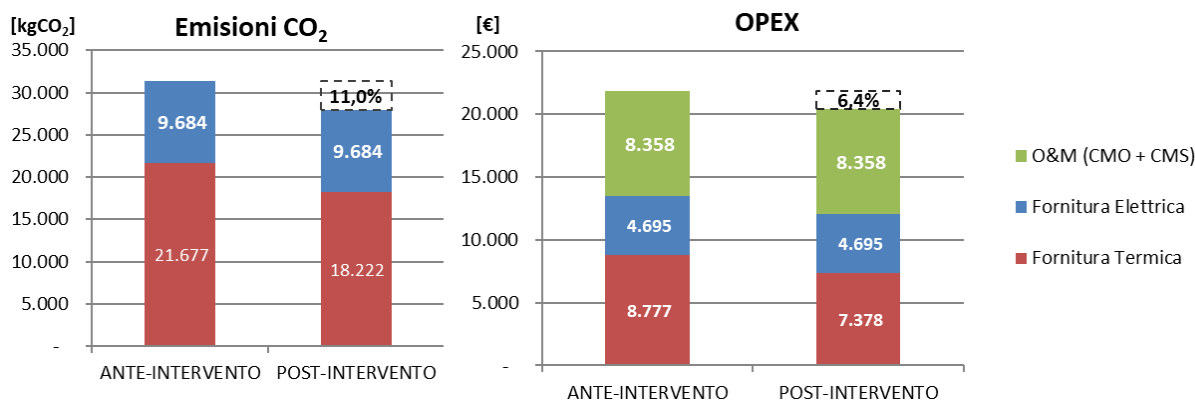
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza media componenti	[W/m <sup>2</sup> K]	5,7	2	<b>64,9%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	110.368	92.780	<b>15,9%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	21.669	21.669	<b>0,0%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	107.310	90.210	<b>15,9%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	20.736	20.736	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	21.677	18.222	<b>15,9%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	9.684	9.684	<b>0,0%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>31.360</b>	<b>27.906</b>	<b>11,0%</b>

Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	8.777	7.378	15,9%
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	4.695	4.695	0,0%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>13.472</b>	<b>12.073</b>	<b>10,4%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	6.602	6.602	0,0%
C <sub>MS</sub>	[€]	1.755	1.755	0,0%
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	8.358	8.358	0,0%
<b>OPEX</b>	<b>[€]</b>	<b>21.829</b>	<b>20.431</b>	<b>6,4%</b>
Classe energetica	[-]	E	D	+1 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 gas naturale e 0,467 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore elettrico – elettricità.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,082 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,226 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

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



**EEM2: Serramenti Sostituzione Infissi con altri aventi  $U=1,66W/m^2k$** **Generalità**

Si ipotizza di realizzare una sostituzione dei serramenti esistenti con altri aventi  $U_w=1,66 W/(m^2K)$  e telaio in legno

L'efficientamento delle finestre consente di ridurre considerevolmente le dispersioni dell'involucro trasparente, portando anche al miglioramento delle condizioni di comfort termico invernale ed estivo di tutti i locali della scuola. L'intervento permetterebbe inoltre di limitare le dispersioni termiche relative alle caratteristiche di permeabilità all'aria dell'edificio

Figura 8.3- Particolare finestra esistente in legno

**Caratteristiche funzionali e tecniche**

La sostituzione dei serramenti migliorerà l'efficienza energetica dell'intero edificio oltre a garantirà una migliore percezione del comfort ambientale all'interno di tutti i locali della scuola.

**Descrizione dei lavori**

La posa deve essere effettuata da personale tecnico specializzato nel rispetto della norma UNI 11673-1:2017 ed in particolare

Le metodologie descritte dalla norma sono finalizzate alla verifica delle prestazioni dei giunti d'installazione e della loro coerenza alle prestazioni dei serramenti. In particolare la progettazione dei giunti d'installazione dovrà essere affrontata sui seguenti livelli:

- isolamento termico (analisi della presenza di isoterme critiche sulla superficie interna del sistema di posa in opera oggetto di verifica; analisi della temperatura media mensile minima per cui non sussistono le condizioni per la formazione di muffe sulla superficie interna dell'edificio in prossimità del giunto primario e/o secondario unicamente dipendente dal sistema di posa in opera; analisi del ponte termico lineare);
- isolamento acustico;
- permeabilità all'aria;
- resistenza meccanica al carico del vento e ai carichi propri;
- resistenza all'effrazione;
- durabilità e manutenibilità;
- composti organici volatili (VOC / COV) indoor e sostenibilità;
- comportamento termo-igrometrico e traspirabilità del giunto;
- requisiti base dei materiali di sigillatura e riempimento;
- compatibilità tra tipologie di sigillanti fluidi e substrati;
- prestazioni degli accessori e componenti.

### Prestazioni raggiungibili

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

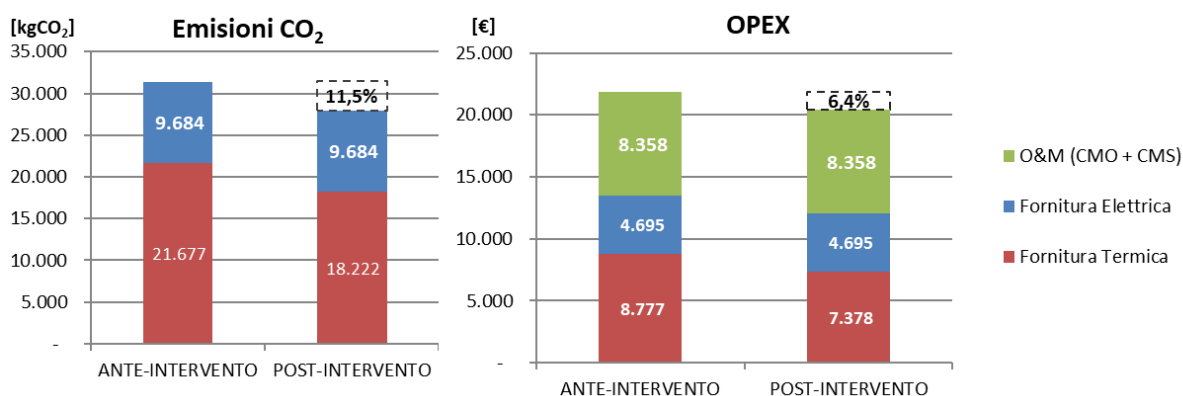
Tabella 8.2– Risultati analisi EEM2 – Sostituzione Infissi con altri aventi  $U=1,66W/m^2k$

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza media componenti	[W/m <sup>2</sup> K]	5,7	2	<b>64,9%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	110.368	92.064	<b>16,6%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	21.669	21.669	<b>0,0%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	107.310	89.514	<b>16,6%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	20.736	20.736	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	21.677	18.082	<b>16,6%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	9.684	9.684	<b>0,0%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>31.360</b>	<b>27.766</b>	<b>11,5%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	8.777	7.321	<b>16,6%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	4.695	4.695	<b>0,0%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>13.472</b>	<b>12.016</b>	<b>10,8%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	6.602	6.602	<b>0,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	1.755	1.755	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>8.358</b>	<b>8.358</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>21.829</b>	<b>20.374</b>	<b>6,7%</b>
Classe energetica	[-]	E	D	+1 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 gas naturale e 0,467 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore elettrico – elettricità.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,082 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,226 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

Figura 8.4– EEM2: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



### **EEM3: Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato**

#### **Generalità**

La misura prevede di coibentare il solaio su sottotetto mediante la posa di rotoli in fibra di vetro  $sp=20\text{cm}$ .

L'efficiamento del solaio piano consente di ridurre le dispersioni dell'involucro opaco, portando anche al miglioramento delle condizioni di comfort termico invernale ed estivo.

La posa di pannelli in lana di roccia rigidi consentirà di rendere calpestabile ed ispezionabile il sottotetto

Figura 8.5 - Particolare del solaio su sottotetto non riscaldato



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

L'orizzontamento a seguito dei lavori risulterà efficiente sotto l'aspetto energetico e garantirà una migliore percezione del comfort ambientale all'interno degli ambienti adiacenti alla struttura in oggetto.

#### **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.

I lavori consistono nella Fornitura e posa in opera dell'isolamento termo-acustico posato sul solaio su sottotetto non riscaldato. L'isolamento è previsto mediante rotoli in fibra di vetro  $sp=20\text{cm}$ .

Le attività di posa dovranno essere le seguenti:

- Pulire l'estradosso del solaio su sottotetto dalla presenza di oggetti
- Posare sulla struttura portante i rotoli in fibra di vetro, lo strato isolante deve essere posato con la superficie rivestita con carta kraft bitumata rivolta verso l'ambiente riscaldato e cioè verso il basso.

#### **Prestazioni raggiungibili**

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

Tabella 8.3– Risultati analisi EEM3 – Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato

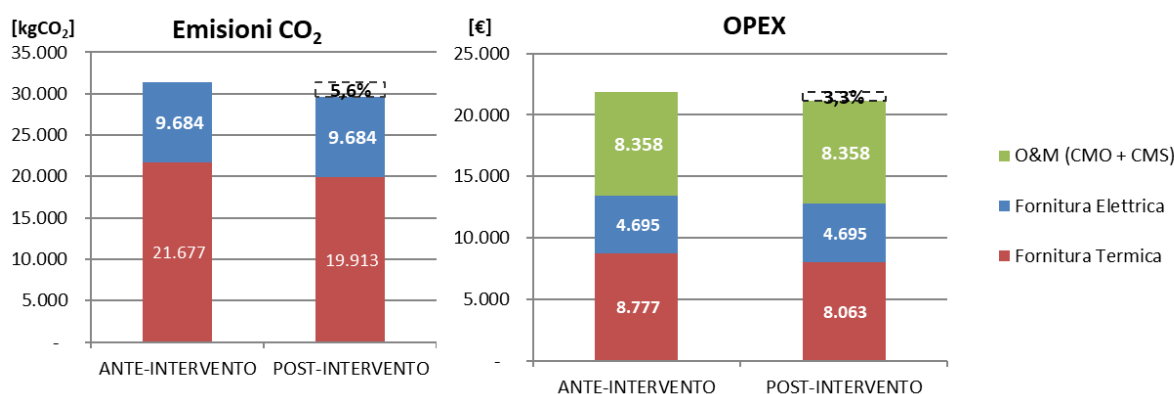
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza media componenti	[W/m <sup>2</sup> K]	4,057	0,191	<b>95,3%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	110.368	101.388	<b>8,1%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	21.669	21.669	<b>0,0%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	107.310	98.579	<b>8,1%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	20.736	20.736	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	21.677	19.913	<b>8,1%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	9.684	9.684	<b>0,0%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>31.360</b>	<b>29.597</b>	<b>5,6%</b>
Fornitura Termica, C <sub>q</sub>	[€]	8.777	8.063	<b>8,1%</b>

Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	4.695	4.695	0,0%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>13.472</b>	<b>12.758</b>	<b>5,3%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	6.602	6.602	0,0%
C <sub>MS</sub>	[€]	1.755	1.755	0,0%
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>8.358</b>	<b>8.358</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>21.829</b>	<b>21.115</b>	<b>3,3%</b>
Classe energetica	[-]	E	E	0 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 gas naturale e 0,467 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore elettrico – elettricità.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,082 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,226 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

Figura 8.6 – EEM3: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



### 8.1.2 Impianto riscaldamento

#### EEM4: Termoregolazione

##### Generalità

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

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

##### Caratteristiche funzionali e tecniche

Il sistema di termoregolazione è composto di tre parti:

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

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

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

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

### Descrizione dei lavori

Si prevede l'installazione di n°45 unità, una per ciascun radiatore presente nei diversi locali dell'edificio.

### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM4 sono riportati nella Tabella 8.1.2 e nella Figura 8.2.2.

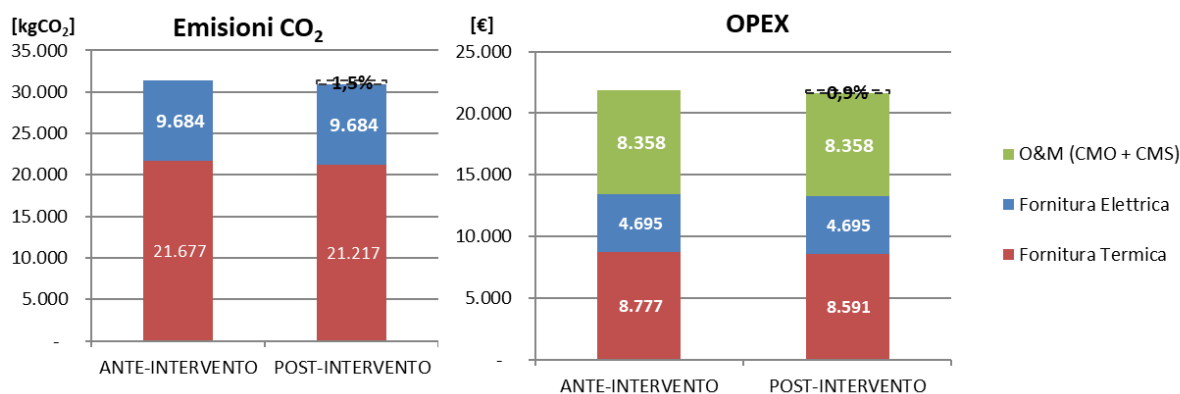
Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM4 – Valvole termostatiche

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM4 [Parametro caratteristico dell'intervento]	[W/m²K]	5,7	2	<b>64,9%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	110.368	108.028	<b>2,1%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	21.669	21.669	<b>0,0%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	107.310	105.035	<b>2,1%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	20.736	20.736	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	21.677	21.217	<b>2,1%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	9.684	9.684	<b>0,0%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>31.360</b>	<b>30.901</b>	<b>1,5%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	8.777	8.591	<b>2,1%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	4.695	4.695	<b>0,0%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>13.472</b>	<b>13.286</b>	<b>1,4%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	6.602	6.602	<b>0,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	1.755	1.755	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>8.358</b>	<b>8.358</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>21.829</b>	<b>21.643</b>	<b>0,9%</b>
Classe energetica	[-]	E	E	0 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 gas naturale e 0,467 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore elettrico – elettricità.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,082 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,226 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

Figura 8.7 – EEM4: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline





### 8.1.3 Impianto produzione acqua calda sanitaria

L'impianto di produzione di acqua calda sanitaria è costituito da una caldaia murale a metano e da boiler elettrici. Il consumo di acqua calda sanitaria è limitato e dipende dall'uso dei locali in cui sono installati. Per questa ragione non si è ritenuto necessario effettuare simulazioni per questa specifica tipologia d'intervento.

### 8.1.4 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico

#### **EEM5: installazione di sistemi di illuminazione a LED**

##### **Generalità**

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

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

L'attuale sistema di illuminazione è costituito da tubi al neon con potenza variabile tra i 18 ed i 58 W. Si propone di efficientare tale sistema mediante l'installazione di lampade tubolari a LED in tutti i locali della struttura.

Le nuove lampade a LED, di potenza variabile tra i 13 ed i 29 W garantiscono prestazioni ed efficienza più elevate, oltre che una migliore qualità del livello di illuminamento.

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

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

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

Figura 8.8 - Particolare di una lampada fluorescente attualmente installata



##### **Prestazioni raggiungibili**

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM5 sono riportati nella Tabella 8.1.3 e nella Figura 8.2.3.

Tabella 8.5 – Risultati analisi EEM5 – installazione di sistemi di illuminazione a LED

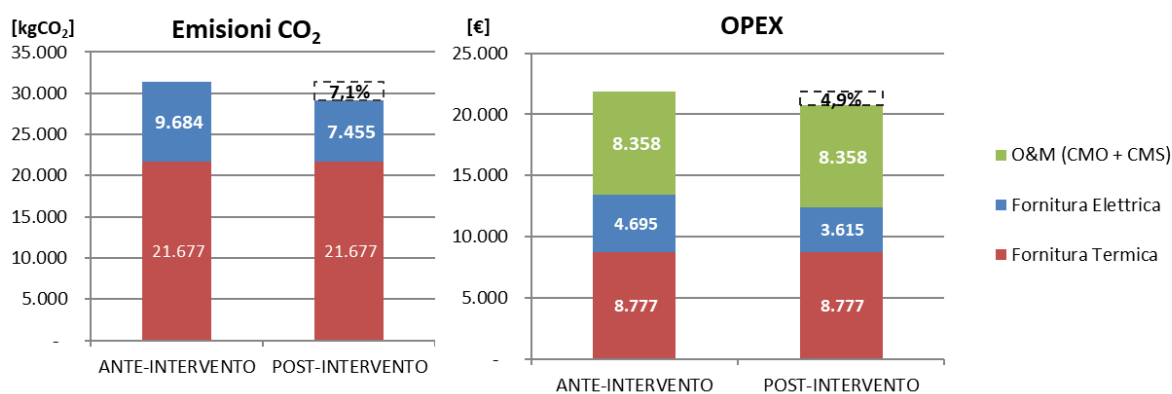
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
-------------------	------	-----------------	-----------------	------------------------

## E87 – Scuola Comunale D'infanzia "T. Quaglia"

EM5 [Parametro caratteristico dell'intervento]	[W/m <sup>2</sup> K]	5,7	2	64,9%
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	110.368	110.368	0,0%
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	21.669	16.683	23,0%
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	107.310	107.310	0,0%
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	20.736	15.965	23,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	21.677	21.677	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	9.684	7.455	23,0%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>31.360</b>	<b>29.132</b>	<b>7,1%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	8.777	8.777	0,0%
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	4.695	3.615	23,0%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>13.472</b>	<b>12.391</b>	<b>8,0%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	6.602	6.602	0,0%
C <sub>MS</sub>	[€]	1.755	1.755	0,0%
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>8.358</b>	<b>8.358</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>21.829</b>	<b>20.749</b>	<b>4,9%</b>
Classe energetica	[-]	E	E	0 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 gas naturale e 0,467 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore elettrico – elettricità.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,082 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,226 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

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


## 9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

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

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

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

#### **EEM1: coibentazione estradosso copertura piana con XPS sp.14**

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1 coibentazione delle coperture piane attraverso la posa di pannelli in XPS sp. 14 e la realizzazione di un massetto di pendenza oltre che alla posa di un manto di impermeabilizzazione. La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati come di seguito descritto:

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 200 €/m<sup>2</sup> e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.1 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1: copertura

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10% [€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Disfacimento di pavimentazione con accatastamento del materiale utilizzabile entro la distanza massima di metri 300, compreso il taglio dei bordi della pavimentazione; il compenso viene corrisposto come sovrapprezzo allo scavo e pertanto nella misura dello scavo non deve essere dedotto lo spessore della pavimentazione. In macadam, calcestruzzi cementizi, cubetti, masselli e pavimentazione bituminosa in genere, di qualunque tipo e spessore e con qualunque sottofondo, per superfici di m <sup>2</sup> 0,50 e oltre	Prezzario Regione Piemonte	61,1	m2	€ 10,46	€ 639,33	22%	€ 779,98
Solo posa in opera di pavimento tipo "galleggiante" in quadrotti di conglomerato, dimensioni 40x40, 50x50, spessore 4 cm circa, posti in opera su basamenti in PVC (questi inclusi nel prezzo).	Prezzario Regione Liguria	61,1	m2	€ 9,44	€ 576,56	22%	€ 703,41
Pannelli in polistirene espanso estruso (XPS) con o senza pelle, resistenza a compressione pari a 300 kpa (secondo la norma UNI EN 13164), euroclasse E di resistenza al fuoco, marchiatura CE, lambda pari a 0,038 W/mk. Per isolamento termico interno ed esterno spessore 160 mm	Prezzario Regione Piemonte	583,43	m2	€ 24,91	€ 14.532,71	22%	€ 17.729,91
solo posa di isolamento termico-acustico su superfici orizzontali eseguito con pannelli isolanti, posti in opera mediante fissaggio con chiodi di materiale plastico compresa la sigillatura dei giunti con	Prezzario Regione Liguria	583,43	m2	€ 4,13	€ 2.407,97	22%	€ 2.937,73

nastro adesivo plastificato								
massetto semplice o armato per formazione di pendenze su coperture piane o simili costituito da impasto cementizio dosato a 300 kg di cemento 32.5R dello spessore medio di 5 cm	Prezziario Regione Liguria	583,43	m2	€ 12,75	€ 7.441,38	22%	€ 9.078,49	
solo posa in opera di membrane bituminose semplici, autoprotette, mediante rinvenimento a fiamma su superfici pianeggianti o con pendenza fino a 30 gradi di inclinazione	Prezziario Regione Liguria	583,43	m2	€ 7,01	€ 4.089,31	22%	€ 4.988,96	
Membrana elastoplastomerica armata con lamina di alluminio minima 60 micron accoppiata a feltro di vetro rinforzato e stabilizzato impuiscibile . Spessore 3 mm	Prezziario Regione Liguria	372,85	m2	€ 3,44	€ 1.281,25	22%	€ 1.563,12	
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 892,58	22%	€ 1.088,95	
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 2.082,68	22%	€ 2.540,87	
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>					<b>€ 32.728</b>	<b>22%</b>	<b>€ 39.928</b>	
<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico ]</b>						<b>€ 15.971,21</b>	
<b>Durata incentivi</b>							<b>5</b>	
<b>Incentivo annuo</b>							<b>€ 3.194,24</b>	

### **EEM2: Sostituzione Infissi con altri aventi $U=1,66W/m^2K$**

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2 che consiste nella sostituzione dei serramenti esistenti con altri in legno aventi  $U_w=1,66 W/(m^2K)$ .

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 450 €/m<sup>2</sup> e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 100.000 €. Tali incentivi sono erogabili solo nel caso in cui vengano installati, congiuntamente ai serramenti, sistemi di termoregolazione. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.2 sono riportati i risultati della quantificazione senza l'incentivo, esso sarà poi calcolato solamente nelle misure di efficienza congiunte degli scenari a medio/lungo termine, che prevederanno il 40% oppure il 55%.

Tabella 9.2– Analisi dei costi della EEM2: Serramenti

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[€]	[€]
Rimozione senza recupero di serramenti in legno o metallo compresa rimozione telaio a murare per misurazioni minima 2 mq	Prezziario Regione Liguria	259,63	m2	€ 27,37	€ 7.106,78	22%	€ 8.670,27
Finestra o portafinestra in legno completo di vetrocamera, con valore massimo apertura ad una o due ante a ribalta. di trasmittanza $U=2,8 W/m^2K$ , controtelaio escluso,	Prezziario Regione Liguria	259,63	m2	€ 355,35	€ 92.260,70	22%	€ 112.558,05
solo posa in opera di finestra o portafinestra in alluminio, pvc, legno acciaio esclusa la fornitura e posa di controtelaio in acciaio	Prezziario Regione Liguria	259,63	m2	€ 44,12	€ 11.454,40	22%	€ 13.974,37
Controtelaio per finestre, portefinestre e simili, in legno.	Prezziario Regione Liguria	64,45215	m	€ 6,90	€ 444,72	22%	€ 542,56
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	38,9445	m3	€ 10,70	€ 416,71	22%	€ 508,38
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 3.350,50	22%	€ 4.087,61

Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%	€ 7.817,83	22%	€ 9.537,75
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM2)</b>				<b>€ 122.852</b>	<b>22%</b>	<b>€ 149.879</b>
Incentivi	[Conto termico]					
Durata incentivi						
Incentivo annuo						

### **EEM3: Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato**

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 3 che consiste nella coibentazione dell'estradosso del solaio disperdente su sottotetto non riscaldato attraverso la posa di rotoli di fibra di vetro sp. 20 cm.

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevede che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 100 €/m<sup>2</sup> e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.3 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%

Tabella 9.3– Analisi dei costi della EEM3: Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10% [€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Feltri flessibili in lana di vetro per isolamenti termoacustici per isolamento termico di sottotetti, densità pari a 20 kg/m <sup>3</sup> e lambda pari 0,035 W/mK; con adeguata protezione di barriera al vapore spessore mm 200	Prezziario Regione Piemonte	153,34	m <sup>2</sup>	€ 8,42	€ 1.290,84	22%	€ 1.574,83
solo posa di isolamento termico-acustico su superfici orizzontali eseguito in rotoli di materiale isolante di qualsiasi spessore posti in opera mediante fissaggio con chiodi di materiale plastico con giunti convenientemente fissati accostati e nastrati con nastro adesivo plastificato	Prezziario Regione Liguria	153,34	m <sup>2</sup>	€ 4,34	€ 664,94	22%	€ 811,22
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 58,67	22%	€ 71,58
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 136,90	22%	€ 167,02
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM3)</b>					<b>€ 2.151</b>	<b>22%</b>	<b>€ 2.625</b>
Incentivi	[Conto termico]						€ 1.049,86
Durata incentivi							5
Incentivo annuo							€ 209,97

### **EEM4: Installazione Valvole Termostatiche**

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 4, si ipotizza di realizzare un sistema di termoregolazione all'interno e per tutto l'edificio.

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

Tabella 9.4– Analisi dei costi della EEM4: Valvole

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[€]	[€]
Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 20 mm	Prezzario Regione Liguria	45	cad	€ 37,61	€ 1.692,41	22%	€ 2.064,74
Detentori in bronzo per tubi del diametro di: 20 mm a squadra	Prezzario Regione Liguria	45	cad	€ 9,20	€ 414,00	22%	€ 505,08
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	30	h	€ 28,98	€ 869,45	22%	€ 1.060,73
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 89,28	22%	€ 108,92
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 208,31	22%	€ 254,14
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM4)</b>					<b>€ 3.273</b>	<b>22%</b>	<b>€ 3.994</b>
Incentivi	[Conto termico]						<b>0</b>
Durata incentivi							<b>0</b>
Incentivo annuo							<b>0</b>

**EEM5: Installazione Impianto di Illuminazione LED**

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 5, si ipotizza di sostituire i corpi illuminanti (lampade e plafoniere) di tutti gli elementi dell'edificio.

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

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

Tabella 9.5 – Analisi dei costi della EEM5: installazione impianto illuminazione LED

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[€]	[€]
Rimozione e smaltimento di corpo illuminante	Milano	202	cad	€ 5,21	€ 1.052,24	22%	€ 1.283,73
Plafoniera a tenuta stagna per installazione diretta a parete o a soffitto - monolampada led 4000K 2800 lm potenza 13 W - lunghezza 690 mm	Milano	28	cad	€ 89,96	€ 2.518,98	22%	€ 3.073,16
Lampade lineari a LED non dimmerabili 9 - 10W con durata >= 40000 h	Prezzario Regione Piemonte	28	cad	€ 26,10	€ 730,80	22%	€ 891,58
Plafoniera a tenuta stagna per installazione diretta a parete o a soffitto - monolampada led 4000K 2800 lm potenza 22 W - lunghezza 1300 mm	Milano	166	cad	€ 111,92	€ 18.578,42	22%	€ 22.665,67
Lampade lineari a LED non dimmerabili 19-20W con durata >= 40000 h	Prezzario Regione Piemonte	166	cad	€ 39,12	€ 6.493,62	22%	€ 7.922,21
Plafoniera a tenuta stagna per installazione diretta a parete o a soffitto - monolampada led 4000K 2800 lm potenza 29 W - lunghezza 1600 mm	Milano	8	cad	€ 126,82	€ 1.014,55	22%	€ 1.237,75
Lampade lineari a LED non dimmerabili 34W con durata >= 40000 h	Prezzario Regione Piemonte	8	cad	€ 65,45	€ 523,56	22%	€ 638,75
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 927,36	22%	€ 1.131,39
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 2.163,85	22%	€ 2.639,90
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM5)</b>					<b>€ 34.003</b>	<b>22%</b>	<b>€ 41.484</b>

Incentivi	[Conto termico]	€ 16.593,65
Durata incentivi		5
Incentivo annuo		€ 3.318,73

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

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

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

Gli indicatori economici d'investimento utilizzati sono:

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

Essi sono così definiti:

1) Tempo di ritorno semplice (TRS):

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

Dove:

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

2) Tempo di ritorno attualizzato (TRA):

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

Dove:

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

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

Dove:

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

3) Valore Attuale Netto (VAN) del progetto:

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

Dove:

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

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

5) Indice di Profitto (IP):

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

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

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

I risultati dell'analisi economica tramite flussi di cassa sono poi stati rappresentati mediante tipici grafici a farfalla, dal quale è possibile evincere i flussi di cassa cumulati di progetto, l'investimento capitale iniziale, l' $I_0$ , 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: Coibentazione estradosso copertura piana con XPS sp.14 cm**

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

Tabella 9.6 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1– Coibentazione estradosso copertura piana con XPS sp. 14 cm

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	$I_0$	€	39.928
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	3.194
Durata incentivo	$n_B$	anni	5
Tasso di attualizzazione	$i$	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	25,2	14,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA	42,1	24,8
Valore attuale netto	VAN	- 11.801	2.419
Tasso interno di rendimento	TIR	1,0%	4,8%
Indice di profitto	IP	-0,30	0,06



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

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

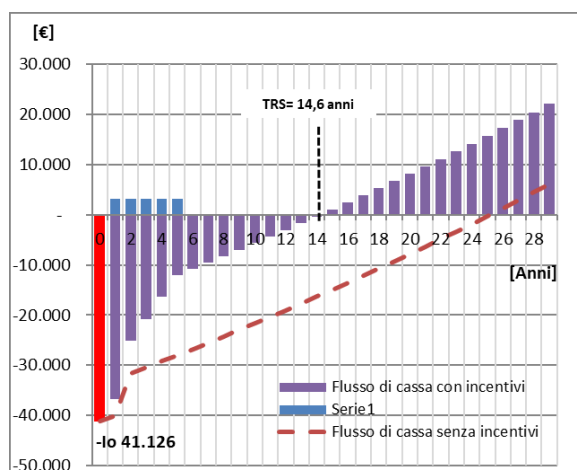
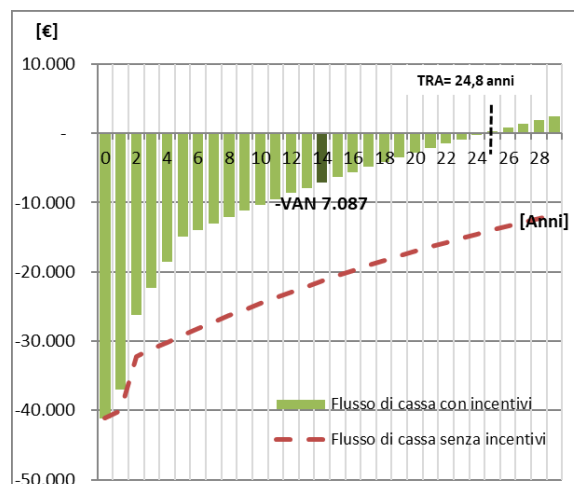


Figura 9.2 – EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento di coibentazione delle coperture piane ha un TRS di 14,6 anni considerando di ottenere l'incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi, pertanto tale intervento può essere preso in considerazione anche su scenari di medio periodo. Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno è di 25,2 anni non rendendolo più sostenibile.

### **EEM2: Sostituzione Infissi con altri aventi $U=1,66W/m^2K$**

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

Tabella 9.7 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM2– Sostituzione Infissi con altri aventi  $U=1,66W/m^2K$

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	$I_0$	€	149.879
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	-
Durata incentivo	$n_B$	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	67,5	67,5
Tempo di rientro attualizzato	TRA	95,3	95,3
Valore attuale netto	VAN	- 105.797	- 105.797
Tasso interno di rendimento	TIR	-5,9%	-5,9%
Indice di profitto	IP	-0,71	-0,71

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

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

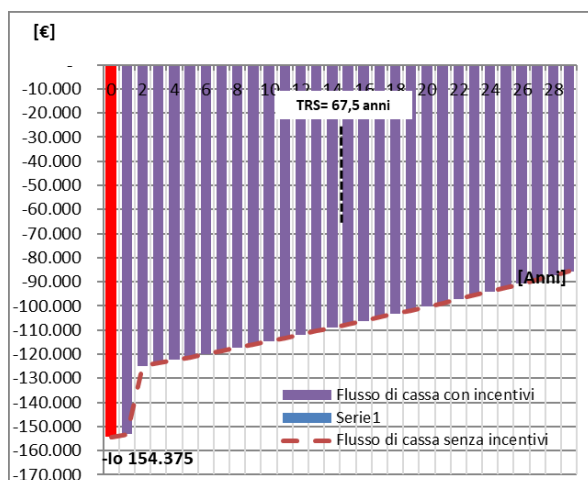
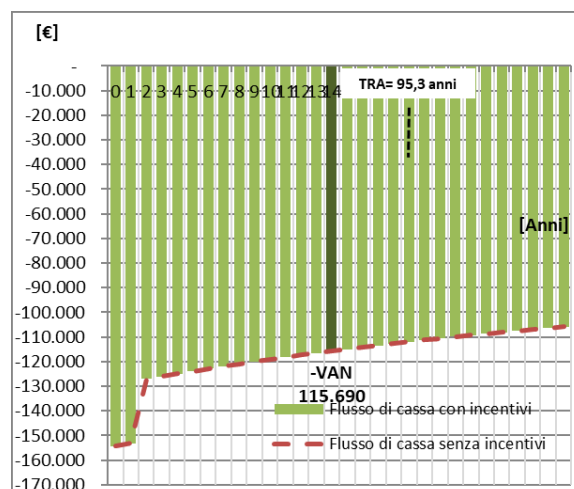


Figura 9.4 – EEM2: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento di sostituzione degli infissi ha un TRS di 67.5 anni considerando di non ottenere l'incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi, pertanto tale intervento non risulta particolarmente conveniente considerando soltanto gli aspetti energetici anche su lunghi periodi

### **EEM3: Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato**

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

Tabella 9.8 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM3– Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	Io	€ 2.625	
Oneri Finanziari %Io	OF	[%] 3,0%	
Aliquota IVA	%IVA	[%] 22,0%	
Anno recupero erariale IVA	n <sub>IVA</sub>	anni 3	
Vita utile	n	anni 30	
Incentivo annuo	B	€/anno 210	
Durata incentivo	n <sub>B</sub>	anni 5	
Tasso di attualizzazione	i	[%] 3,5%	
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI	
Tempo di rientro semplice	TRS	3,7	2,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	4,3	3,2
Valore attuale netto	VAN	9.307	10.242
Tasso interno di rendimento	TIR	25,8%	31,8%
Indice di profitto	IP	3,55	3,90

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

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

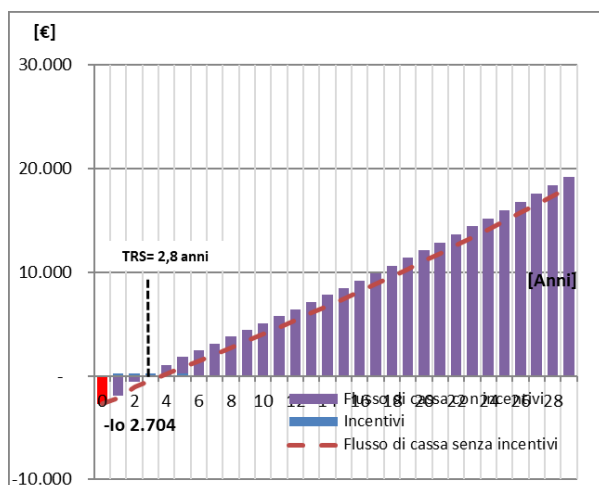
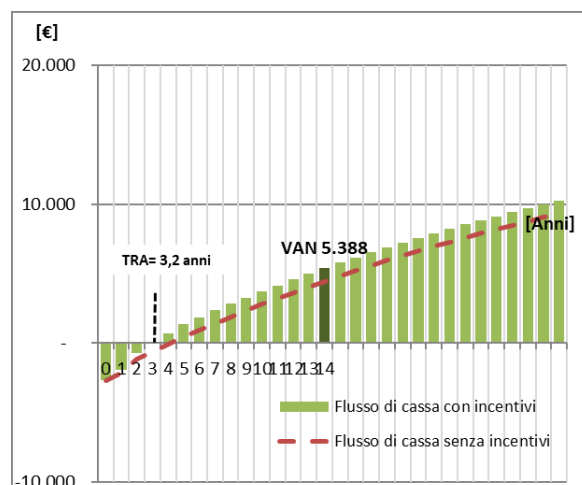


Figura 9.6 – EEM3: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento di coibentazione del solaio su sottotetto non riscaldato ha un TRS di 2,8 anni considerando di ottenere l’incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi, pertanto tale intervento può essere preso in considerazione anche su scenari di medio periodo. Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno è comunque ancora sostenibile soltanto su un lungo periodo in quanto il TRS è di 3,7 anni.

#### **EEM4: Installazione Valvole Termostatiche**

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

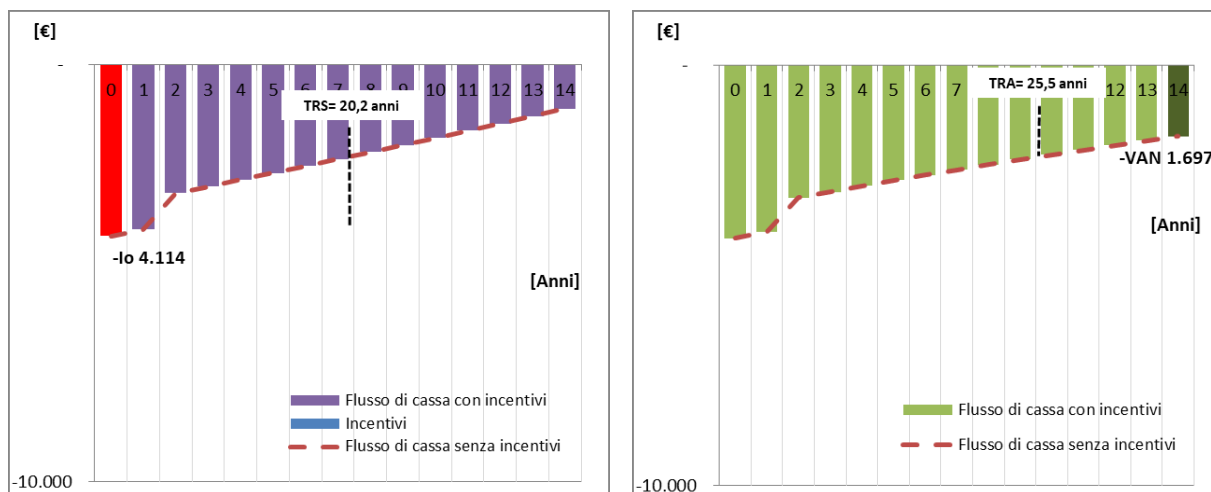
Tabella 9.9 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM4– installazione Valvole termostatiche

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€ 3.994
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 -
Durata incentivo	$n_B$	5
Tasso di attualizzazione	i	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	20,2
Tempo di rientro attualizzato	TRA	25,5
Valore attuale netto	VAN	- 1.697
Tasso interno di rendimento	TIR	-4,3%
Indice di profitto	IP	-0,42

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

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

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



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento della termoregolazione ha un TRS di 20,2 anni e considerando che come singolo intervento non è previsto il contributo del Conto Termico, può essere preso in considerazione solamente se aggregato con la sostituzione del generatore (la sua voce di costo è ammissibile all'interno di quello totale del generatore). Tuttavia tale intervento è necessario per l'aumento delle percentuali di sovvenzione previste del conto termico laddove si preveda anche la coibentazione dell'involucro opaco e la sostituzione degli infissi.

#### **EEM5: Installazione Impianto di Illuminazione LED**

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

Tabella 9.10 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM5– Installazione Impianto di Illuminazione LED

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	I <sub>0</sub>	€	41.484
Oneri Finanziari %I <sub>0</sub>	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n <sub>IVA</sub>	anni	3
Vita utile	n	anni	8
Incentivo annuo	B	€/anno	3.319
Durata incentivo	n <sub>B</sub>	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	24,4	11,2
Tempo di rientro attualizzato	TRA	27,4	12,5
Valore attuale netto	VAN	- 30.245	- 15.471
Tasso interno di rendimento	TIR	-27,2%	-10,2%
Indice di profitto	IP	-0,73	-0,37

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.19 e Figura 9.2.

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

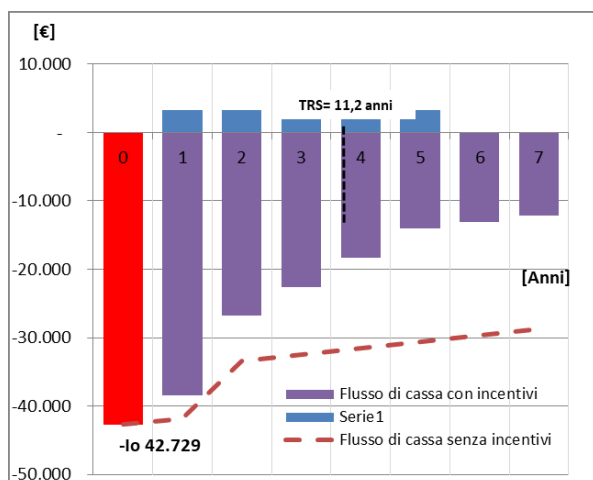
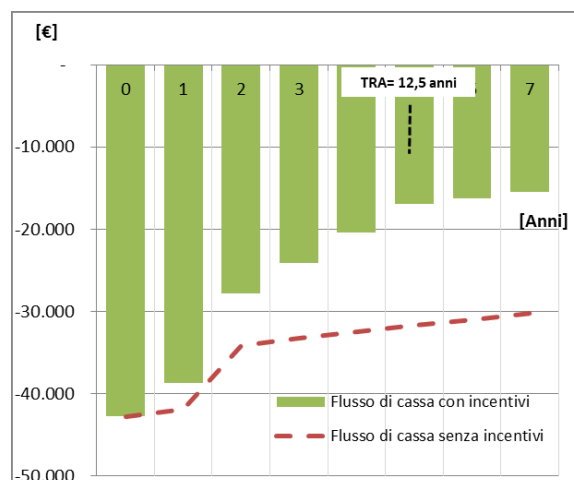


Figura 9.10 – EEM5: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento di sostituzione dei sistemi di illuminazione esistenti con nuovi a LED ha un TRS di 11,2 anni considerando di ottenere l'incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi. Pertanto tale intervento può essere preso in considerazione su scenari di medio/lungo periodo. Nel caso in cui non vi fossero incentivi, il tempo di ritorno risulta essere molto alto raggiungendo un TRS di 24,4 anni, potrà essere considerato esclusivamente lo scenario su lungo periodo. Tuttavia è necessario valutare il fatto che la vita utile di tali sistemi è di circa 8 anni e pertanto dovrebbe essere prevista una loro sostituzione su periodi superiori, in questo caso gli interventi potrebbero non essere più convenienti come è dimostrato dal valore del VAN negativo sia nel caso non incentivato che incentivato.

### Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle Tabella 9. e Dall'analisi dei risultati emerge che senza incentivi solo la coibentazione del solaio su sottotetto è sostenibile sul breve periodo, in particolare gli interventi sull'involucro come la coibentazione della copertura piana e la sostituzione degli infissi hanno tempi di ritorno semplice superiori ai 40 anni, mentre quello di tipo impiantistico (valvole termostatiche e led) hanno tempi di ritorno superiori ai 20 anni.

Tabella 9..

Tabella 9.11 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso senza incentivi

	SENZA INCENTIVI										
	% $\Delta E$ [%]	% $\Delta CO_2$ [%]	$\Delta C_E$ [€/anno]	$\Delta C_{MO}$ [€/anno]	$\Delta C_{MS}$ [€/anno]	$I_0$ [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	10,4	11	1.398,6	0	0	-39.928	25,2	42,1	-11.801 $\leq 0$	1	0,30
EEM 2	10,8	11,5	1.455,5	0	0	-149.879	67,5	95,3	-105.797 $\leq 0$	-5,9	-0,71
EEM 3	5,3	5,6	714,1	0	0	-2.625	3,7	4,3	9.307 $\geq 0$	25,8	3,55
EEM4	1,4	1,5	186,1	0	0	-3.994	20,2	25,5	-1.697 $\geq 0$	-4,3	-0,42
EEM5	8,0	7,1	1.080	0	0	-41.484	24,4	27,4	- 30.245 $< 0$	-27,2	-0,73

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 CO<sub>2</sub> rispetto al baseline dell'emissioni complessivo (termico + elettrico);
- $\Delta_{CE}$  è il risparmio economico annuo attribuibile alla riduzione dei consumi energetici (termico + elettrico); assume valori positivi;
- $\Delta_{CMO}$  è la variazione di costo annuo attribuibile al nuovo costo per la gestione e la manutenzione ordinaria; assume valori positivi per un decremento e valori negativi per un incremento;
- $\Delta_{CMS}$  è la variazione di costo annuo attribuibile al nuovo costo previsto per la manutenzione straordinaria; assume valori positivi per un decremento e valori negativi per un incremento;
- $I_0$  è il valore dell'investimento iniziale per la realizzazione dell'intervento; assume valori negativi;

Dall'analisi dei risultati emerge che senza incentivi solo la coibentazione del solaio su sottotetto è sostenibile sul breve periodo, in particolare gli interventi sull'involucro come la coibentazione della copertura piana e la sostituzione degli infissi hanno tempi di ritorno semplice superiori ai 40 anni, mentre quello di tipo impiantistico (valvole termostatiche e led) hanno tempi di ritorno superiori ai 20 anni.

Tabella 9.12 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso con incentivi

	CON INCENTIVI										
	$\% \Delta_E$ [%]	$\% \Delta_{CO_2}$ [%]	$\Delta_{CE}$ [€/anno]	$\Delta_{CMO}$ [€/anno]	$\Delta_{CMS}$ [€/anno]	$I_0$ [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	10,4	11	1.398,6	0	0	-39.928	14,6	24,8	2.419≥0	4,8	0,06
EEM 2	10,8	11,5	1.455,5	0	0	-149.879	95,3	-105.797 ≤0	-5,9	-0,71	67,5
EEM 3	5,3	5,6	714,1	0	0	-2.625	2,8	3,2	10.242≥0	31,8	3,90
EEM4	1,4	1,5	186,1	0	0	-3.994	20,2	25,2	-1.697≤0	-4,3	-0,42
EEM5	8,0	7,1	1.080	0	0	-41.484	11,2	12,5	15.471≤0	-10,2	-0,37

Dall'analisi dei risultati emerge che grazie agli incentivi previsti dal Conto Termico del D.M. del 16 febbraio 2016 tutti gli interventi simulati a parte quello riguardante la sostituzione dei serramenti raggiungono dei tempi di ritorno semplici inferiori ai 20 anni. In queste condizioni sono pertanto ipotizzabili aggregazioni di interventi sostenibili economicamente sia se venissero finanziati direttamente dal Comune di Genova sia attraverso il coinvolgimento di ESCo con FTT. Si segnala inoltre che interventi aggregati sull'intero sistema edificio impianti consentono di aumentare la percentuale di contribuzione relativa al meccanismo incentivante del Conto Termico, migliorando ulteriormente la sostenibilità economica.

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

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

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

Per fattibilità economica delle soluzioni integrate si intendere accettabili le soluzioni che verificano i seguenti scenari economici:

- Scenario ottimale 1, (SCN1), per il quale è verificato un tempo di ritorno semplice, TRS ≤ 15 anni;
- Scenario ottimale 2, (SCN2), per il quale è 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 soluzioni 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: Scenario ottimale TRS≤15 anni:** Tale scenario consiste nella realizzazione di interventi di efficientamento dell’involucro termico (sottotetto)
- **Scenario 2: Scenario ottimale TRS≤25 anni:** Tale scenario consiste nella realizzazione di interventi di efficientamento dell’involucro termico (sottotetto e copertura) e del sistema impiantistico (, illuminazione interna)

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

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

EEM 3 Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato

Tabella 9.13 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA Al 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM3 Fornitura & Posa	1.956	430	2.386
Costi per la sicurezza	58.7	12.9	71.6
Costi per la progettazione	137	30	167
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>	<b>2151</b>	<b>474</b>	<b>2625</b>



VOCE MANUTENZIONE	C <sub>MO</sub> (IVA INCLUSA) [€]	C <sub>MS</sub> (IVA INCLUSA) [€]	C <sub>M</sub> (IVA INCLUSA) [€]
EEM1 O&M	6.602	1.755	8.358
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>	<b>6.602</b>	<b>1.755</b>	<b>8.358</b>
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]	
<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>	<b>1.050</b>	
<b>Durata incentivi</b>		<b>5</b>	
<b>Incentivo annuo</b>		<b>210</b>	

Nota (18): Incentivo calcolato secondo regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 previste dal conto termico 2.0. Per tali interventi la quota incentivabile della spesa ammissibile è pari al 40%.

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

Figura 9.11 – SCN1: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento

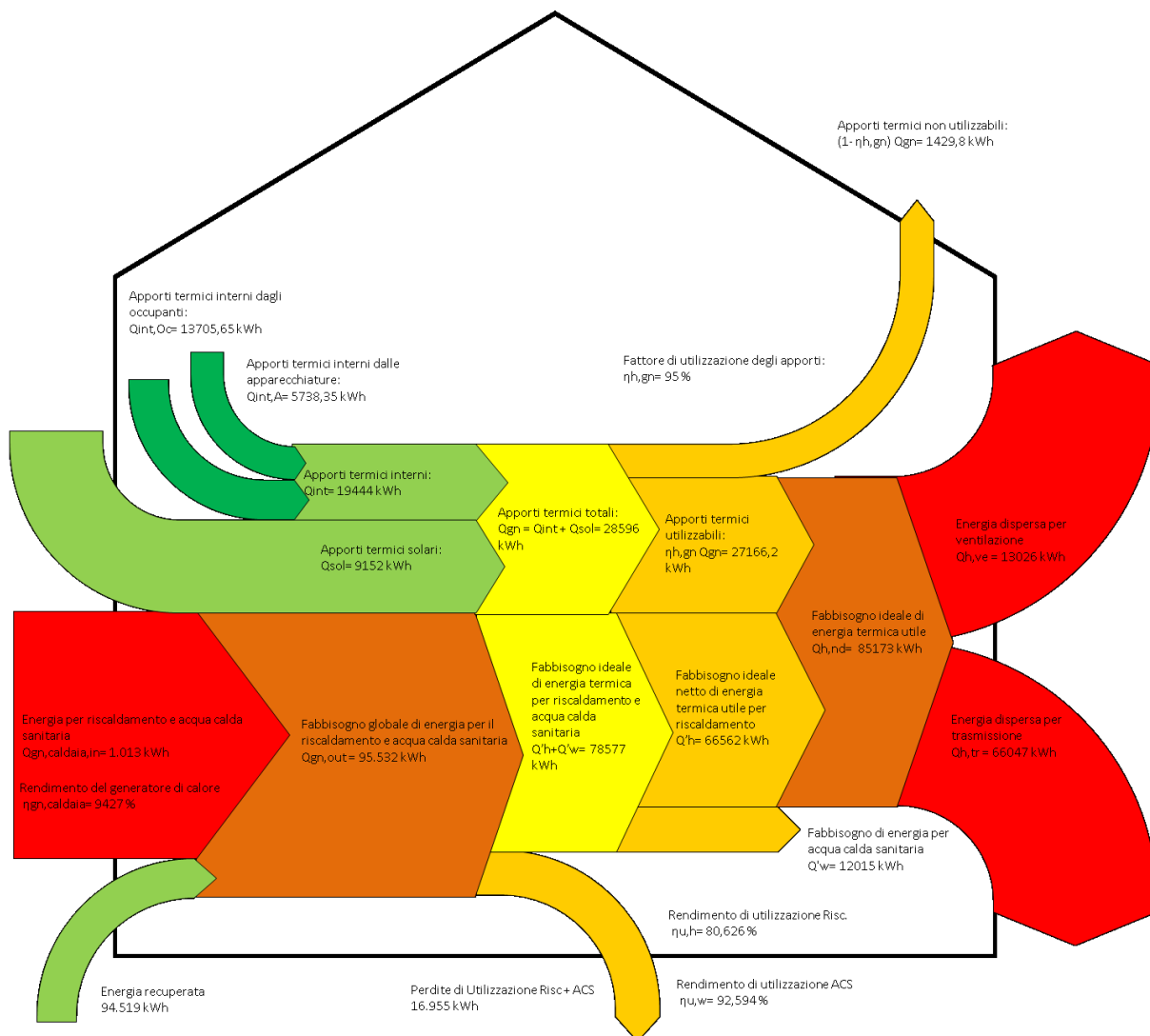
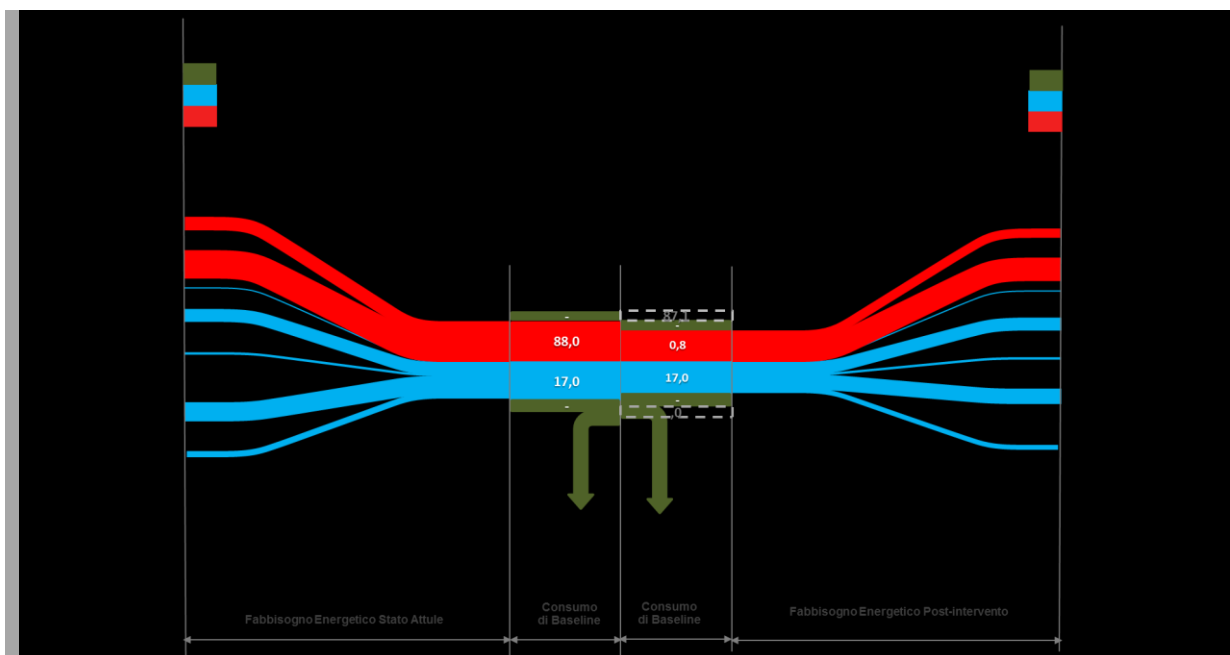


Figura 9.12 – SCN1: Bilancio energetico complessivo dell'edificio post intervento



I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.11 e nella Figura 9.13

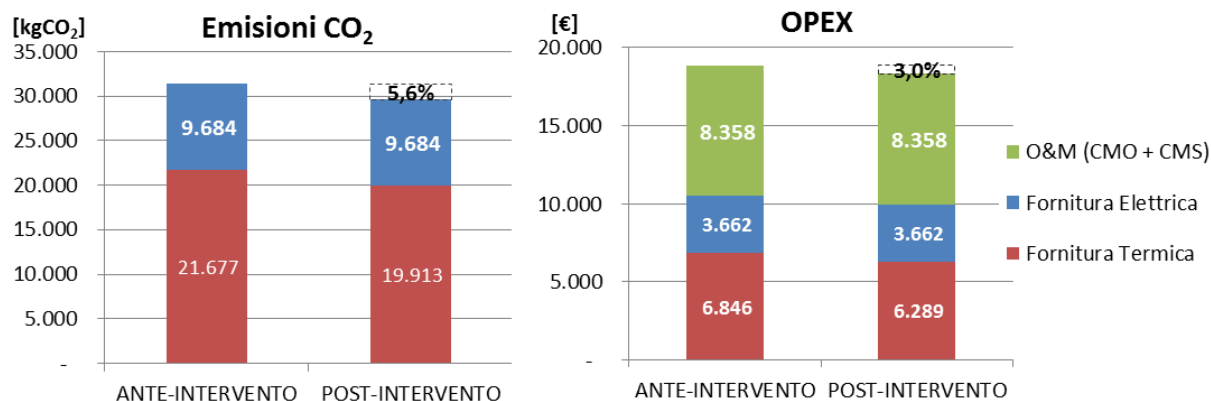
Tabella 9.11 – Risultati analisi SCN1 – Scenario ottimale TRS≤15 anni:

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM1 Trasmittanza termica	[W/m <sup>2</sup> K]	4,057	0,191	95,3%
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	110.368	101.388	8,1%
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	21.669	21.669	0,0%
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	107.310	98.579	8,1%
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	20.736	20.736	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	21.677	19.913	8,1%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	9.684	9.684	0,0%
<b>Emiss. CO2 Totale</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>31.360</b>	<b>29.597</b>	<b>5,6%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	6.846	6.289	8,1%
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	3.662	3.662	0,0%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>10.508</b>	<b>9.951</b>	<b>5,3%</b>
Costo Manutenzione Ordinaria, C <sub>MO</sub>	[€]	6.602	6.602	0,0%
Costo Manutenzione Straordinaria, C <sub>MS</sub>	[€]	1.755	1.755	0,0%
Costo per O&M (C <sub>M</sub> = C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>8.358</b>	<b>8.358</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>18.866</b>	<b>18.309</b>	<b>3,0%</b>
Classe energetica	[-]	E	E	0 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 gas naturale e 0,467 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore elettrico – elettricità.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,064 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,177 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

Figura 9.13 - 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 9.12, Tabella 9. e Tabella 9.13 e nelle successive figure.

Tabella 9.12 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN1– Scenario ottimale TRS≤15 anni:

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	$n_i$	1
Anni Gestione Servizio	$n_s$	14
Anni Concessione	$n$	15
Anno inizio Concessione	$n_0$	2020
Anni dell'ammortamento	$n_A$	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	$k_{CdP}$	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	$f$	0,50%
deriva dell'inflazione	$f'$	0,70%
%, interessi debito	$k_D$	3,82%
%, interessi equity	$k_E$	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	$\tau$	27,90%
Anni debito (finanziamento)	$n_D$	10
Anni Equity	$n_E$	14
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	$I_0$	€ 2.625
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 79
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 2.704
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	$I_D$	€ 2.163
Equity	$I_E$	€ 541
Fattore di annualità Debito	$FA_D$	8,30
Rata annua debito	$q_D$	€ 261
Costo finanziamento,(D+INT <sub>D</sub> )	$q_D * n_D$	€ 2.605
Costi per interessi debito, INT <sub>D</sub>	$INT_D = q_D * n_D - D$	€ 442

Tabella 9.16 – Parametri Economici dell'analisi di redditività dello SCN1

PARAMETRI ECONOMICI			
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	$C_{E0}$	€	10.508
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	$C_{M0}$	€	6.519
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€	<b>17.027</b>
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	$C_{Altro}$	€	-
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$		<b>5,3%</b>
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$		<b>0,0%</b>
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$		<b>0,0%</b>
Risparmio annuo PA garantito	<b>45,6%</b>	-€	<b>640</b>
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	<b>Risp.IM</b>	€	-
Risparmio PA durante la concessione	<b>14%</b>	€	21.683
Risparmio annuo PA al termine della concessione	<b>Risp.Term.</b>	€	666
N° di Canoni annuali	<b>anni</b>		<b>14</b>
Utile lordo della ESCO	$\% CAPEX$		<b>-391,26%</b>
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	$C_{ESCO}$	-€	756
Costi FTT €/anno IVA escl.	$C_{FTT}$	€	32
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	$C_{CAPEX}$	€	84
Canone O&M €/anno	$C_{nM}$	€	6.769
Canone Energia €/anno	$C_{nE}$	€	10.898
Canone Servizi €/anno IVA escl.	$C_{nS}$	€	17.667
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	$C_{nD}$	-€	640
Canone Totale €/anno IVA escl.	$C_n$	€	<b>17.027</b>
Aliquota IVA %	<b>IVA</b>		<b>22%</b>
Rimborso erariale IVA	$R_{IVA}$	€	473
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	$R_B$	€	1.050
Durata Incentivi, anni	$n_B$		<b>5</b>
Inizio erogazione Incentivi, anno			<b>2022</b>

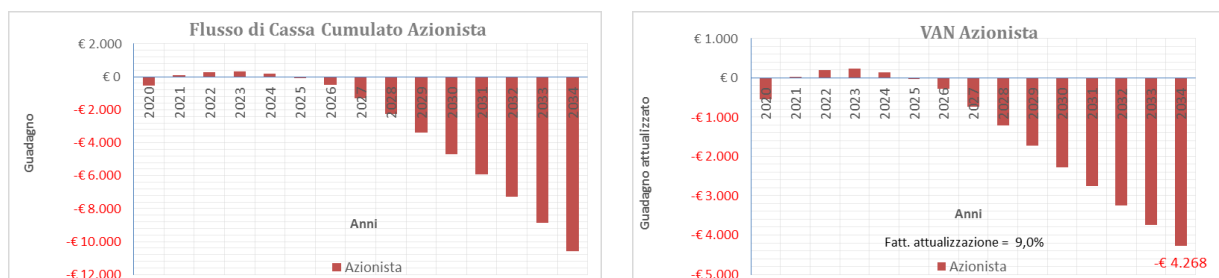
Tabella 9.13 – Risultati dell'analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN1

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	<b>T.R.S.</b>		<b>9,14</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>		<b>7,98</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	<b>VAN &gt; 0</b>	-€	<b>7.009</b>
Tasso interno di rendimento del progetto	<b>TIR &gt; WACC</b>		<b>n/d</b>
Indice di Profitto	<b>IP</b>		<b>-267,02%</b>
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	<b>T.R.S.</b>		<b>7,11</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>		<b>6,13</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	<b>VAN &gt; 0</b>	-€	<b>4.268</b>
Tasso interno di rendimento dell'azionista	<b>TIR &gt; ke</b>		<b>n/d</b>
Debit Service Cover Ratio	<b>DSCR &lt; 1,3</b>	-	<b>0,561</b>
Loan Life Cover Ratio	<b>LLCR &lt; 1</b>	-	<b>6,062</b>
Indice di Profitto Azionista	<b>IP</b>		<b>-162,60%</b>

Figura 9.14 –SCN1: Flussi di cassa del progetto



Figura 9.15 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



Dall'analisi effettuata è emerso che nel suo complesso lo scenario non risulta conveniente sebbene sia stato generato dall'unico intervento con TRS basso. Probabilmente come dimostrato dal valore degli indicatori economici raggiunti sia il valore complessivo dell'investimento che il valore economico dei risparmi generati non giustificano il coinvolgimento di una ESCO e di un soggetto finanziatore, pertanto il risparmio fornito dall'intervento non è in grado di compensare gli oneri finanziari previsti nel PEF.

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

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

- EEM 1: coibentazione estradosso copertura piana con XPS sp.14
- EEM 3 Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato
- EEM 5: Installazione di sistemi di illuminazione a LED

Tabella 9.18 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 2

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA AI 22% [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
EEM1 Fornitura & Posa	30.967	6.813	37.782
EEM3 Fornitura & Posa	1.956	430	2.386
EEM5 Fornitura & Posa	30.912	6.801	37.713
Costi per la sicurezza	1.879	413	2.292
Costi per la progettazione	4.383	964	5.348
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>	<b>70.099</b>	<b>15.422</b>	<b>85.520</b>
VOCE MANUTENZIONE	C <sub>MO</sub> (IVA INCLUSA) [€]	C <sub>MS</sub> (IVA INCLUSA) [€]	C <sub>M</sub> (IVA INCLUSA) [€]
EEM1 O&M	0	0	0
EEM3 O&M	0	0	0
EEM5 O&M	6.602	1.755	8.358
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>	<b>6.602</b>	<b>1.755</b>	<b>8.358</b>
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE	

(IVA INCLUSA)		
[€]		
Incentivi	Conto termico	34.208
Durata incentivi		5
Incentivo annuo		6.842

Nota (19): Incentivo calcolato secondo regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 previste dal conto termico 2.0. Per tali interventi la quota incentivabile della spesa ammissibile è pari al 40%.

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

Figura 9.16 – SCN2: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento

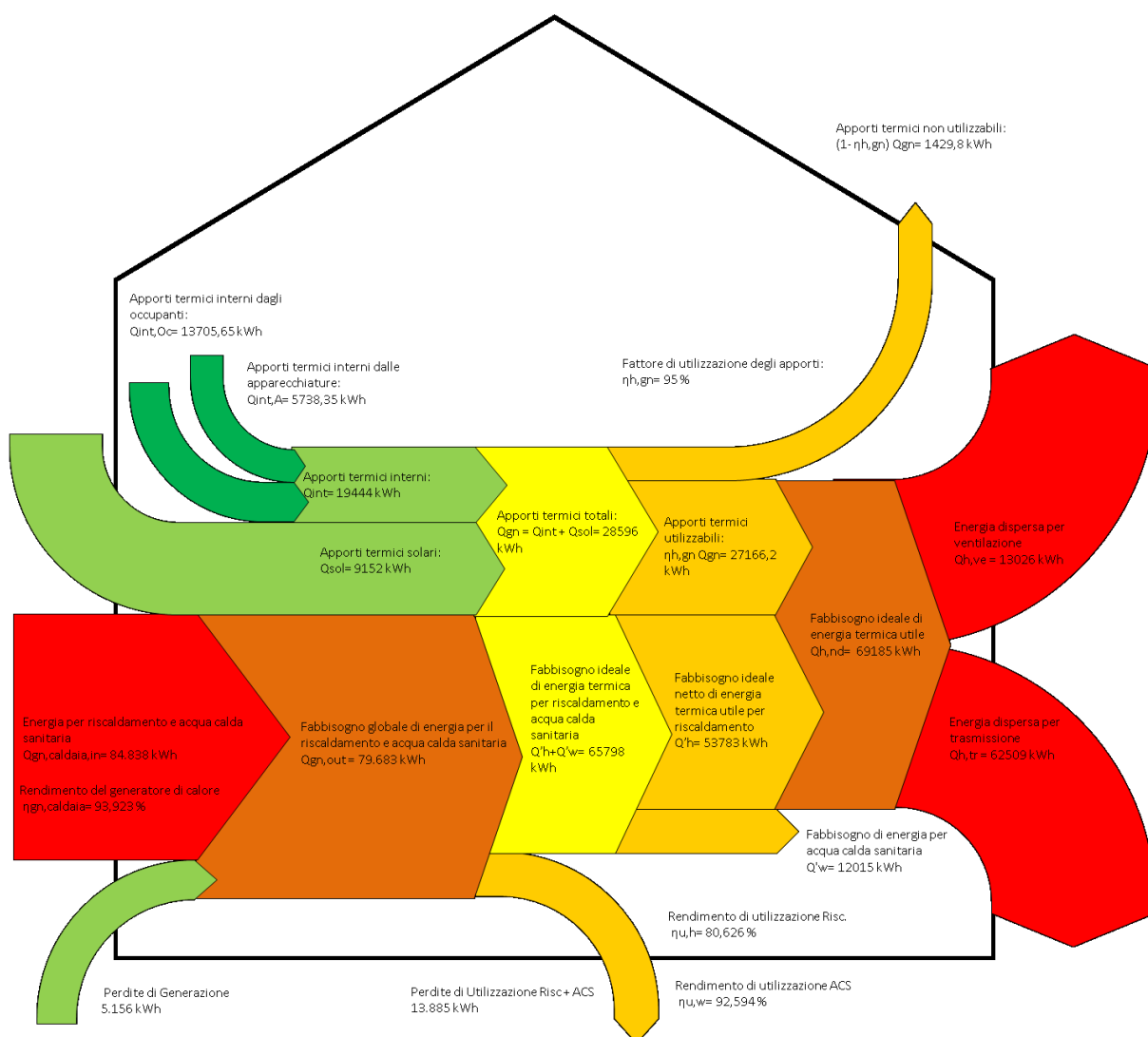
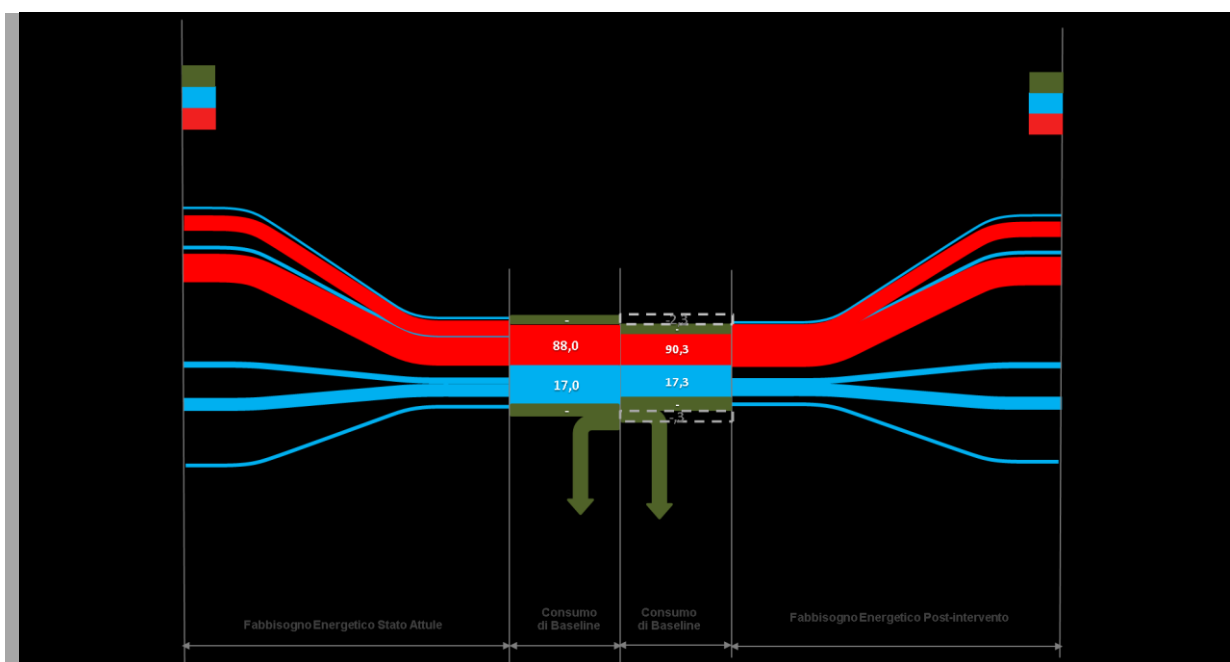


Figura 9.17– SCN2: Bilancio energetico complessivo dell'edificio post intervento



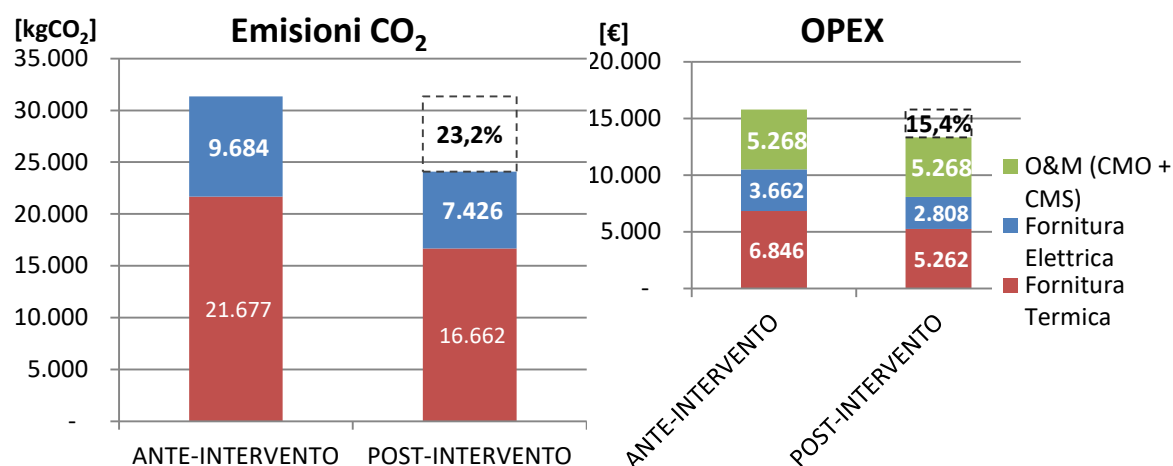
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 2 sono riportati nella Tabella 9.11 e nella Figura 9.13

Tabella 9.19 – Risultati analisi SCN2 – Scenario ottimale TRS $\leq$ 25 anni

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EEM1 trasmittanza termica	[W/m <sup>2</sup> K]	1,164	0,218	<b>81,3%</b>
EEM3 trasmittanza termica	[W/m <sup>2</sup> K]	4,057	0,191	<b>95,3%</b>
EM5 [-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Qteorico	[kWh]	110.368	84.838	<b>23,1%</b>
Eteorico	[kWh]	21.669	16.618	<b>23,3%</b>
Qbaseline	[kWh]	107.310	82.488	<b>23,1%</b>
Ebaseline	[kWh]	20.736	15.902	<b>23,3%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO2]	21.677	16.662	<b>23,1%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO2]	9.684	7.426	<b>23,3%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO2]</b>	<b>31.360</b>	<b>24.089</b>	<b>23,2%</b>
Fornitura Termica, CQ	[€]	6.846	5.262	<b>23,1%</b>
Fornitura Elettrica, CEE	[€]	3.662	2.808	<b>23,3%</b>
<b>Fornitura Energia, CE</b>	<b>[€]</b>	<b>10.508</b>	<b>8.071</b>	<b>23,2%</b>
CMO	[€]	4.162	4.162	<b>0,0%</b>
CMS	[€]	1.106	1.106	<b>0,0%</b>
O&M (CMO + CMS)	[€]	<b>5.268</b>	<b>5.268</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>15.776</b>	<b>13.338</b>	<b>15,4%</b>
Classe energetica	[-]	D	D	+0 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 gas naturale e 0,467 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore elettrico – elettricità.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,064 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,177 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

Figura 9.18 – 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 9.12, Tabella 9. e Tabella 9.13 e nelle successive figure.

Tabella 9.20 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN2– Scenario ottimale TRS≤25 anni

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	$n_i$	1
Anni Gestione Servizio	$n_s$	24
Anni Concessione	$n$	25
Anno inizio Concessione	$n_0$	2020
Anni dell'ammortamento	$n_A$	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	$k_{CdP}$	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	$f$	0,50%
deriva dell'inflazione	$f'$	0,70%
%, interessi debito	$k_D$	3,82%
%, interessi equity	$k_E$	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	$\tau$	27,90%
Anni debito (finanziamento)	$n_D$	10
Anni Equity	$n_E$	24
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	$I_0$	€ 85.520
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 2.566
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 88.086
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	$I_D$	€ 70.469
Equity	$I_E$	€ 17.617
Fattore di annualità Debito	FA <sub>D</sub>	8,30
Rata annua debito	$q_D$	€ 8.488



Costo finanziamento, (D+INT <sub>D</sub> )	$q_D * n_D$	€	<b>84.883</b>
Costi per interessi debito, INT <sub>D</sub>	$INT_D = q_D * n_D - D$	€	<b>14.415</b>

Tabella 9.21 – Parametri Economici dell'analisi di redditività dello SCN2

PARAMETRI ECONOMICI			
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	$C_{E0}$	€	10.508
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	$C_{M0}$	€	6.519
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€	<b>17.027</b>
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	$C_{Altro}$	€	-
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$		<b>23,2%</b>
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$		<b>0,0%</b>
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$		<b>0,0%</b>
Risparmio annuo PA garantito	<b>45,6%</b>	€	<b>680</b>
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	<b>Risp.IM</b>	€	-
Risparmio PA durante la concessione	<b>14%</b>	€	64.741
Risparmio annuo PA al termine della concessione	<b>Risp.Term.</b>	€	3.288
N° di Canoni annuali	<b>anni</b>		<b>24</b>
Utile lordo della ESCO	$\% CAPEX$		<b>-41,48%</b>
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	$C_{ESCO}$	-€	1.522
Costi FTT €/anno IVA escl.	$C_{FTT}$	€	601
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	$C_{CAPEX}$	€	1.602
Canone O&M €/anno	$CnM$	€	6.942
Canone Energia €/anno	$CnE$	€	9.404
Canone Servizi €/anno IVA escl.	$CnS$	€	16.347
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	$CnD$	€	680
Canone Totale €/anno IVA escl.	$Cn$	€	<b>17.027</b>
Aliquota IVA %	<b>IVA</b>		<b>22%</b>
Rimborso erariale IVA	$R_{IVA}$	€	15.422
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	$R_B$	€	34.208
Durata Incentivi, anni	$n_B$		<b>5</b>
Inizio erogazione Incentivi, anno			<b>2022</b>

Tabella 9.22. – 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	<b>T.R.S.</b>		<b>4,42</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>	-	<b>45,25</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	<b>VAN &gt; 0</b>	-€	<b>29.461</b>
Tasso interno di rendimento del progetto	<b>TIR &gt; WACC</b>		<b>n/d</b>
Indice di Profitto	<b>IP</b>		<b>-34,45%</b>
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	<b>T.R.S.</b>	-	<b>8,99</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>	-	<b>132,93</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	<b>VAN &gt; 0</b>	<b>-€</b>	<b>21.461</b>
Tasso interno di rendimento dell'azionista	<b>TIR &gt; ke</b>		<b>n/d</b>
Debit Service Cover Ratio	<b>DSCR &lt; 1,3</b>		<b>0,795</b>
Loan Life Cover Ratio	<b>LLCR &lt; 1</b>		<b>0,370</b>

Figura 9.19 –SCN2: Flussi di cassa del progetto

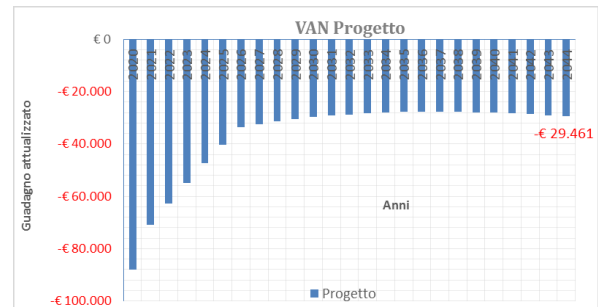
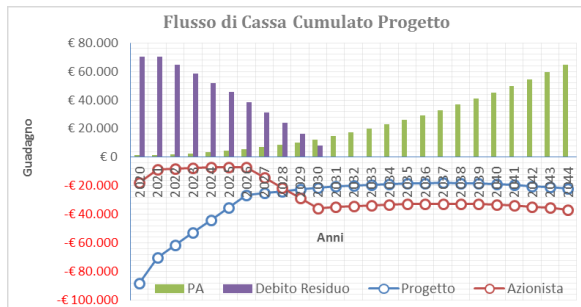
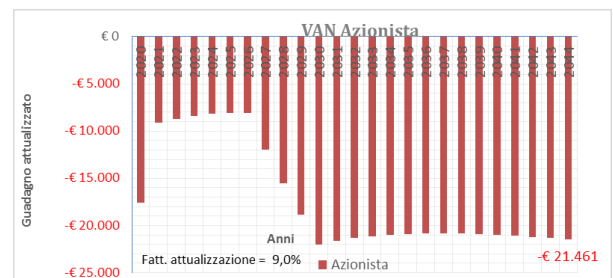
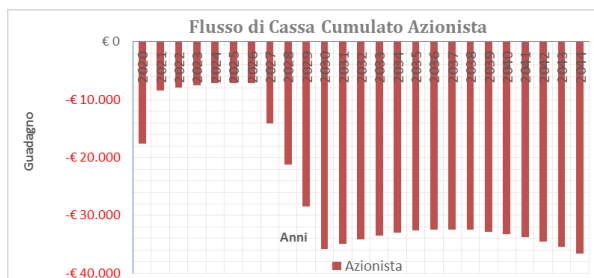


Figura 9.20 – SCN2: Flussi di cassa dell'azionista



Dall'analisi effettuata è emerso che nel suo complesso lo scenario non risulta conveniente sebbene sia stato generato dall'aggregazione degli interventi con TRS più basso. Probabilmente come dimostrato dal valore degli indicatori economici raggiunti sia il valore complessivo dell'investimento che il valore economico del risparmio energetico generato non giustificano il coinvolgimento di una ESCO e di un soggetto finanziatore, pertanto il risparmio fornito dall'intervento non è in grado di compensare gli oneri finanziari previsti nel PEF.

## 10 CONCLUSIONI

Dai risultati della diagnosi energetica emerge che l’edificio che ospita la scuola d’infanzia “T. Quaglia” non presenta possibilità di efficientamento energetico. Non risultano realizzabili scenari su medio lungo periodo prevedendo interventi aggregati nè presi singolarmente. A livello economico non conviene come investimento sia per conto diretto con la PA e sia coinvolgendo ESCo, anche considerando la possibilità di accedere agli incentivi previsti per le PA dal “Conto Termico”. Non essendo stato necessario sostituire il generatore di calore non si è potuto incrementare l’incentivo al 55%.

Nei paragrafi seguenti sono riportate le conclusioni del processo di audit attraverso:  
riassunto degli indici di performance energetica

- lista delle raccomandazioni ed opportunità di risparmio energetico con la stima della loro fattibilità tecnico – economica.

### 10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

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

Tabella 10.1 – Indicatori di performance energetica ricavati dalla modellazione (valutazione in modalità adattata all’utenza) e degli scenari SCN1 e SCN2

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA	U.M.	ANTE INTERVENTO		SCN1		SCN2		
		ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	
Globale non rinnovabile	EP <sub>gl</sub>	kWh/mq anno	126.6	134.3	118.87	126.5	96.62	102.31
Climatizzazione invernale	EP <sub>H</sub>	kWh/mq anno	83.6	83.9	75.83	76.10	61.53	61.79
Produzione di acqua calda sanitaria	EP <sub>w</sub>	kWh/mq anno	26.2	29.4	26.16	29.44	26.16	29.44
Ventilazione	EP <sub>v</sub>	kWh/mq anno	-	-	-	-	-	-
Raffrescamento	EP <sub>c</sub>	kWh/mq anno	-	-	-	-	-	-
Illuminazione artificiale	EP <sub>L</sub>	kWh/mq anno	16.9	21	16.89	20.96	8.93	11.08
Trasporto di persone e cose	EP <sub>T</sub>	kWh/mq anno	-	-	-	-	-	-
Emissioni equivalenti di CO2	CO <sub>2eq</sub>	Kg/mq anno	24.5	26	28	33	24	27

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

Sulla base delle analisi tecnico ed economiche effettuate sulle singole misure di efficienza energetica è stato possibile definire un elenco di interventi prioritari oltre che i due possibili scenari che non sono stati ritenuti però economicamente vantaggiosi.

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

Gli interventi “to be lean” simulati sono stati:

EEM 1: coibentazione estradosso copertura piana con XPS sp.14

EEM 2: Sostituzione Infissi con altri aventi U=1,66W/m2k

EEM 3 Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato

EEM 4: Installazione di sistemi di termoregolazione  
 EEM 5: Installazione di sistemi di illuminazione a LED

Non sono stati simulati interventi “to be clean” in quanto il generatore di calore esistente è di recente installazione

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

Interventi previsti nello scenario a 15 anni:

EEM 3 Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato

Interventi previsti nello scenario a 25 anni:

EEM 1: coibentazione estradosso copertura piana con XPS sp.14

EEM 3 Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato

EEM 5: Installazione di sistemi di illuminazione a LED

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

	CON INCENTIVI												
	% $\Delta E$ [%]	% $\Delta_{CO2}$ [%]	$\Delta C_E$ [€/anno]	$\Delta C_{MO}$ [€/anno]	$\Delta C_{MS}$ [€/anno]	$I_0$ [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]	DSCR	LLCR
EEM 1	10,4	11	1.398,6	0	0	-39.928	14,6	24,8	2.419 $\geq$ 0	4,8	0,06	[n/a]	[n/a]
EEM 2	10,8	11,5	1.455,5	0	0	-149.879	95,3	105,7 97 $\leq$ 0	-5,9	-0,71	67,5	[n/a]	[n/a]
EEM 3	5,3	5,6	714,1	0	0	-2.625	2,8	3,2	10.242 $\geq$ 0	31,8	3,90	[n/a]	[n/a]
EEM4	1,4	1,5	186,1	0	0	-3.994	20,2	25,2	-1.697 $\leq$ 0	-4,3	-0,42	[n/a]	[n/a]
EEM5	8,0	7,1	1.080	0	0	-41.484	11,2	12,5	-15.471 $\leq$ 0	-10,2	-0,37	[n/a]	[n/a]

**Tabella 10.3 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria delle misure di efficienza energetica scenari di intervento a 15 e 25 anni, caso con incentivi**

	CON INCENTIVI												
	% $\Delta E$ [%]	% $\Delta_{CO2}$ [%]	$\Delta C_E$ [€/anno]	$\Delta C_{MO}$ [€/anno]	$\Delta C_{MS}$ [€/anno]	$I_0$ [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]	DSCR	LLCR
SCN 1	5,3	5,6	557	0	0	2.625	7,1	6,3	-4.268	n/d	-162	-0,56	-6,062
SCN 2	23,2	23,2	2.476	0	0	85.520	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d

### 10.3 CONCLUSIONI E COMMENTI

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

## ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

Titolo	Data	Nome file
01_Planimetrie	08.11.17	01_Involucro: E00087, PIAN1, PIAN1SS, PIANC, PIAN1, PIANTA
		02_Termici: 088-S01-013-CENTRALE TERMICA, L1-042- 088-P00, L1-042-088-P01, L1-042-088-S01, L1-042-088-P00-Checklist, L1-042-088-P01- Checklist L1-042-088-S00-Checklist
		03_Elettrici: vuoto
02_Manutenzioni	08.11.17	01_Involucro: vuoto
		02_Termici: L1-042-088_00_Copertina-Elenco elaborati, L1-042-088_01_Relazione Tecnico Illustrativa, L1-042-088_02_Relazione Gas, L1-042-088_03_Relazione INAIL, L1-042- 088_04_Relazione Fumi, L1-042-088_05_IM- PR-01, L1-042-088_06_IM-PR-02, L1-042- 088_07_IM-PR-03, L1-042-088_08_IS-PR-01, L1-042-088_09_Capitolato
		03_Elettrici:vuoto
		04_FER: vuoto
03_Consumi (Bollette elettricità 2014)	25.07.2018	5700065499, 5700098221, 5700134954 5700176200, 5700214973, 5700248946 5700291259, 5700345571, 5700411457 5700373395, 5700477402, 5700477402
03_Consumi (Bollette elettricità 2015)	25.07.2018	5700510846, 5750081986, 5700544221 5750081986, E000140843, E000163928 E000175671, E000337521, E000234064, E000281519, E000386675, E000337521 E000432862, E000483581, E000018556 E000084133, E000310244, E000150589
03_Consumi (Bollette elettricità 2016)	25.07.2018	E000150589, E000084134, E000334603 E000238236, E000334603, E000150589 E000194172, E000194172, E000238236 E000278553, E000334603, 011640025275 011640087942, 011640025275, 011640048519, 011640060830, 011640074903, 011640126637 011740042570, 011640100078 011740001581
03_Consumi (Bollette gas 2014)	25.07.2018	20141121680
03_Consumi (Bollette gas 2015)	25.07.2018	20151818, P150007518, P150015576 P150019771, P150032667, P150037967 P150048624, P160003881
03_Consumi (Bollette gas 2016)	25.07.2018	P160012671, P160023980, P160031417 EX15066/2016, P160041242, EX19107/2016 EX22893/2016, EX26900/2016, EX31010/2016, EX33534/2016, EX38844/2016, EX43773/2016 EX03011/2017
Tabella riepilogativa scuole	19.07.18	kyotoBaseline-E87_rev10.xls

**ALLEGATO B – ELABORATI**

Titolo	Data	Nome file
Allegato B Elaborati	27.07.18	
Tavola con indicazione di impianti e zone termiche (dwg, PDF)		DE_Lotto.9-E87_Elaborati_PT DE_Lotto.9-E87_Elaborati_P1 DE_Lotto.9-E87_Elaborati_P1SS
Planimetria catastale		DE_Lotto.9- 87_Elaborati_Plan_Catastale.1.pdf DE_Lotto.9- 87_Elaborati_Plan_Catastale.2.pdf
Foto Sopralluogo		
File Grafici		DE_Lotto.9-E87-AllegatoB-Grafici

## ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

Titolo	Data	Nome file
Allegato C E87	14.05.18	Allegato C E87.doc

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

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO D Report relativi ad altre prove diagnostiche strumentali	14.05.18	Lotto.9_Report prove diagnostiche strumentali_E87.doc



## ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO E Relazione di dettaglio dei calcoli	14.05.18	DE_E87_Baseline – Calcoli.rtf

## ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

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

## ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Titolo	Data	Nome file
APE STATO DI FATTO	14/05/18	DE_E87_APE_Baseline.rtf

## ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file
APE SCENARIO 15 ANNI	14/05/18	E87_15 anni_Sottotetto - APE2015.RTF
APE SCENARIO 25 ANNI	14/05/18	E87_25 anni_Sottotetto+Copertura+LED - APE2015.RTF

## ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO I Dati climatici	14.05.18	GG_Lotto.9-E87.xls

## ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO J Schede Audit	14.05.18	E 87_Scheda Audit_Template_rev2.xls

## ALLEGATO K – SCHEDE ORE

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO K Schede ORE	14.05.18	Schede ORE_E 87.doc

## ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

Titolo	Data	Nome file
ANALISI PEF E87	14/05/18	E87_AnalisiPEF.xlsx



## ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO M Report di Benchmark	14.05.18	Lotto.9_benchmark E87.doc

## **ALLEGATO N – CD-ROM**