

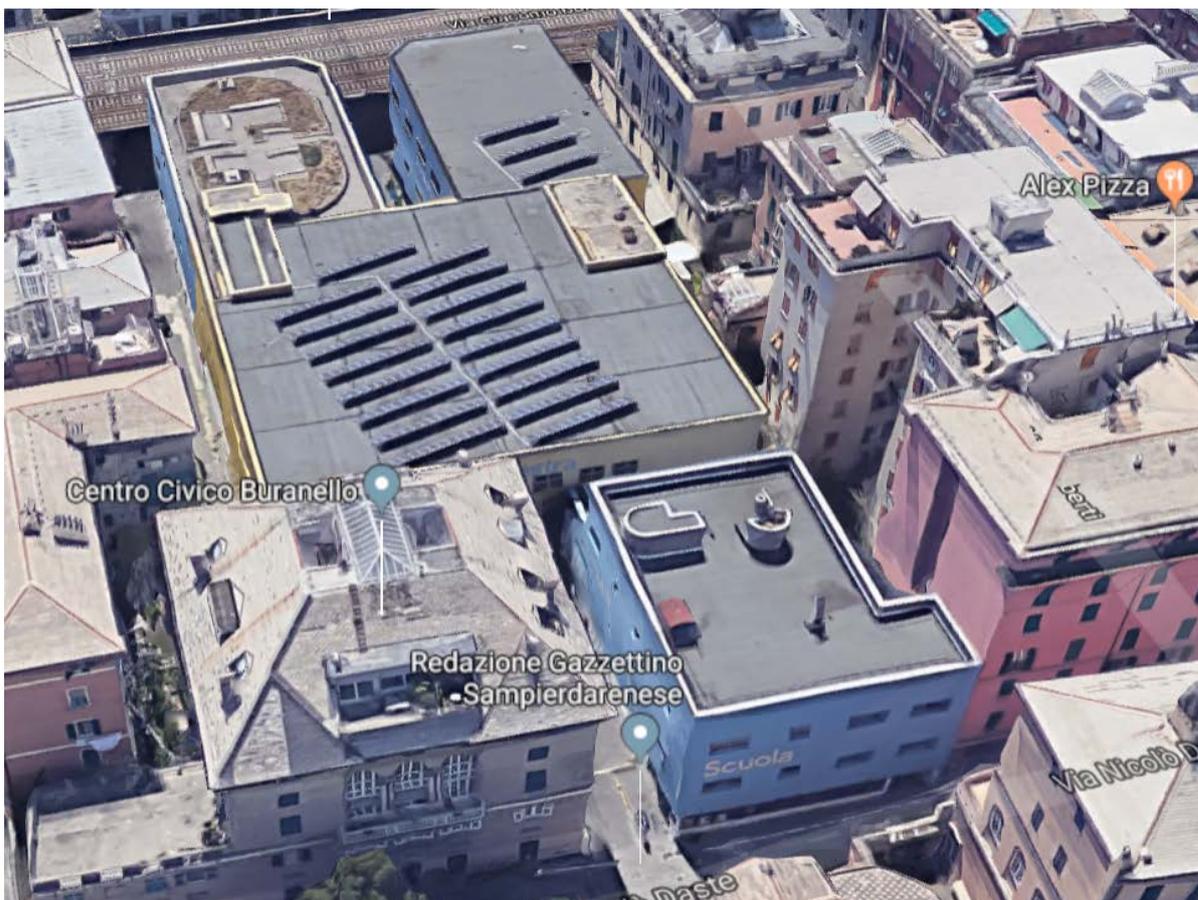
# SCUOLA MEDIA BARABINO - CENTRO CIVICO E BIBLIOTECA

E1406

VIA NICOLÒ D'ASTE 8A

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Aprile 2018

COMUNE DI GENOVA  
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA



INGEGNERIA QUALITÀ SERVIZI

# SCUOLA MEDIA BARABINO - CENTRO CIVICO E BIBLIOTECA

**E1406**

VIA NICOLÒ D'ASTE 8A

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3

Aprile 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)

IQS srl

Via Pertini, 39 • 20060 • Bussero

T [+39 02 953 34 022](tel:+390295334022) F [+39 02 953 30 543](tel:+390295330543) [info@iqssrl.eu](mailto:info@iqssrl.eu)

## REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

<b>Revisione</b>	<b>Data</b>	<b>Realizzazione</b>	<b>Revisione</b>	<b>Approvazione</b>	<b>Descrizione</b>
A	02/03/2018	Ing. Elena Mazzucco	Ing. Elisa Bezzone	Ing. Fabio Gianola	Prima Pubblicazione
B	23/04/2018	Ing. Elena Mazzucco	Ing. Elisa Bezzone	Ing. Fabio Gianola	Revisione richiesta dalla PA in data 10/04/2018
C	25/05/2018	Ing. Elena Mazzucco	Ing. Elisa Bezzone	Ing. Fabio Gianola	Revisione Figura 3.2
D	21/06/2018	Ing. Elena Mazzucco	Ing. Elisa Bezzone	Ing. Fabio Gianola	Revisione Figura 0.1 – 0.2 - 9.16 - 9.22

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

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

## INDICE

## PAGINA

<b>EXECUTIVE SUMMARY .....</b>	<b>I</b>
<b>1 INTRODUZIONE .....</b>	<b>1</b>
1.1 PREMessa .....	1
1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA .....	1
1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO.....	1
1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO.....	2
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO .....	3
1.6 STRUTTURA DEL REPORT .....	6
<b>2 DATI DELL'EDIFICIO.....</b>	<b>7</b>
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO .....	7
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D'USO .....	7
2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL'IMMOBILE INTERESSATE DAGLI 'INTERVENTI .....	8
2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO .....	9
<b>3 DATI CLIMATICI .....</b>	<b>11</b>
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	11
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	12
3.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO .....	12
<b>4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI .....</b>	<b>14</b>
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO .....	14
4.1.1 <i>Involucro opaco</i> .....	14
4.1.2 <i>Involucro trasparente</i> .....	15
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	16
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i> .....	17
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i> .....	20
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione</i> .....	20
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i> .....	22
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA .....	23
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RAFFRESCAMENTO/CLIMATIZZAZIONE ESTIVA .....	24
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA .....	24
4.6 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE .....	25
4.7 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE .....	26
4.8 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DI IMPIANTI DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA O COGENERAZIONE .....	27
<b>5 CONSUMI RILEVATI .....</b>	<b>29</b>
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	29
5.1.1 <i>Energia termica</i> .....	29
5.1.2 <i>Energia elettrica</i> .....	31
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI .....	40
<b>6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....</b>	<b>44</b>
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO .....	44
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i> .....	45
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i> .....	46
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	47
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	48
<b>7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO .....</b>	<b>50</b>
7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI .....	50
7.1.1 <i>Vettore termico</i> .....	50
7.1.2 <i>Vettore elettrico</i> .....	51
7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	58



7.3	COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	59
7.4	BASELINE DEI COSTI.....	60
<b>8</b>	<b>IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA .....</b>	<b>61</b>
8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI .....	61
8.1.1	<i>Involucro edilizio.....</i>	<i>61</i>
8.1.2	<i>Impianto riscaldamento.....</i>	<i>67</i>
8.1.3	<i>Impianto produzione acqua calda sanitaria .....</i>	<i>68</i>
8.1.4	<i>Impianto di ventilazione e climatizzazione estiva.....</i>	<i>68</i>
8.1.5	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico.....</i>	<i>69</i>
8.1.6	<i>Impianto di generazione da fonti rinnovabili.....</i>	<i>71</i>
<b>9</b>	<b>VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....</b>	<b>72</b>
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	72
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	75
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D’INTERVENTO E SCENARI D’INVESTIMENTO.....	83
9.3.1	<i>Scenario 1: SCN1.....</i>	<i>86</i>
9.3.2	<i>Scenario 2: SCN2.....</i>	<i>92</i>
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>98</b>
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA .....	98
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI .....	98
10.3	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	98
<b>ALLEGATO A</b>	<b>– ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA.....</b>	<b>A</b>
	FATTURE EE (POD: IT001E00097006).....	A
	FATTURE EE (POD: IT001E00097007).....	B
	FATTURE EE (POD: IT001E00097008).....	C
<b>ALLEGATO B</b>	<b>– ELABORATI .....</b>	<b>A</b>
<b>ALLEGATO C</b>	<b>– REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA .....</b>	<b>1</b>
<b>ALLEGATO D</b>	<b>– REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI .....</b>	<b>2</b>
<b>ALLEGATO E</b>	<b>– RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI .....</b>	<b>5</b>
<b>ALLEGATO F</b>	<b>– CERTIFICATO CTI SOFTWARE .....</b>	<b>6</b>
<b>ALLEGATO G</b>	<b>– ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA .....</b>	<b>7</b>
<b>ALLEGATO H</b>	<b>– BOZZA DI APE SCENARI.....</b>	<b>1</b>
<b>ALLEGATO I</b>	<b>– DATI CLIMATICI.....</b>	<b>1</b>
<b>ALLEGATO J</b>	<b>– SCHEDE DI AUDIT.....</b>	<b>1</b>
<b>ALLEGATO K</b>	<b>– SCHEDE ORE.....</b>	<b>1</b>
<b>ALLEGATO L</b>	<b>– PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI .....</b>	<b>1</b>
<b>ALLEGATO M</b>	<b>– REPORT DI BENCHMARK.....</b>	<b>1</b>
<b>ALLEGATO N</b>	<b>– CD-ROM .....</b>	<b>1</b>

## EXECUTIVE SUMMARY

Caratteristiche dell'edificio oggetto della DE

Tabella 0.1 - Tabella riepilogativa dei dati dell'edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		1983
Anno di ristrutturazione		-
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.4.2- attività ricreative, associative o di culto, e assimilabili, quali mostre, musei, biblioteche e luoghi di culto
Superficie utile riscaldata	[m <sup>2</sup> ]	6.131,75
Superficie disperdente (S)	[m <sup>2</sup> ]	11.528,63
Volume lordo riscaldato (V)	[m <sup>3</sup> ]	30.545,76
Rapporto S/V	[1/m]	0,37
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	7.866
Superficie lorda aree esterne	[m <sup>2</sup> ]	2.159
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m <sup>2</sup> ]	10.045
Tipologia generatore riscaldamento		Sottocentrale di teleriscaldamento
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	900
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile	-	Acqua surriscaldata
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)	-	Boiler Elettrico ad accumulo Sottocentrale di teleriscaldamento
Emissioni CO2 di riferimento <sup>(1)</sup>	[t/anno]	168,39
Consumo di riferimento Teleriscaldamento <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>th</sub> /anno]	401.482
Spesa annuale Teleriscaldamento <sup>(1)</sup>	[€/anno]	30.868
Consumo di riferimento energia elettrica <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>el</sub> /anno]	121.799
Spesa annuale energia elettrica <sup>(1)</sup>	[€/anno]	24.700

Nota (1): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: Relamping
- EEM 2: Isolamento copertura
- EEM 3: Isolamento a cappotto pareti piano terra e solaio calpestio su esterno
- EEM 4: Installazione valvole termostatiche
- EEM 5: sostituzione dei serramenti ed installazione valvole termostatiche
- SCN 1: EEM1 + EEM4
- SCN 2: EEM1 + EEM2 + EEM5

## E1406 – Scuola media Barabino – centro civico e biblioteca

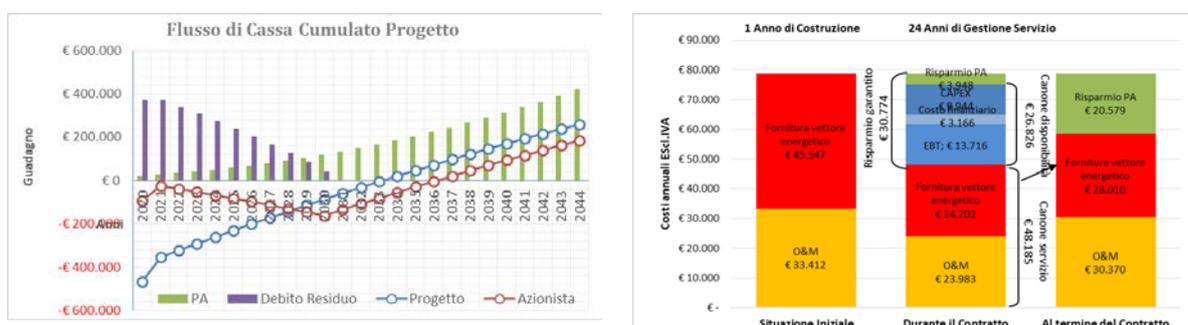
Tabella 0.2 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria delle misure di efficienza energetica proposte e degli scenari ottimali, caso con incentivi

CON INCENTIVI														
	% $\Delta_E$	% $\Delta_{CO_2}$	$\Delta C_E$	$\Delta C_{MO}$	$\Delta C_{MS}$	$I_0$	TRS	TRA	ANNI	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/a]	[€/a]	[€/a]	[€]	[anni]	[anni]	[-]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	21%	15%	11.450	0	0	50.121	4,47	5,00	8	15.729	12%	0,31	-	-
EEM 2	26%	31%	14.192	0	0	168.897	6,64	8,70	30	144.357	12%	0,85	-	-
EEM 3	10%	12%	2.545	0	0	295.389	26,58	>30	30	<0	1%	-0,23	-	-
EEM 4	3%	4%	1.836	0	0	5.832	3,31	3,64	15	12.240	28,56%	2,10	-	-
EEM 5	8%	10%	4.391	0	0	231.809	25,98	>30	30	<0	1%	-0,22	-	-
SCN 1	24%	19%	13.075	0	0	55.953	7,4	8,85	15	3.368	15%	0,06	0,97	1,57
SCN 2	54%	56%	30.235	0	0	450.828	3,62	4,42	25	73.195	22%	0,16	1,13	1,96

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi finanziaria



Figura 0.2 – Scenario 2: analisi finanziaria



Lo scenario SCN1 coinvolge l'isolamento dell'involucro edilizio e l'efficientamento dell'impianto elettrico (illuminazione), mentre lo scenario SCN2 aggiunge la sostituzione dei serramenti e l'installazione delle valvole termostatiche al fine di migliorare il rendimento di regolazione.

Trattandosi di un edificio allacciato alla rete di teleriscaldamento non è adeguato ipotizzare interventi impiantistici quali l'installazione di una caldaia o di una pompa di calore, sia perché questo comporterebbe a livello tecnico un passo indietro rispetto alla situazione attuale già riqualificata, sia perché dal punto di vista economico si andrebbe a vanificare l'investimento sostenuto per l'allaccio.

Partendo da questi presupposti, è stato possibile individuare solo uno scenario che consenta il doppio salto di classe. Dal punto di vista degli indici finanziari, DSCR mostra valori accettabili (superiori all'unità) in ambo i casi, mentre non si riscontrano valori adeguati di LLCR.

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 PREMESSA

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

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

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

### 1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

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

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

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

Scopo della DE è quindi 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 IQS S.r.l., il cui responsabile per il processo di audit è l'ing. Fabio Gianola soggetto certificato Esperto in Gestione dell'Energia (EGE) ai sensi della norma UNI CEI 11339.

Figura 1.1 - Vista satellitare



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

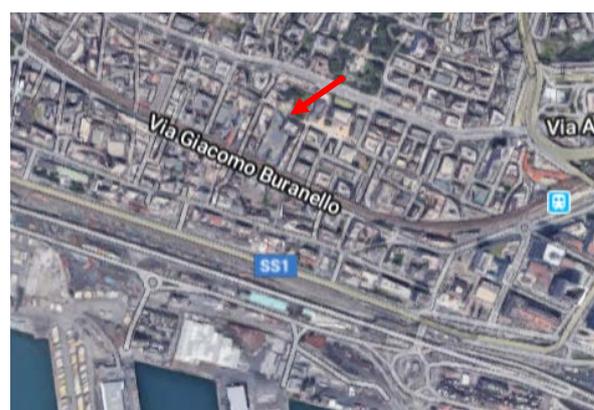
Tabella 1.1 – Soggetti coinvolti nella realizzazione del processo di Audit

NOME E COGNOME	RUOLO	ATTIVITÀ SVOLTA
Ing. Elena Mazzucco Ing. Vittoria Citterio		Sopralluogo in sito
Ing. Elena Mazzucco		Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Ing. Elena Mazzucco		Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Geom. Silvano Roberto		Tecnico Termografico secondo livello: rilievo termografico ed elaborazione report termografico
Ing. Elena Mazzucco		Redazione report di diagnosi energetica
Ing. Elena Mazzucco	Responsabile involucro	Revisione report di diagnosi energetica
Ing. Elisa Bezzone	Responsabile impianti	Revisione report di diagnosi energetica
Ing. Fabio Gianola	EGE	Approvazione report di diagnosi energetica

## 1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

L'immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCEU, sezione SAM, foglio 41, Mappali 405, 66 e 75 rispettivamente ai subalterni 1, 1 e 2 ed 1 è sito nel Comune di Genova e più precisamente nel quartiere Sampierdarena.

Figura 1.2 – Ubicazione dell'edificio



L'edificio è di proprietà del Comune di Genova ed è attualmente ospita:

- Un centro civico con spazio per associazioni esterne, una palestra ed un auditorium
- Una biblioteca
- Una scuola media.

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

Tabella 1.2 - Tabella riepilogativa dei dati dell'edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		1983
Anno di ristrutturazione		-
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.4.2- attività ricreative, associative o di culto, e assimilabili, quali mostre, musei, biblioteche e luoghi di culto
Superficie utile riscaldata	[m <sup>2</sup> ]	6.131,75
Superficie disperdente (S)	[m <sup>2</sup> ]	11.528,63
Volume lordo riscaldato (V)	[m <sup>3</sup> ]	30.545,76
Rapporto S/V	[1/m]	0,37
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	7.866
Superficie lorda aree esterne	[m <sup>2</sup> ]	2.159
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m <sup>2</sup> ]	10.024

Tipologia generatore riscaldamento		Sottocentrale di teleriscaldamento
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	900
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile	-	Acqua surriscaldata
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)	-	Boiler Elettrico ad accumulo Sottocentrale di teleriscaldamento
Emissioni CO2 di riferimento <sup>(1)</sup>	[t/anno]	168,39
Consumo di riferimento Teleriscaldamento <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>th</sub> /anno]	371.717
Spesa annuale Teleriscaldamento <sup>(1)</sup>	[€/anno]	29.737
Consumo di riferimento energia elettrica <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>el</sub> /anno]	121.799
Spesa annuale energia elettrica <sup>(1)</sup>	[€/anno]	24.829

Nota (1): Valori di Baseline

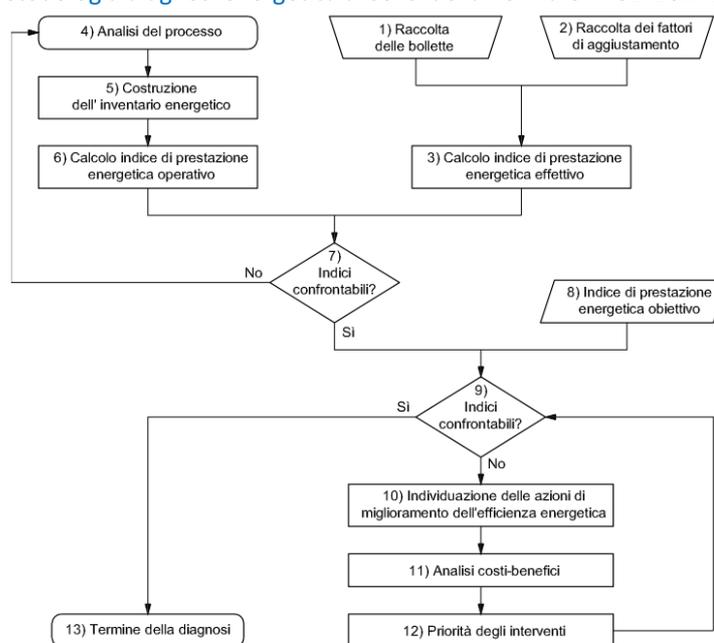
## 1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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

- a) Acquisizione della documentazione utile, fornita dalla PA, come riportato all' Allegato B – Elaborati;
- b) Analisi del quadro normativo di riferimento, incluso la verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici e paesaggistici interferenti sull'immobile interessato dall'intervento;
- c) Visita agli edifici, effettuata in data 24/11/2018 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, Assistal, 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 Termolog Epix8 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) Numero certificato 65 ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i. e riportato all'Allegato F – Certificato CTI Software;
- g) Analisi dei profili annuali di consumi e costi dei servizi energetici reali dell'edificio, comprensivi della fornitura dei vettori energetici sia elettrici che di gas e degli oneri di O&M, relativamente alle annualità 2014-2015-2016;
- h) Analisi dei dati climatici reali del sito ove è ubicato l'edificio con conseguente calcolo dei Gradi Giorno reali (GG<sub>real</sub>), utilizzando le temperature esterne rilevate dalla stazione meteo dell'Università di Genova e riportati all'Allegato I – Dati climatici;
- i) Individuazione della "baseline termica" di riferimento (e relative emissioni di CO<sub>2</sub>) tramite opportuna ripartizione del consumo di combustibile tra le varie utenze a servizio dell'edificio e destagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi GG reali (GG<sub>real</sub>), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento (GG<sub>rif</sub>);
- j) Individuazione della "baseline elettrica" di riferimento (e relative emissioni di CO<sub>2</sub>) calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per tre le annualità 2014, 2015, 2016;
- k) Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche, al fine di ottenere uno scostamento inferiore al 5%;
- l) Analisi delle possibili EEM necessarie per la riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto analizzando gli aspetti tecnici, energetici, ed ambientali.

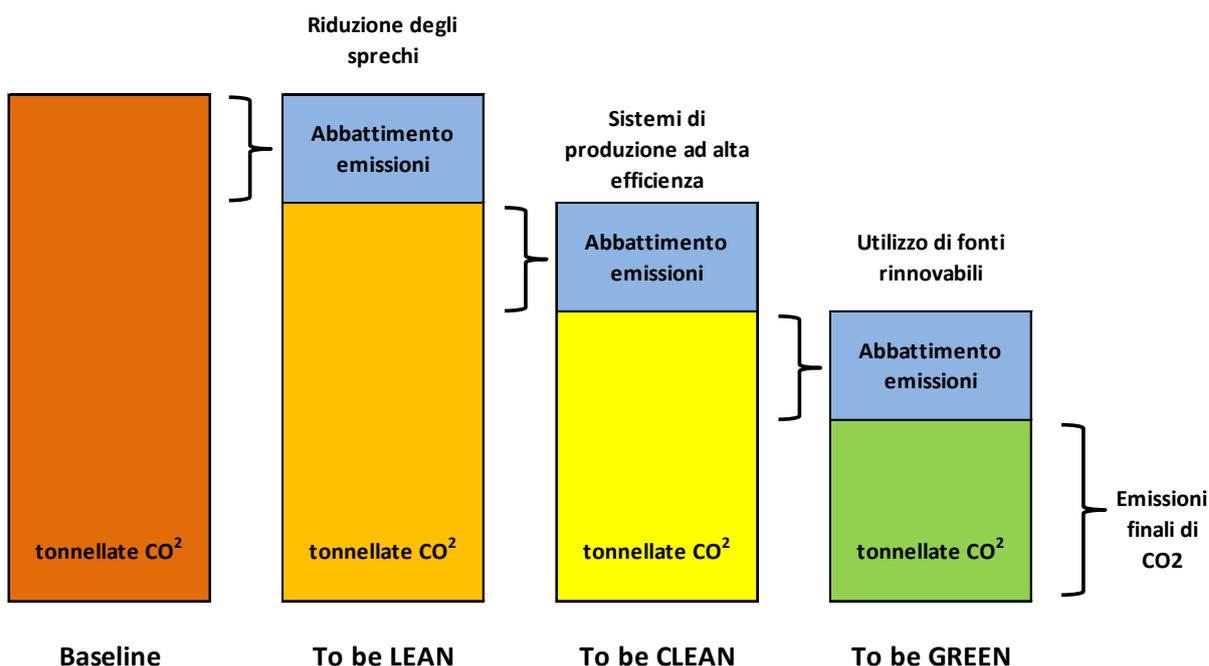
- m) Simulazione del comportamento energetico dell'edificio a seguito dell'attuazione delle varie EEM proposte singolarmente, ed individuazione della nuova classe energetica raggiungibile;
- n) Definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell'edificio superiore a due classi energetiche e tempi di ritorno inferiori uguale rispettivamente a 25 e a 15 anni.
- o) Analisi costi-benefici e di redditività finanziaria derivanti dalla realizzazione delle EEM previste singolarmente, con riferimento ai principali indicatori finanziari ed ai possibili sistemi di incentivazione;
- p) Valutazione economico-finanziaria dei due scenari ottimali previsti, a partire dal "baseline di costi" e con riferimento ai principali indicatori finanziari e di sostenibilità finanziari ed ai possibili sistemi di incentivazione;
- q) Identificazione dell'eventuale canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale attraverso un Energy Performance Contract, con lo scopo di analizzare il possibile interesse nella realizzazione degli interventi studiati, tramite l'intervento di una ESCo;
- r) Realizzazione di una relazione tecnica descrittiva di dettaglio dell'analisi effettuata (Rapporto di DE);
- s) Realizzazione di un report dei Benchmark.

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



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

Figura 1.4 - Principio della Gerarchia Energetica



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

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

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

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

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

- TRS (Tempo di rientro semplice);
- TRA (Tempo di rientro attualizzato);
- VAN (Valore attuale netto);

- TIR (Tasso interno di rendimento);
- IP (indice di profitto).

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

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

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

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

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

## 1.6 STRUTTURA DEL REPORT

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

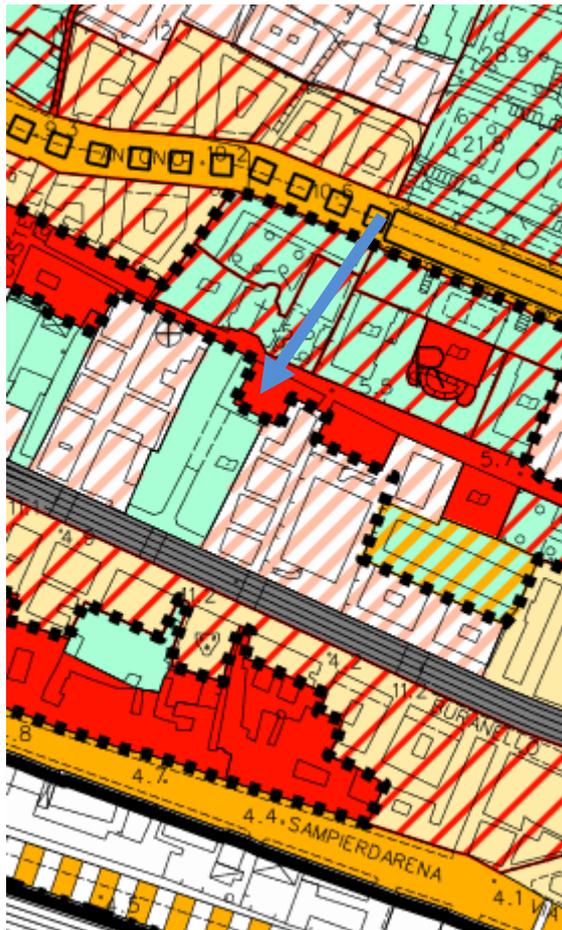
- Una prima parte nella quale sono descritti lo scopo ed i confini della DE e le metodologie di analisi adottate;
- Una seconda parte in cui sono riportate le informazioni dell'edificio rilevate in sede di sopralluogo e le valutazioni effettuate al fine di identificare le caratteristiche tecniche dei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

## 2 DATI DELL'EDIFICIO

### 2.1 INFORMAZIONI SUL SITO

Lo strumento urbanistico vigente, il [P.U.C approvato con DD n° 2015/118.0.0./18 con entrata in vigore il 3/12/2015], classifica l'edificio oggetto della DE in zona FF, zona destinata a "servizi di quartiere di livello urbano o territoriale destinati a istruzione, interesse comune, verde, gioco e sport e attrezzature pubbliche di interesse generale".

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



#### LEGENDA

Tessuto Storico	Produzione	Servizi	Area di rispetto e salvaguardia
AS	DU	FUa	W
AC	DUa	FUe	We
AV	RH	FB	64
AE	RHa	H	Confine settore di Dist agg e Dist Log contigui
BA	RC	Hh	72
BB-CE	RCe	Hd	Confine di settore di AmbU o AmbA, o confine di sub settore di Dist agg e Dist Log
BB-RQ	EE	Hr	Area con progetti già approvati
BBu	EM	XV	M.S.V. G.S.V.
BBp	EB	XVm	15+A1102
BC	EP	XA	Area disciplinate dal P.T.C. I.P. A.C.L. con speciali
BCpc	FF	XF	12
BE	FFa	XT	Zone soggette a norme speciali
DD	FFc	XTm	R
DT	FP	XTt	Recupero
DTc	FPa	XTf	CE
DM	FPf	XVp	MA
DMf	FU	T	CO
		Td	MO
		Tdb	Centro abitato
		Tf	Circoscrizione
			Comune
			Tda

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

L'edificio ove oggetto di DE è dichiarato dall'Amministrazione comunale risalente al 1983 ed il sopralluogo ha confermato tale datazione. Non risultano interventi di ristrutturazione o di efficientamento energetico fatta eccezione l'installazione dell'impianto di teleriscaldamento a sostituzione dell'impianto originale a gasolio.

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

L'edificio ospita una scuola media, un centro civico ed una biblioteca quindi oltre che dagli studenti (154), professori (22) ed operatori vari (2 bidelli più 15 persone tra centro civico e biblioteca) è frequentato giornalmente da pubblico in numero più o meno variabile.

Si può pertanto affermare che la riqualificazione energetica dell'edificio potrebbe portare ad una maggiore valorizzazione socio-economica dell'edificio stesso e rappresentare un importante momento formativo sulle tematiche di efficienza energetica e protezione ambientale.

L'edificio ospitante oggetto della DE è costituito da tre corpi complessivamente da tre piani fuori terra, due dei quali tra loro collegati ed uno non collegato. Il corpo scollegato ospita la scuola media; gli altri due corpi il centro civico e la biblioteca. Essendo gli spazi di questi due corpi tra loro interconnessi si tratteranno come unico; gli spazi sono così suddivisi:

- Piano terra, locali tecnici, uffici centro civico, sale espositive e locali associazioni;
- Piano primo, biblioteca e palestra;
- Piano secondo, auditorium, spogliatoi.

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>(1)</sup>	SUPERFICIE UTILE RISCALDATA <sup>(2)</sup>	SUPERFICIE UTILE RAFFRESCATA <sup>(2)</sup>
Terra	Atrii, uffici, locali tecnici, sale associazioni e sale espositive - Ingresso scuola, infermeria, bidelleria	[m <sup>2</sup> ]	1898,88	1365,9	1365,9
Primo	Palestra e biblioteca - Aule	[m <sup>2</sup> ]	2886,77	3552,3	3552,3
Secondo	Auditorium, spogliatoi - Aule	[m <sup>2</sup> ]	2886,77	1213,8	1213,8
Interrato	locali tecnici	[m <sup>2</sup> ]	193,10		
<b>TOTALE</b>		[m <sup>2</sup> ]	<b>7.865,52</b>	<b>6.132,00</b>	<b>6.132,00</b>

Nota (1): Superficie lorda comprensiva delle zone interne climatizzate e non climatizzate, valutate a partire dalle planimetrie progettuali, opportunamente verificate in fase di sopralluogo

Nota (2): Superficie utile valutata ai fini della creazione del modello energetico

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

Dal punto di vista storico, Sampierdarena è diventato un quartiere di Genova nel 1962. Precedentemente era un'importante cittadina industriale di cui ha mantenuto le caratteristiche architettoniche ed attualmente è una delle aree più popolate della città.

Come mostra la figura 2.3 che riporta un estratto dal portale della Regione Liguria (<http://geoportale.regione.liguria.it/geoviewer/pages/apps/vincoli/mappa.html>) l'edificio oggetto di DE non è soggetto a nessun vincolo per cui l'analisi delle interferenze di seguito riportata è sviluppata per omogeneità con le altre diagnosi.

Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli



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

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA <sup>(1)</sup>	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM 1: Relamping			
EEM 2: Installazione valvole termostatiche			
EEM 3: Isolamento copertura			
EEM 4: Isolamento a cappotto pareti piano terra			
EEM 5: Isolamento solaio di calpestio su esterno			

Nota (1): 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 e del centro civico e della biblioteca.

Gli orari di effettivo utilizzo dell'edificio sono stati ricavati tramite intervista agli operatori in sito mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti tramite intervista al tecnico comunale durante il secondo sopralluogo accompagnato.

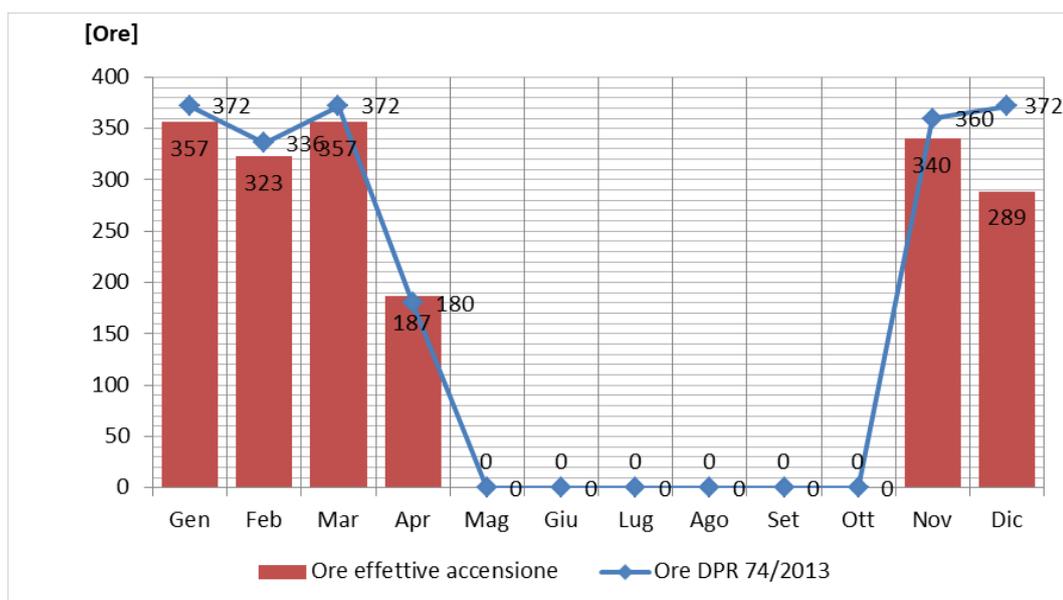
Nella Tabella 2.3 sono pertanto riportati gli orari di funzionamento dell'edificio e gli orari di funzionamento degli impianti termici.

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

PERIODO	GIORNI SETTIMENALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
BIBLIOTECA – CENTRO CIVICO			
1 Gennaio – 31 Dicembre	dal lunedì al venerdì	7:30 – 23:00	6:00 – 23:00 <sup>(1)</sup>
SCUOLA			
1 Settembre – 31 Giugno	dal lunedì al venerdì	7:30 – 15:00	6:00 – 18:00

Nota (1): Dato fornito dalla committenza e confermato in sede di sopralluogo

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



Dall’analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti per quanto riguarda la scuola e la biblioteca non sono strettamente correlati agli orari di espletamento delle lezioni o di apertura al pubblico dei locali:

- nel caso della scuola l’orario delle lezioni termina nel primo pomeriggio per cui anche in presenza di docenti per attività amministrative nel pomeriggio si potrebbe optare per uno spegnimento del riscaldamento nei locali non effettivamente utilizzati;
- la biblioteca è servita dallo stesso impianto del centro civico per cui essendo esso utilizzato fino alle 23 anch’essa è riscaldata fino a quell’orario nonostante il suo effettivo utilizzo termini nel tardo pomeriggio.

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

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 929 GG calcolati su 109 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 0.

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	201.60	21	21		22%
Febbraio	28	10,5	28	180.50	19	19		19%
Marzo	31	11,1	31	186.90	21	21		20%
Aprile	30	15,3	15	55.74	20	11		6%
Maggio	31	18,7	-	-	21	0		-
Giugno	30	22,4	-	-	20	0		-
Luglio	31	24,6	-	-	20	0		-
Agosto	31	23,6	-	-	-	0		-
Settembre	30	22,2	-	-	20	0		-
Ottobre	31	18,2	-	-	21	0		-
Novembre	30	13,3	30	134.00	20	20		14%
Dicembre	31	10,0	31	170.00	17	17		18%
<b>TOTALE</b>	<b>365</b>	<b>16,7</b>	<b>166</b>	<b>1421</b>	<b>220</b>	<b>109</b>		<b>100%</b>

### 3.2 DATI CLIMATICI REALI

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

I dati climatici utilizzati sono stati rilevati dalla centralina meteo climatica Stazione Meteo GENOVA-CENTRO FUNZIONALE –FOCE (GECF). Si è deciso di utilizzare come riferimento tale centraline in quanto è la stazione climatica con i dati disponibili per le tre annualità (2014-2015-2016) più vicina all'edificio oggetto di DE.

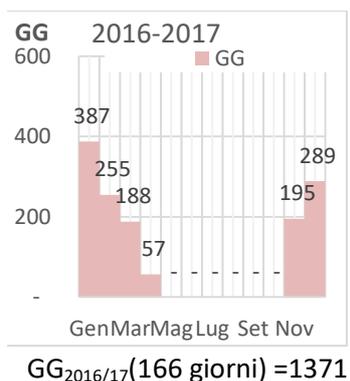
Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all'edificio oggetto di DE



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

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

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

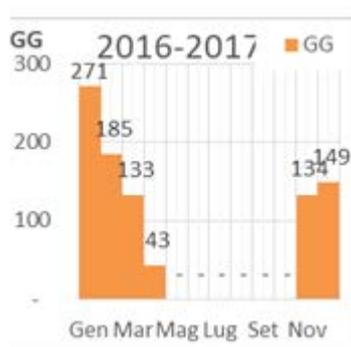


Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG reali sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 914 GG calcolati su 109 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento.

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

I GG così calcolati definiscono i  $GG_{real}$  ai fini del processo di normalizzazione di cui al capitolo 0.

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



$GG_{2015}(109 \text{ giorni}) = 914$

## 4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI

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

#### 4.1.1 Involucro opaco

L'involucro edilizio opaco che costituisce l'edificio è sostanzialmente composto da due tipologie predominanti:

- Al piano terra strutture di diverso spessore in laterizio o laterocemento con o senza camera d'aria e senza isolamento
- Al piano primo e secondo una struttura in laterizio con camera d'aria con un leggero isolamento esterno ricoperto da una struttura in alluminio.

La copertura in laterocemento è piana e si suppone leggermente isolata concordemente all'epoca di costruzione ed alle altre strutture.

I solai su esterno evidenziano un leggero strato di lana di roccia in scarse condizioni e lo stesso rivestimento metalli delle pareti del piano primo e secondo.

Le specifiche degli strumenti di misura sono riportate all'Allegato D - Report relativi ad altre prove diagnostiche strumentali



Figura 4.3 - Particolare isolamento parete e solaio su esterno

Figura 4.1 - Particolare della porzione di involucro piano primo e secondo



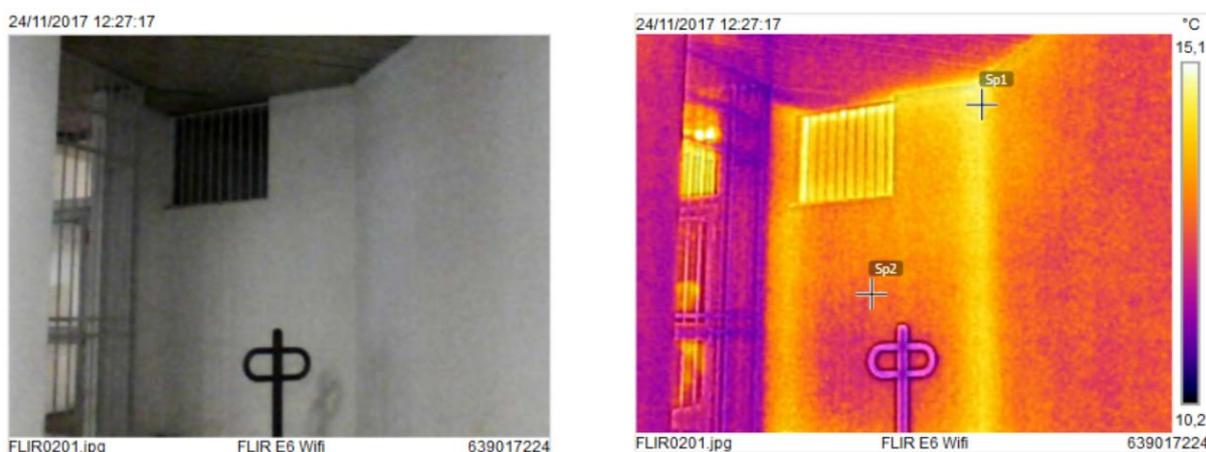
Figura 4.2 - Particolare della porzione di involucro piano terra.



Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro opaco si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione di un rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di termo camera Flir E8. Vista la tipologia di rivestimento la termografia è stata realizzata in parte in interno ed in parte in esterno.

La realizzazione delle suddette indagini ha evidenziato una struttura caratterizzata da strutture verticali poco disperdenti e serramenti non altrettanto efficienti con impianti di distribuzione del calore disperdenti verso l'interno.

Figura 4.4 – Rilievo termografico della parete piano terra.



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

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

Tabella 4.1 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro opaco

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	SPESSORE [cm]	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Copertura	COP1	34	Assente	1,56	Buono
Parete verticale	M1	70	Presente	0,48	Buono
Parete verticale	M2	40	Assente	0,83	Buono
Parete verticale	M3	110	Assente	0,61	Sufficiente
Parete verticale	M4	120	Assente	0,645	Sufficiente
Solaio su esterno	SOL1	45	Presente	0,88	Sufficiente
Solaio interpiano	SOL2	38	Assente	1,102	Sufficiente

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

#### 4.1.2 Involucro trasparente

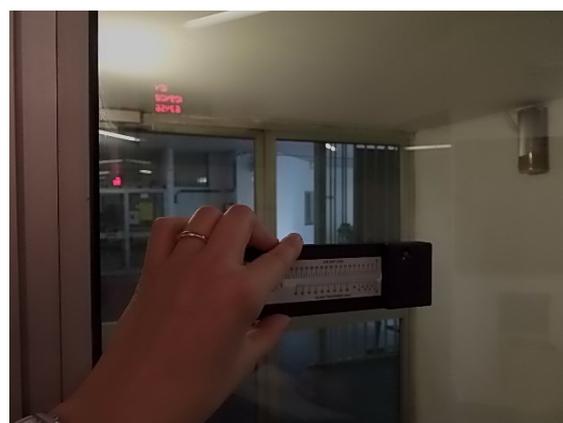
L'involucro trasparente che costituisce l'edificio è composto da serramenti con telaio in alluminio e vetri doppi.

Lo stato di conservazione degli stessi è buono.

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 termografico
- Indagine con spessivetro

Figura 4.5 - Particolare dei serramenti



La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Serramenti con vetro doppio da 4-5-4 mm
- Scarsa tenuta termica dei serramenti.

Figura 4.6 – Rilievo termografico dei serramenti



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

Tabella 4.2 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro trasparente

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	DIMENSIONI [HXL] [cm]	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Serramento verticale	F1	1,5 x 1,5	Alluminio	Vetro doppio	4,1	sufficiente
Lucernario	F2	1,66 x 4,44	Alluminio	Plexiglass	5,16	Buono
Serramento verticale	F3	3,0 x 1,5	Alluminio	Vetro doppio	4,2	sufficiente
Serramento verticale	F4	1,0 x 1,0	Alluminio	Vetro doppio	4,4	sufficiente
Serramento verticale	F5	1,0 x 1,5	Alluminio	Vetro doppio	4,23	sufficiente
Serramento verticale	F6	1,0 x 2,0	Alluminio	Vetro doppio	4,27	sufficiente
Serramento verticale	F7	2,0 x 2,2	Alluminio	Vetro doppio	4,1	sufficiente
Serramento verticale	F8	2,2 x 2,2	Alluminio	Vetro doppio	3,87	sufficiente
Serramento verticale	F9	1,5 x 1,5	Alluminio	Vetro doppio	4,1	sufficiente
Serramento verticale	F10	1,07 x 2,6	Alluminio	Vetro doppio	4,17	sufficiente
Serramento verticale	F11	5,7 x 1,1	Alluminio	Vetro doppio	4,14	sufficiente
Serramento verticale	F12	1,84 x 2,0	Alluminio	Vetro doppio	4,31	sufficiente
Serramento verticale	F13	4,4 x 2,2	Alluminio	Vetro singolo	4,06	Buono
Serramento verticale	F14	0,54 x 2,0	Alluminio	Vetro singolo	5,63	Buono
Serramento verticale	F15	1,1 x 2,5	Alluminio	Vetro singolo	5,65	Buono
Serramento verticale	F16	1,84 x 0,9	Alluminio	Vetro doppio	5,66	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 un impianto misto aria/acqua alimentato da una sotto centrale di teleriscaldamento con due scambiatori.

#### 4.2.1 Sottosistema di emissione

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

- bocchette ad aria installate a soffitto collegate ad unità trattamento aria;
- termosifoni.

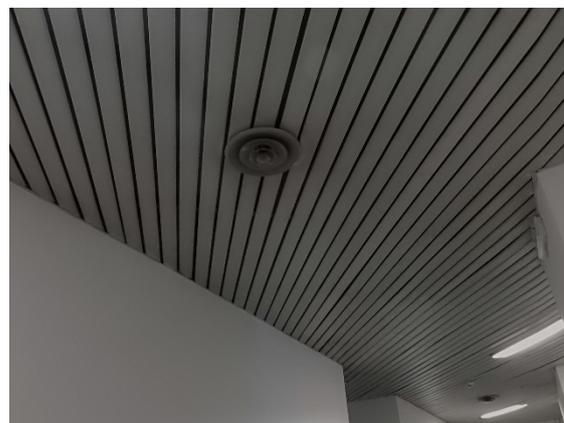
Figura 4.7 – Particolare sistema emissione palestra – bocchetta su canale



Figura 4.8 – Particolare termosifoni



Figura 4.9 - Particolare bocchette a soffitto



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
Z1	Bocchette in sistemi ad aria calda	92 %
Z2	Bocchette in sistemi ad aria calda	92 %
Z3	Bocchette in sistemi ad aria calda	92 %
Z4	Termosifoni	95 %
Z5	Termosifoni	95 %
Z6	Termosifoni	95 %
Z7	Bocchette in sistemi ad aria calda	92 %
Z8	Termosifoni	95 %
Z9	Termosifoni	95 %
Z10	Bocchette in sistemi ad aria calda	92 %
Z11	Termosifoni	95 %
Z12	Bocchette in sistemi ad aria calda	92 %
Z13	Termosifoni	95 %
Z14	Bocchette in sistemi ad aria calda	92 %

Z15	Bocchette in sistemi ad aria calda	92 %
Z16	Bocchette in sistemi ad aria calda	92 %
Z17	Termosifoni	95 %
Z18	Termosifoni	95 %

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

Tabella 4.4 - Riepilogo caratteristiche dei terminali di emissione installati

PIANO	TIPO DI INSTALLAZIONE	NUMERO	POTENZA TERMICA UNITARIA <sup>(1)</sup>	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA <sup>(1)</sup>	POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA	POTENZA FRIGORIFERA COMPLESSIVA
			[kW]	[kW]	[kW]	[kW]
Terra	Bocchette	14	-	-	-	-
Terra	Split	2	-	-	-	-
Terra	Radiatore	1	2,16	2,16		
Terra	Radiatore	1	0,95	0,95		
Terra	Radiatore	2	1,22	2,44		
Terra	Radiatore	11	0,81	8,91		
Terra	Radiatore	1	2,43	2,43		
Terra	Radiatore	8	1,35	10,8		
Terra	Radiatore	6	0,27	1,62		
Terra	Radiatore	1	1,62	1,62		
Terra	Radiatore	2	1,19	2,38		
Terra	Radiatore	1	3,38	3,38		
Primo	Bocchette	25	-	-	-	-
Primo	Radiatore	9	0,68	6,12		
Primo	Radiatore	1	3,84	3,48		
Primo	Radiatore	3	1,62	3,66		
Primo	Radiatore	1	2,7	2,7		
Primo	Radiatore	10	1,22	12,2		
Primo	Radiatore	1	2,16	2,16		
Primo	Radiatore	2	1,49	2,98		
Primo	Radiatore	2	0,66	1,32		
Primo	Radiatore	2	0,54	1,08		
Primo	Radiatore	1	0,27	0,27		
Primo	Radiatore	3	0,95	2,85		
Primo	Radiatore	1	2,43	2,43		
Primo	Radiatore	2	1,08	2,16		
Primo	Radiatore	2	0,81	1,62		
Primo	Radiatore	2	0,41	0,82		
Primo	Radiatore	2	1,35	1,7		
Secondo	Bocchette	20	-	-	-	-
Secondo	Radiatore	3	1,35	4,05		
Secondo	Radiatore	2	1,89	3,78		
Secondo	Radiatore	2	2,70	5,40		
Secondo	Radiatore	1	1,08	1,08		
Secondo	Radiatore	2	1,62	3,24		
Secondo	Radiatore	5	0,68	3,4		
Secondo	Radiatore	2	1,76	3,52		
Secondo	Radiatore	1	4,23	4,23		
Secondo	Radiatore	2	0,54	1,08		
Secondo	Radiatore	1	2,97	2,97		
Secondo	Radiatore	2	0,95	1,9		
Secondo	Radiatore	1	1,76	1,76		
Secondo	Radiatore	1	2,97	2,97		

<b>TOTALE</b>	62,09	123,62
---------------	-------	--------

Nota (1): La potenza è stata verificata secondo la UNI 10200 che definisce un codice forma-materiale.

In sede di sopralluogo si sono verificati i dati delle check list fornite dalla PA e sono state prese le misure ulteriori richieste dalla UNI 10200 per il calcolo della potenza.

Le bocchette di aerazione sono collegate a 5 UTA dislocate in vari punti della struttura.



1



2

Figura 4.10 – Immagini UTA:

- 1 – UTA al servizio della palestra
- 2 – UTA al servizio dell'auditorium
- 3 – UTA al servizio delle sale espositive del piano terra
- 4 – UTA la servizio degli spogliatoi
- 5 – UTA la servizio della palestrina al piano secondo



3



4



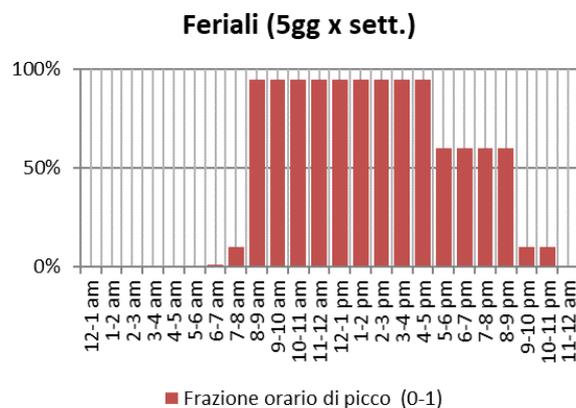
5

#### 4.2.2 Sottosistema di regolazione

La regolazione del funzionamento dell'impianto avviene per zona dalla centrale termica; tutte le zone hanno una temperatura impostata in funzionamento di 20°C e nessuna impostazione in set back.

Non sono presenti termostati ambiente.

Figura 4.11 - Profilo di funzionamento invernale dell'impianto



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
Intero edificio	Zona - Climatica	97 %

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) Pompa gemellare con funzionamento alternato di mandata ai radiatori della scuola
- 2) Pompa gemellare con funzionamento alternato di mandata ai radiatori del centro civico e della biblioteca
- 3) Pompa gemellare con funzionamento alternato di mandata alle UTA e quindi al sistema di riscaldamento ad aria
- 4) Pompa di mandata allo scambiatore per l'ACS

Le caratteristiche dei circolatori sono riportate nella Tabella 4.6.

Tabella 4.6 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito primario

NOME		SERVIZIO	PORTATA <sup>(1)</sup> [m <sup>3</sup> /h]	PREVALENZA <sup>(2)</sup> [kPa]	POTENZA ASSORBITA <sup>(3)</sup> [kW]
Scuola	P1	mandata radiatori			(2 x) 0,25
Biblioteca e Centro civico	P2	mandata radiatori			(2 x) 0,36
Biblioteca e Centro civico	P3	mandata bocchette			(2 x) 2
<b>TOTALE</b>					<b>2,61</b>

Nota (1): Dato non disponibile da sopralluogo (libretto e visita centrale termica) e da scheda tecnica

Nota (2): Dato non disponibile da sopralluogo (libretto e visita centrale termica) e da scheda tecnica

Nota (3): Valori ricavati da dati di targa

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

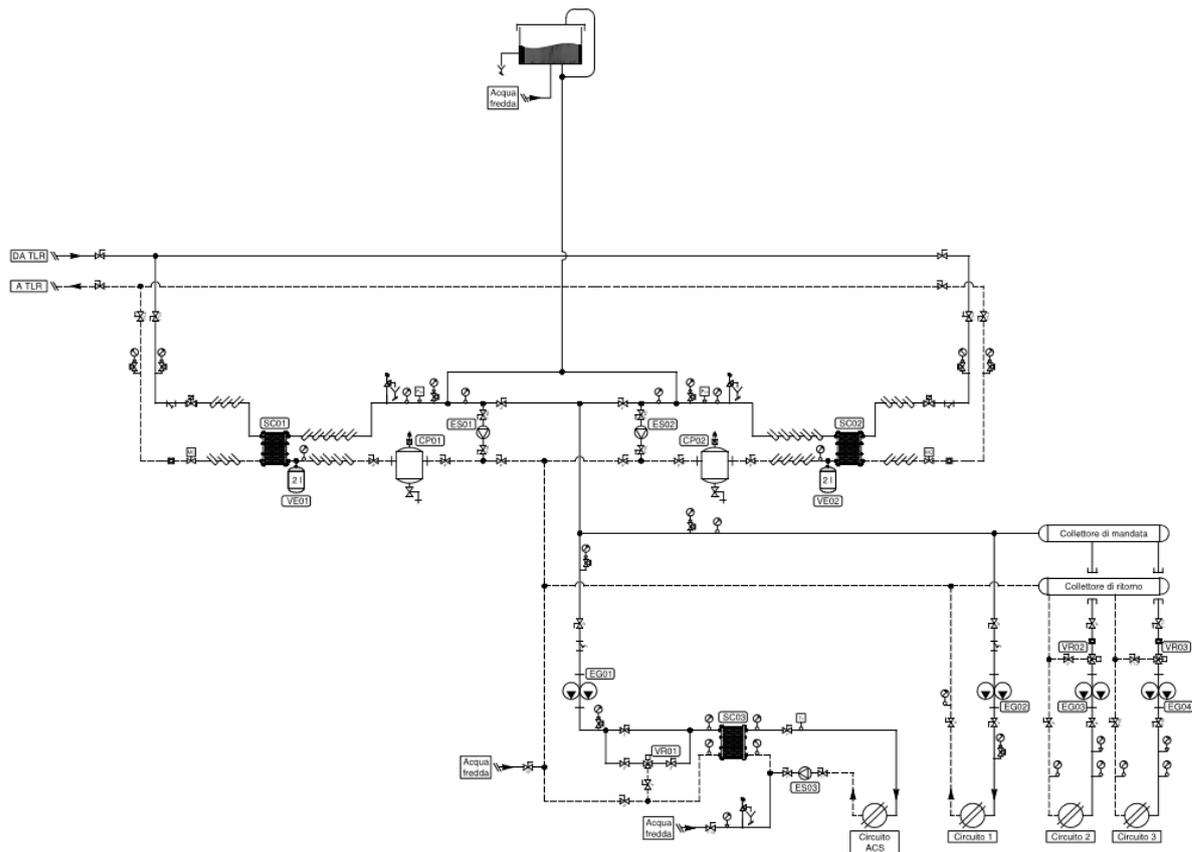
Tabella 4.7 – Temperature di mandata e ritorno del circuito primario

CIRCUITO			TEMPERATURA RILEVATA <sup>(1)</sup> °C	TEMPERATURA CALCOLO <sup>(2)</sup> °C
GEN	Mandata	Caldo	-	66
	Ritorno	Caldo	-	62

Nota (1): Le temperature di mandata e ritorno del circuito primario rilevate in sede di sopralluogo non sono state acquisite e riportate in quanto nella data di esecuzione dello stesso, per via della temperatura esterna elevata, l'impianto non è mai andato a regime nel lasso del tempo di visita al fabbricato. Si tratta pertanto di valori non rappresentativi e non necessari al fine della modellizzazione del sistema edificio-impianto. Nota (8): Valori rilevati il giorno 16/03/2016 alle ore 12.00, in orario di apertura del museo, con una temperatura esterna di circa 9°C

Nota (2): Valori utilizzati nel modello di calcolo

Figura 4.12 - Particolare dello schema di impianto [(Fonte: Tavola 187-S01-001.dwg)]



Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione è stato assunto nella DE pari al 93,1 % (riferimento normativo 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

La centrale termica ospita una sottostazione per il teleriscaldamento AMARC modello CTAS, con 2 scambiatori di calore a piastre Alfa Laval.

Figura 4.13 - Scambiatore



Figura 4.14 - Vista d'insieme



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

Tabella 4.8 - Riepilogo caratteristiche centrale termica

SERVIZIO	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE [kW]	POTENZA TERMICA UTILE [kW]	RENDIMENTO <sup>(1)</sup>	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA [W]
SC1	Riscaldamento	AMARC	CTAS	-	n/a	99 %	n/a
SC2	Riscaldamento	AMARC	CTAS	-	n/a	99 %	n/a

Nota (1) rendimento da scheda tecnica.

L'ultima verifica di compatibilità della potenza con i dati di progetto è stata eseguita in data 23/03/2017 e non ha evidenziato inefficienze.

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

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

Il consumo di acqua calda sanitaria è relativamente ridotto data la destinazione d'uso dell'edificio. Esso è parzialmente coperto da dei bollitori elettrici installati nei servizi della struttura ed in parte dal teleriscaldamento.

Figura 4.15 - Particolare di un boiler elettrico per la produzione di acqua calda sanitaria



Figura 4.16 - Particolare di un boiler elettrico per la produzione di acqua calda sanitaria



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

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

SISTEMA	SOTTOSISTEMA DI EROGAZIONE	SOTTOSISTEMA DI DISTRIBUZIONE	SOTTOSISTEMA DI RICIRCOLO	SOTTOSISTEMA DI ACCUMULO <sup>(1)</sup>	SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE	RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE <sup>(2)</sup>
Boiler elettrici	95%	89%	-	-	75%	61,9%
Teleriscaldamento	95%	93%	92%	50%	61%	

Nota (1): il rendimento di generazione comprende le perdite dovute all'accumulo

Nota (2): il rendimento globale medio stagionale comprende le perdite dovute alla rete elettrica nazionale

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 DI RAFFRESCAMENTO/CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

La climatizzazione in regime estivo è effettuata grazie alla presenza di una pompa di calore

Figura 4.17 - Particolare di un sistema monosplit



I rendimenti caratteristici dei sottosistemi dell'impianto di climatizzazione estiva sono riportati nella tabella Tabella 4.10.

Tabella 4.10 – Rendimenti dell'impianto di climatizzazione estiva

Sottosistema di Emissione	Sottosistema di Regolazione	Sottosistema di Distribuzione	Sottosistema di Accumulo	Sottosistema di Generazione	Rendimento Globale medio stagionale
97%	84%	-	-	6,98	8%

Nota (1): sottosistema non presente

Nota (2): sottosistema non presente

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

#### 4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA

La ventilazione meccanica controllata è effettuata grazie alla presenza di una UTA.

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

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

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

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

Tabella 4.11 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

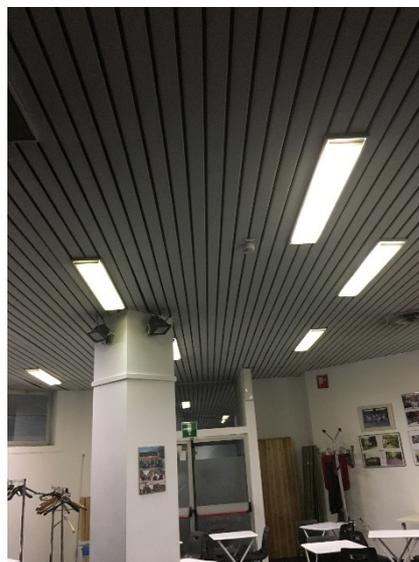
ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]	ORE ANNUE DI UTILIZZO [ore]
Z4 -Z3 -Z5 – Z8	PC	44	133	5.852	2.152 (8h x 269gg)
Z4 -Z3 -Z5 – Z8	Stampante da tavolo	2	350	700	134,5 (0,5h x 269gg)
Z4 -Z3 -Z5 – Z8	Stampante multifunzione	3	675	2.025	269 (1h x 269gg)
Z3 – Z4	Distributore bevande e snack	3	1.500	4.500	8.760 (24h x 365gg)
Z4	Televisore	2	250	500	2.959 (11h x 269gg)
Z5	Forno a microonde	3	675	2.025	89 (0,33h x 269gg)
Z5	Macchina caffè	2	550	1.100	89 (0,33h x 269gg)
Z5	Frigorifero	2	60	120	8.760 (24h x 365gg)
Z2 - Z8	Ventilatore/pale a soffitto	8	42,5	340	1.050 (8h x 138gg)
Z3 – Z12	Proiettore	3	110	330	538 (2h x 269gg)
Z12	Impianto audio	1	325	325	538 (2h x 269gg)
Z2 – Z5	Stufetta elettrica	2	1.500	3.000	1.050 (8h x 131gg)

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.

#### 4.7 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione è costituito da lampade di diverse tipologie, ovvero fluorescenti ed alogene in funzione della tipologia di utilizzo dei locali.

Figura 4.18 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle sale espositive



L'elenco e le caratteristiche dei corpi illuminanti sono riportate nella tabella che segue.

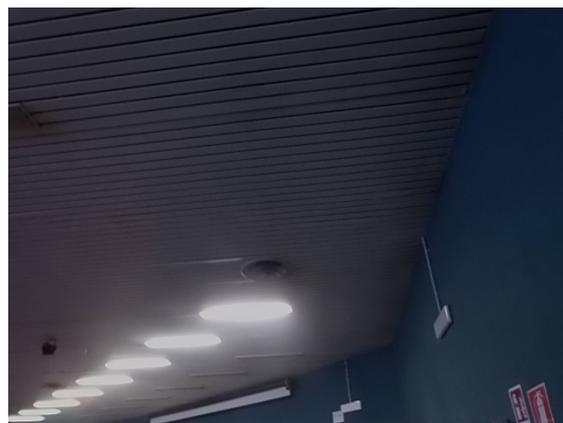
Tabella 4.12 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]
Tutte le zone	Fluorescente	159	36	5.724
Tutte le zone	Fluorescente	413	72	29.736
Tutte le zone	Fluorescente	14	36	504
Tutte le zone	Fluorescente	10	18	180
Z2 – Z7 – Z13 – Z15 – Z17	Incandescente	41	24	984
Z1 – Z3- Z6 – Z10 – Z12	Alogena	40	150	6.000
Tutte le zone	Fluorescente	2	116	232
Tutte le zone	Fluorescente	2	72	144
Z1 – Z3- Z6 – Z10 – Z12	Alogena	31	100	3.100
Tutte le zone	Fluorescente	18	58	1.044

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.

Figura 4.19 - Particolare dei corpi illuminanti





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

Attualmente sull'edificio sono installati due impianti fotovoltaici, uno a servizio del centro civico e l'altro della scuola.

Non si hanno informazioni sulla potenza installata, né sull'anno di installazione né sulla tipologia di pannelli. Le informazioni inserite nel modello sono dedotte dal sopralluogo che ha permesso di visionare da vicino l'impianto e determinarne la consistenza numerica, direzione e inclinazione:

Figura 4.20 - Vista dell'impianto fotovoltaico centro civico



Impianto FV centro civico:

Pannello fotovoltaico	Silicio monocristallino	
N° di pannelli e area totale captante	216	244,08 m <sup>2</sup>
Inclinazione sul piano orizzontale	30,0 °	
Azimut (orientamento rispetto al sud)	0,0 °	
Riflettanza ambiente circostante	0	<a href="#">Carta solare e ombreggiamenti</a>
Fattore di potenza di picco	Kpv 0,150	kW/m <sup>2</sup>

## Impianto FV scuola:

Pannello fotovoltaico	<input type="text" value="Silicio monocristallino"/>	
N° di pannelli e area totale captante	30	33,90 m <sup>2</sup>
Inclinazione sul piano orizzontale	<input type="text" value="30,0"/>	°
Azimut (orientamento rispetto al sud)	<input type="text" value="0,0"/>	°
Riflettanza ambiente circostante	<input type="text" value="0"/>	<a href="#">Carta solare e ombreggiamenti</a>
Fattore di potenza di picco	Kpv <input type="text" value="0,150"/>	kW/m <sup>2</sup>

Le caratteristiche di tali impianti rilevati in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche sono riportate nella Sezione 9 dell' Allegato J – Schede di audit.

## 5 CONSUMI RILEVATI

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

L'analisi dei consumi storici termici ed elettrici dell'edificio oggetto della DE è stata effettuata facendo riferimento all'anno 2016-2017 per il teleriscaldamento e al triennio 2014-2015-2016 per l'energia elettrica.

I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Calore da teleriscaldamento;
- Energia elettrica

#### 5.1.1 Energia termica

Il vettore termico utilizzato per la climatizzazione invernale è il calore da teleriscaldamento, pertanto il dato di consumo è già disponibile in kWh, senza bisogno di ulteriori conversioni.

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

TIPO COMBUSTIBILE	PCI	DENSITÀ	PCI	FATTORE DI CONVERSIONE	PCI
	[kWh/kg]	[kWh/Sm <sup>3</sup> ]	[kWh/Nm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> /Nm <sup>3</sup> ]	[kWh/Sm <sup>3</sup> ]
Calore TLR		Valore di consumo già in kWh perché impianto allacciato a teleriscaldamento			

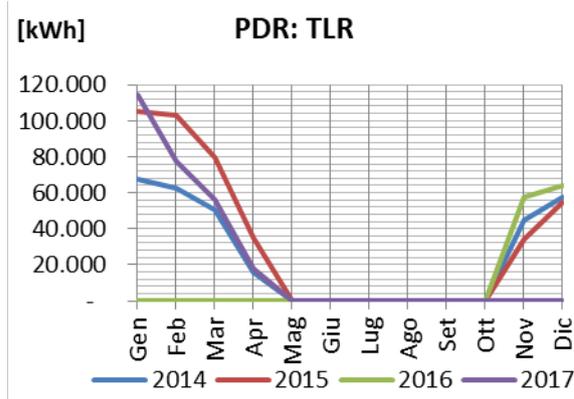
Parallelamente all'analisi dei consumi storici forniti dalla società di distribuzione si è provveduto alla valutazione dei consumi fatturati nel triennio di riferimento.

La ripartizione dei consumi annuli di energia termica in consumi mensili verrà eseguita in modo proporzionale rispetto ai GGreali per il triennio di riferimento. I consumi così ripartiti sono riportati nella Tabella 5.2

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

PDR: TLR	2014	2015	2016	2017
Mese	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen	-	-	-	42.092
Feb	-	-	-	28.696
Mar	-	-	-	20.619
Apr	-	-	-	6.670
Mag	-	-	-	-
Giu	-	-	-	-
Lug	-	-	-	-
Ago	-	-	-	-
Set	-	-	-	-
Ott	-	-	-	-
Nov	-	-	-	-
Dic	-	-	-	-
Totale	-	-	-	265.851

L'andamento dei consumi mensili fatturati è riportato nei grafici nella figura sottostante



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

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Tabella 5.3 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica

ANNO	GG <sub>REAL</sub> SU [109] GIORNI	GG <sub>RIF</sub> SU [109] GIORNI	CONSUMO REALE RISC. [Smc]	CONSUMO REALE RISC. [kWh]	$\alpha_{rif}$	CONSUMO NORMALIZZATO A [929] GG [kWh]	CONSUMO ACS [kWh]	CONSUMO ALTRO [kWh]
2016-2107	914	929	n/a	395.000	430	401.482	0	0
<b>Media</b>	<b>914</b>	<b>929</b>	<b>n/a</b>	<b>395.000</b>	<b>430</b>	<b>401.482</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Non essendo disponibili i dati degli anni 2014 e 2015 non è possibile fare osservazioni circa l'andamento del consumo termico.

Si sono pertanto definiti, per il calcolo della Baseline, i parametri riportati nella Tabella 5.4:

Tabella 5.4 – Individuazione della Baseline termica

GRANDEZZA	VALORE [kWh]
$\bar{Q}_{ACS}$	0,0
$\bar{Q}_{ALTRO}$	0,0
$\bar{\alpha}_{rif} \times GG_{rif}$	401.482
<b><math>Q_{baseline}</math></b>	<b>401.482</b>

### 5.1.2 Energia elettrica

La fornitura di energia elettrica avviene tramite la presenza di 4 contatori i quali risultato a servizio dei seguenti utilizzi:

- POD 1, Centro civico
- POD 2, Uffici
- POD 3, Biblioteca
- POD 4, Scuola media Barabino

Nei file dei consumi all'edificio è assegnato un quinto POD che però non si ritrova nella file Kyoto. I consumi ed i costi di quest'ultimo POD sono quindi stati analizzati e verranno di seguito riportati sinteticamente ma non sono stati utilizzati per la definizione della baseline.

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 dall'analisi delle fatture elettriche sono riportati nella Tabella 5.5 con indicazione dei POD di riferimento.

Tabella 5.5 – Elenco POD e relativi consumi annuali per il triennio di riferimento

POD	ZONA SERVITA	2014 [kWh]	2015 [kWh]	2016 [kWh]	MEDIA [kWh]
POD1: IT001E00122518	Centro civico	29.407	28.228	28.143	28.593
POD2: IT001E00097008	Uffici	63.367	57.212	52.309	57.629
POD3: IT001E00097007	Biblioteca	23.559	20.507	20.329	21.465
POD4: IT001E00097006	Scuola media Barabino	12.719	15.104	14.514	14.112

<b>TOTALE</b>	129.052	121.051	115.295	121.799
---------------	---------	---------	---------	---------

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-E1406) e sono emerse le seguenti differenze:

- POD 1, oscillazione di valori di  $\pm 2.000$  kWh
- POD 2, oscillazioni di valori di  $\pm 1.400$  kWh per gli anni 2014 e 2015 ed una differenza di più di 5.000 kWh per l'anno 2016
- POD 3, oscillazione di valori di  $\pm 2.000$  kWh
- POD 4, oscillazione di valori di  $\pm 1.000$  kWh

Dati relativi a Kyoto Baseline: anno 2014 28.468 kWh; anno 2015 28.964 kWh; anno 2016 30.863 kWh.

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 121.799 kWh.

Tabella 5.6 – Consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fasce, per il triennio di riferimento per il POD 1: IT001E00122518 associato al centro civico

POD 1: IT001E00122518	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen-14	1.864	1.257	130	3.251
Feb-14	1.893	1.372	104	3.369
Mar-14	1.928	1.487	140	3.555
Apr-14	1.777	1.045	101	2.923
Mag-14	1.866	1.165	96	3.127
Giu-14	922	597	108	1.627
Lug-14	594	114	26	734
Ago-14	266	47	39	352
Set-14	1.264	657	69	1.990
Ott-14	1.877	1.096	110	3.083
Nov-14	1.691	1.021	85	2.797
Dic-14	1.576	938	85	2.599
Totale	17.518	10.796	1.093	29.407
POD 1: IT001E00122518	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen-15	1.837	1.253	103	3.193
Feb-15	1.927	1.234	142	3.303
Mar-15	2.090	1.287	89	3.466
Apr-15	1.866	1.119	104	3.089
Mag-15	1.725	994	98	2.817
Giu-15	756	426	129	1.311
Lug-15	338	77	67	482
Ago-15	204	43	65	312
Set-15	1.067	458	84	1.609
Ott-15	2.025	1.006	136	3.167
Nov-15	1.967	977	132	3.076

Dic-15	1.414	851	138	2.403
<b>Totale</b>	<b>17.216</b>	<b>9.725</b>	<b>1.287</b>	<b>28.228</b>
<b>POD 1: IT001E00122518</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Anno 2016</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>
Gen-16	1.604	939	127	2.670
Feb-16	2.010	1.115	192	3.317
Mar-16	1.860	982	144	2.986
Apr-16	1.787	1.069	123	2.979
Mag-16	1.940	1.059	109	3.108
Giu-16	815	370	74	1.259
Lug-16	540	102	62	704
Ago-16	300	61	61	422
Set-16	1.241	506	90	1.837
Ott-16	1.834	1.033	126	2.993
Nov-16	1.972	1.148	130	3.250
Dic-16	1.547	928	143	2.618
<b>Totale</b>	<b>17.450</b>	<b>9.312</b>	<b>1.381</b>	<b>28.143</b>

Tabella 5.7 – Consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fasce, per il triennio di riferimento per il POD 2: IT001E00097008 associato agli uffici

<b>POD 2: IT001E00097008</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Anno 2014</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>
Gen-14	2.912	1.424	1.388	5.724
Feb-14	3.415	1.751	1.141	6.307
Mar-14	3.227	1.737	1.219	6.183
Apr-14	3.365	1.421	1.320	6.106
Mag-14	3.289	1.656	1.308	6.253
Giu-14	2.240	988	1.279	4.507
Lug-14	1.953	672	1.126	3.751
Ago-14	1.578	695	1.321	3.594
Set-14	2.115	1.141	1.326	4.582
Ott-14	2.661	1.308	990	4.959
Nov-14	2.674	1.478	1.140	5.292
<b>dic-14</b>	<b>3.269</b>	<b>1.478</b>	<b>1.362</b>	<b>6.109</b>
<b>Totale</b>	<b>32.698</b>	<b>15.749</b>	<b>14.920</b>	<b>63.367</b>
<b>POD 2: IT001E00097008</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Anno 2015</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>
Gen-15	2.765	1.607	1.189	5.561
Feb-15	3.032	1.545	1.064	5.641
Mar-15	2.879	1.545	1.151	5.575
Apr-15	1.753	854	847	3.454
Mag-15	2.417	1.476	1.158	5.051
Giu-15	2.071	975	1.122	4.168
Lug-15	1.673	529	965	3.167
Ago-15	1.308	495	1.067	2.870
Set-15	2.090	987	1.145	4.222

## E1406 – Scuola media Barabino – centro civico e biblioteca

Ott-15	2.676	1.451	1.154	5.281
Nov-15	3.555	1.613	1.155	6.323
Dic-15	3.102	1.049	1.748	5.899
<b>Totale</b>	<b>29.321</b>	<b>14.126</b>	<b>13.765</b>	<b>57.212</b>
<b>POD 2: IT001E00097008</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Anno 2016</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>
Gen-16	2.529	1.349	1.295	5.173
Feb-16	3.036	1.533	711	5.280
Mar-16	3.097	1.517	747	5.361
Apr-16	2.626	1.399	671	4.696
Mag-16	2.755	1.303	726	4.784
Giu-16	1.883	784	664	3.331
Lug-16	1.474	442	639	2.555
Ago-16	1.287	455	666	2.408
Set-16	1.864	746	621	3.231
Ott-16	2.512	1.517	861	4.890
Nov-16	2.902	1.631	852	5.385
Dic-16	2.690	1.562	963	5.215
<b>Totale</b>	<b>28.655</b>	<b>14.238</b>	<b>9.416</b>	<b>52.309</b>

Tabella 5.8 – Consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fasce, per il triennio di riferimento per il POD 3: IT001E00097007 associato alla biblioteca

<b>POD 3: IT001E00097007</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Anno 2014</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>
Gen-14	1.946	239	241	2.426
Feb-14	1.867	230	218	2.315
Mar-14	1.923	192	247	2.362
Apr-14	1.803	129	212	2.144
Mag-14	1.859	137	204	2.200
Giu-14	1.508	123	198	1.829
Lug-14	1.211	132	180	1.523
Ago-14	884	166	199	1.249
Set-14	1.277	198	198	1.673
Ott-14	1.642	160	197	1.999
Nov-14	1.520	146	231	1.897
Dic-14	1.527	162	253	1.942
<b>Totale</b>	<b>18.967</b>	<b>2.014</b>	<b>2.578</b>	<b>23.559</b>
<b>POD 3: IT001E00097007</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Anno 2015</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>
Gen-15	1.595	161	206	1.962
Feb-15	1.517	198	230	1.945
Mar-15	1.542	162	201	1.905
Apr-15	1.306	160	131	1.597
Mag-15	1.310	105	189	1.604
Giu-15	1.196	105	186	1.487
Lug-15	1.145	93	193	1.431

## E1406 – Scuola media Barabino – centro civico e biblioteca

Ago-15	952	88	194	1.234
Set-15	1.241	111	204	1.556
Ott-15	1.579	166	205	1.950
Nov-15	1.617	129	189	1.935
Dic-15	1.550	114	237	1.901
<b>Totale</b>	<b>16.550</b>	<b>1.592</b>	<b>2.365</b>	<b>20.507</b>
<b>POD 3: IT001E00097007</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Anno 2016</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>
Gen-16	1.439	118	236	1.793
Feb-16	1.564	120	230	1.914
Mar-16	1.600	183	167	1.950
Apr-16	1.237	139	208	1.584
Mag-16	1.316	107	226	1.649
Giu-16	1.076	96	196	1.368
Lug-16	1.003	66	187	1.256
Ago-16	1.089	88	192	1.369
Set-16	1.389	96	210	1.695
Ott-16	1.480	141	199	1.820
Nov-16	1.694	125	201	2.020
Dic-16	1.554	139	218	1.911
<b>Totale</b>	<b>16.441</b>	<b>1.418</b>	<b>2.470</b>	<b>20.329</b>

Tabella 5.9 – Consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fasce, per il triennio di riferimento per il POD 3: IT001E00097006 associato alla scuola

<b>POD 4: IT001E00097006</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Anno 2014</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>
Gen-14	1.224	173	153	1.550
Feb-14	1.064	162	116	1.342
Mar-14	550	138	123	811
Apr-14	807	129	138	1.074
Mag-14	1.200	159	144	1.503
Giu-14	383	93	127	603
Lug-14	10	44	107	161
Ago-14	10	47	113	170
Set-14	322	128	124	574
Ott-14	590	145	128	863
Nov-14	1.001	142	175	1.318
Dic-14	1.990	301	459	2.750
<b>Totale</b>	<b>9.151</b>	<b>1.661</b>	<b>1.907</b>	<b>12.719</b>
<b>POD 4: IT001E00097006</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Anno 2015</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>
Gen-15	1.468	205	221	1.894
Feb-15	1.663	225	172	2.060
Mar-15	611	146	186	943
Apr-15	1.154	142	168	1.464
Mag-15	1.132	183	218	1.533

Giu-15	522	95	137	754
Lug-15	202	73	128	403
Ago-15	340	231	474	1.045
Set-15	593	102	120	815
Ott-15	1.189	180	142	1.511
Nov-15	1.193	159	115	1.467
Dic-15	937	137	141	1.215
<b>Totale</b>	<b>11.004</b>	<b>1.878</b>	<b>2.222</b>	<b>15.104</b>
<b>POD 4: IT001E00097006</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Anno 2016</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>
Gen-16	1.290	160	135	1.585
Feb-16	1.487	196	146	1.829
Mar-16	1.330	186	172	1.688
Apr-16	845	150	132	1.127
Mag-16	1.026	199	222	1.447
Giu-16	451	92	121	664
Lug-16	147	72	128	347
Ago-16	97	67	126	290
Set-16	791	143	137	1.071
Ott-16	1.091	158	130	1.379
Nov-16	1.362	169	132	1.663
Dic-16	1.129	159	136	1.424
<b>Totale</b>	<b>11.046</b>	<b>1.751</b>	<b>1.717</b>	<b>14.514</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 5.10.

Tabella 5.10 – Consumi mensili di Baseline considerando i 4 POD appena analizzati.

<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	7.491	2.962	1.808	12.261
Febbraio	8.158	3.227	1.489	12.874
Marzo	7.546	3.187	1.529	12.262
Aprile	6.775	2.585	1.385	10.746
Maggio	5.666	2.435	7.418	11.692
Giugno	4.608	1.581	1.447	7.636
Luglio	3.430	805	1.269	5.505
Agosto	2.772	828	1.506	5.105
Settembre	5.085	1.758	1.443	8.285
Ottobre	7.052	2.787	1.459	11.298
Novembre	7.716	2.913	1.512	12.141
Dicembre	7.428	2.606	1.961	11.995
<b>Totale</b>	<b>75.339</b>	<b>28.087</b>	<b>18.374</b>	<b>121.799</b>

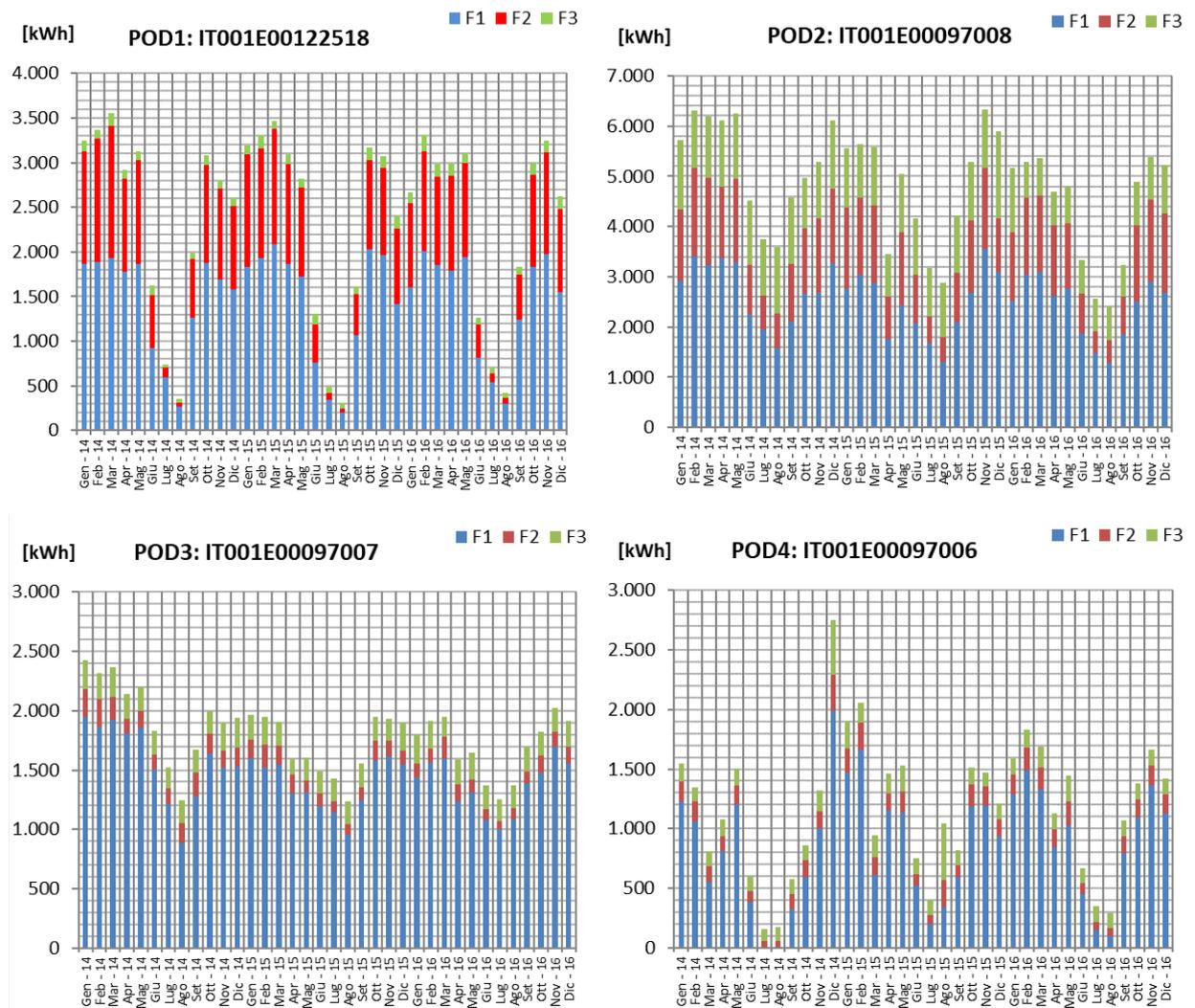
Il profilo così ottenuto è rappresentato nel grafico in Figura 5.1

Nella tabella che segue inoltre si riportano sinteticamente i consumi per i tre anni analizzati del POD 5 non indicato nel file Kyoto ma ritrovato tra le bollette fornite.

Tabella 5.11 – Consumi annuali POD 5: IT001E00122519

POD	ZONA SERVITA	2014 [kWh]	2015 [kWh]	2016 [kWh]	MEDIA [kWh]
POD5: IT001E00122519	sconosciuta	34.801	17.663	42.250	31.571

Figura 5.1 – 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 5.2 – Confronto tra i profili elettrici reali relativi a ciascun POD per il triennio di riferimento

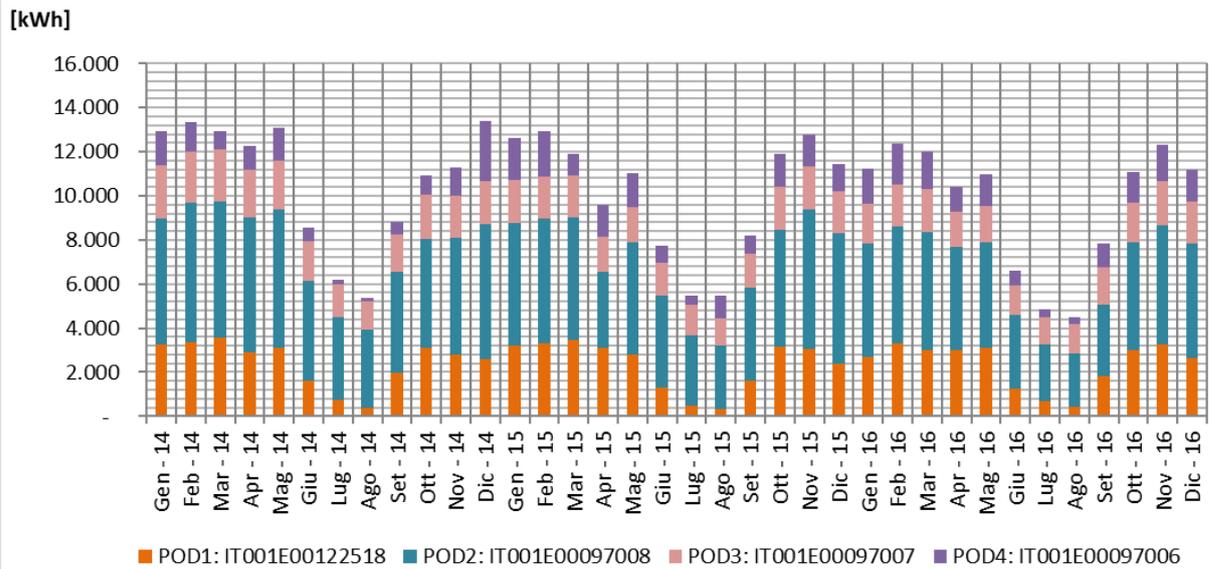
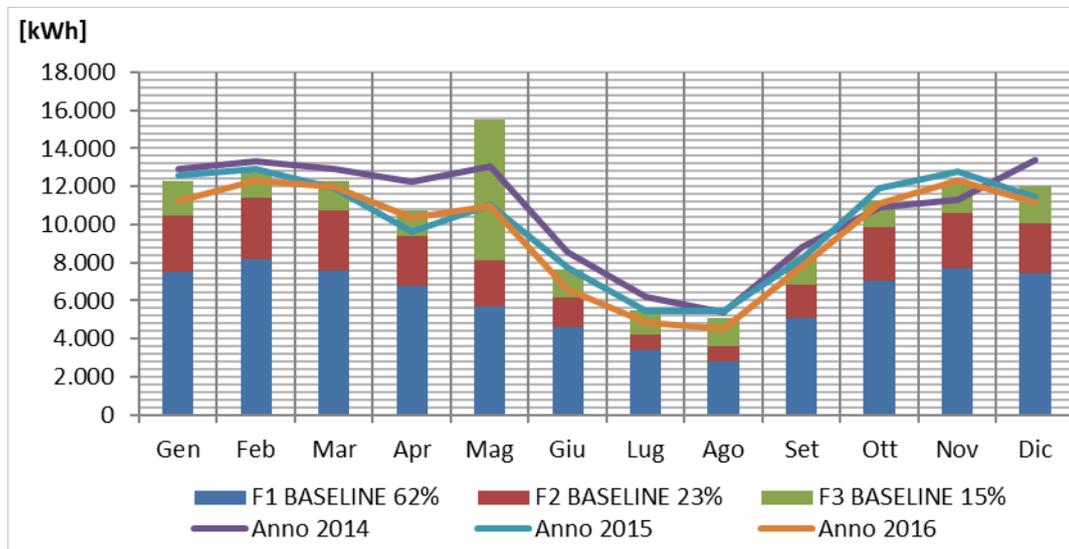


Figura 5.3 – Confronto tra i profili mensili elettrici reali e i valori di Baseline per il triennio di riferimento



I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano andamenti costanti durante tutti i mesi dell'anno con un lieve decremento per i mesi estivi (luglio e agosto) di chiusura della scuola e di calo di utilizzo del centro civico e della biblioteca per sospensione di alcune attività .

E' stato inoltre possibile rappresentare i profili giornalieri dei consumi elettrici accedendo alle informazioni fornite dalla società di distribuzione dell'energia elettrica, il quale rende disponibili i prelievi di energia elettrica con cadenza quarti oraria per il POD4 che serve la scuola.

Si sono pertanto analizzati dei profili giornalieri campione, rappresentativi delle diverse condizioni di utilizzo dell'edificio e di funzionamento dell'impianto.

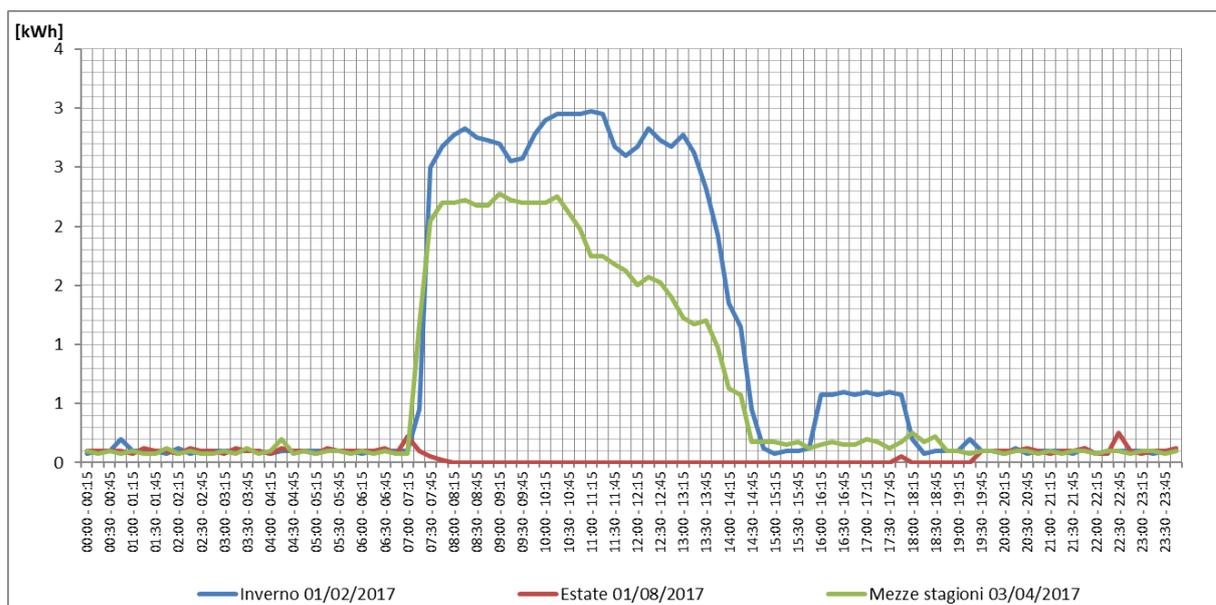
Le giornate analizzate sono riportate nella Tabella 5.12

Tabella 5.12 – Giornate valutate per l’analisi dei profili giornalieri di consumo elettrico

PROFILO	DATA	GIORNO DELLA SETTIMANA	PERIODO	TEMPERATURA ESTERNA MEDIA [°C]
Profilo 1	01/02/2017	Martedì	Periodo scolastico invernale	13
Profilo ]	01/08/2017	Lunedì	Periodo di Vacanze	29
Profilo 3	03/04/2017	Martedì	Periodo scolastico primaverile	20

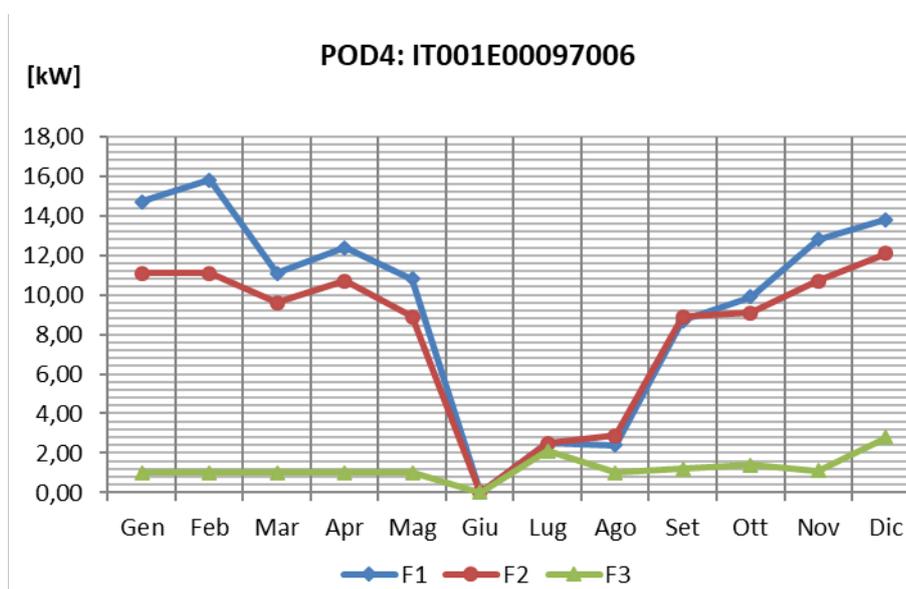
L’andamento dei profili giornalieri di consumo è riportato nei grafici in Figura 5.4.

Figura 5.4 – Profili giornalieri tipo dei consumi elettrici per il POD4: IT001E00097006



Dai grafici così ottenuti si rileva un andamento dei consumi di tipo “a campana”, coerente con il tipo di utilizzo dell’edificio: consumi prevalenti tra le 7:00 e le 15:00, orario scolastico, e un leggero consumo nelle ore pomeridiane con l’edificio occupato dai docenti in modo saltuario.

Figura 5.5 – Profili di potenza giornalieri per il POD4: IT001E00097006



Il prelievo di potenza massima è pari a 15,8 kWh e si verifica a febbraio. Tale potenza richiesta risulta coerente con la potenza massima erogata dal contatore installato.

Tali profili risultano coerenti con l'effettivo utilizzo dell'edificio e delle utenze elettriche presenti.

## 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 5.13 - Fattori di emissione di CO<sub>2</sub>.

Tabella 5.13 - Fattori di emissione di CO<sub>2</sub>.

COMBUSTIBILE	FATTORE DI CONVERSIONE
	kgCO <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 5.14 – Baseline delle emissioni di CO<sub>2</sub>. Tabella 5.14.

Tabella 5.14 – 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> ]
TLR	401.482	0,300*	120.445
Energia elettrica	121.799	0,467	56.880

\* da "www.energiaenergetica.enea.it/regioni/siape/poteri-calorifici-inferiori-dei-combustibili-e-fattori-di-emissione-della-co2"

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

Tabella 5.15 - Fattori di conversione in energia primaria dei vettori energetici

COMBUSTIBILE	F <sub>p,ren</sub>	F <sub>p,ren</sub>	F <sub>p,tot</sub>
Calore TLR	***1,3	0	1,3
Energia elettrica da rete	1,95	0,47	2,42

\*\*\*da "IREN - Fattori di conversione in energia primaria dell'energia termica fornita ai punti di consegna della rete di teleriscaldamento della rete di Genova"

La valutazione degli indicatori di performance è stata effettuata parametrizzando i consumi reali di Baseline di cui al Capitolo 5, in funzione dei fattori riportati nella Tabella 5.16.

Tabella 5.16 – Fattori di riparametrizzazione

PARAMETRO		VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	6.132	m <sup>2</sup>
FATTORE 2	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	6.806	m <sup>3</sup>
FATTORE 3	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	37.357	m <sup>3</sup>

Nella Tabella 5.17 e

Tabella 5.18 sono riportati gli indicatori di performance valutati coerentemente con quanto riportato nella sezione 2.5 dell'Allegato J – Schede di audit.

Tabella 5.17 – Indicatori di performance calcolati con riferimento all'energia primaria totale

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE [kWh/anno]	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA TOTALE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE [kWh/anno]	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1 [kWh/m <sup>2</sup> ]	FATTORE 2 [kWh/m <sup>2</sup> ]	FATTORE 3 [kWh/m <sup>3</sup> ]	FATTORE 1 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	FATTORE 2 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	FATTORE 3 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ]
Teleriscaldamento	401.482	1,3	521.927	85,1	76,7	14,0	19,64	17,70	3,22
Energia elettrica	121.799	2,42	294.754	48,1	43,3	7,9	9,28	8,36	1,52
<b>TOTALE</b>			<b>816.680</b>	<b>133</b>	<b>120</b>	<b>22</b>	<b>29</b>	<b>26</b>	<b>5</b>

Tabella 5.18 – 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> ]
Teleriscaldamento	401.482	1,3	521.927	85,1	76,7	14,0	19,64	17,70	3,22
Energia elettrica	121.799	1,95	237.508	38,7	34,9	6,4	9,28	8,36	1,52
<b>TOTALE</b>			<b>759.435</b>	<b>124</b>	<b>112</b>	<b>20</b>	<b>29</b>	<b>26</b>	<b>5</b>

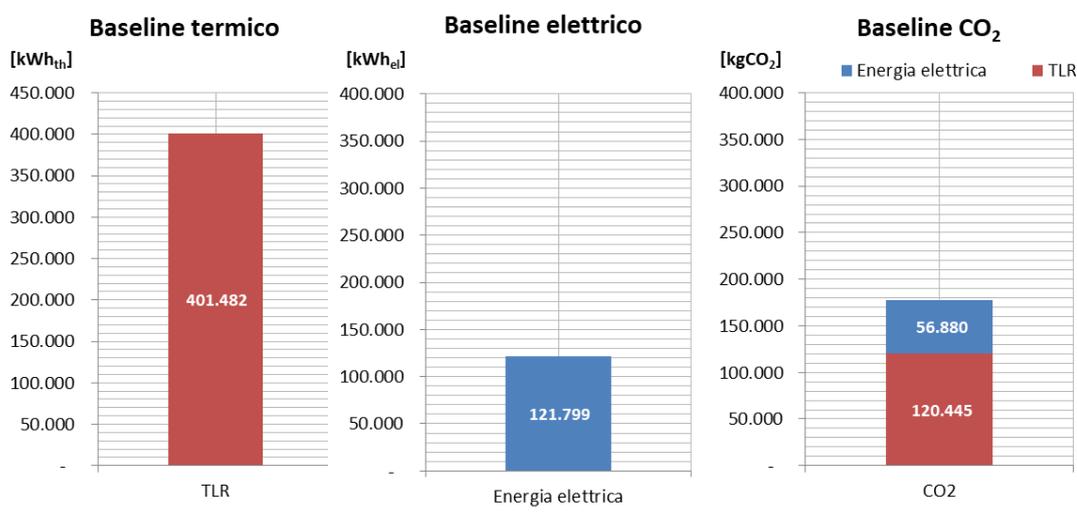
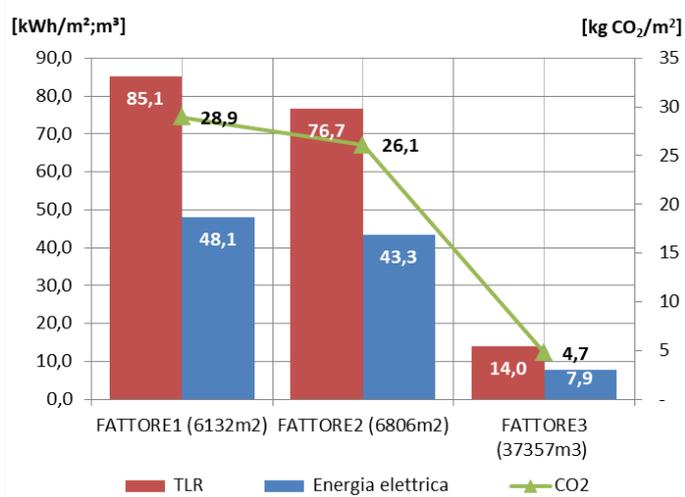
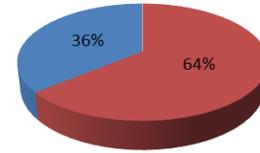
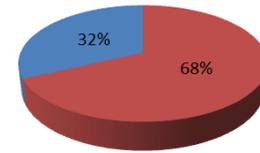
Figura 5.6 – Rappresentazione grafica della Baseline dei consumi e delle emissioni di CO<sub>2</sub>

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

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

Ripartizione % energia primaria


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


■ TLR ■ Energia elettrica

Per la porzione di edificio che ospita la scuola media 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:

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

I consumi di energia elettrica utilizzati nella formula sono quelli ricavati dalle bollette del contatore dedicato all'edificio scolastico mentre per quelli di gasolio e teleriscaldamento si è diviso il consumo totale in base al volume riscaldato.

Tabella 5.19 – 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
Gasolio	7,52	9,85	-	-	-	-
Teleriscaldamento	-	-	9,17	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	10,71	12,72	12,22

E' stato quindi possibile effettuare un raffronto con le classi di merito riportate nelle suddette Linee Guida ENEA - FIRE, ottenendo:

- per l'indice IEN<sub>E</sub> valore sufficiente per l'anno 2014 ed insufficienti per l'anno 2015 e 2016;
- per l'indice IEN<sub>R</sub> valori buoni per tutti e tre gli anni.
- 

I dettagli dell'analisi degli indici di performance enregtici sono riportati nell'Allegato M Report di Benchmark.

## 6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO

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

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

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

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

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

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE
Globale non rinnovabile	$EP_{gl,nren}$	kWh/mq anno	122,23	136,3
Climatizzazione invernale	$EP_H$	kWh/mq anno	89,94	90,05
Produzione di acqua calda sanitaria	$EP_w$	kWh/mq anno	0,14	0,17
Ventilazione	$EP_v$	kWh/mq anno	0,51	0,63
Raffrescamento	$EP_c$	kWh/mq anno	0,38	0,47
Illuminazione artificiale	$EP_L$	kWh/mq anno	30,23	43,53
Trasporto di persone e cose	$EP_T$	kWh/mq anno	1,03	1,44
Emissioni equivalenti di CO2	$CO_{2eq}$	Kg/mq anno	-	39,2

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

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	U.M.	CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
			[kWh/anno]
Calore TLR	605.944,31	[kWh/anno]	787.727,6

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

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

Dove:

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

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

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

FABBISOGNO	Corrispondenza UNI TS 11300 [kWhel]
Energia ausiliaria complessiva assorbita dal sottosistema di generazione per la produzione di ACS	$E_{W, aux, gn}$
Energia ausiliaria complessiva assorbita dal sottosistema di generazione per il riscaldamento	$E_{H, aux, gn}$
Fabbisogno di energia elettrica dell'impianto di ventilazione meccanica e dei terminali di emissione	$E_{ve, el} + E_{aux, e}$
Fabbisogno di energia elettrica per gli ausiliari di distribuzione (Riscaldamento e ACS)	$E_{W, aux, d} + E_{W, aux, d}$
Fabbisogno di energia elettrica per l'illuminazione interna dell'edificio	$E_{L, int}$
Fabbisogno di energia elettrica per gli ausiliari degli impianti di climatizzazione	$Q_{c, aux}$
Fabbisogno di energia elettrica per i sistemi di trasporto (+ eventuali altri carichi interni)	$E_T + E_{altro}^{(1)}$
Perdite al trasformatore	$E_{trasf}^{(1)}$
Energia elettrica esportata dall'impianto a fonti rinnovabili	$E_{exp, el}$

Nota (1): Tale contributo non è definito all'interno delle norme UNITS 11300 pertanto è stato valutato dall'Auditor sulla base del censimento delle utenze e del relativo tempo di utilizzo, rilevati in sede di sopralluogo

### 6.1.1 Validazione del modello termico

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

Si è quindi provveduto alla simulazione dei parametri reali di utilizzo dell'edificio considerando le temperature medie reali di ogni mese, il profilo di utilizzo dell'edificio e le temperature interne rilevate durante il sopralluogo.

I valori effettivi di temperatura rilevati ed utilizzati all'interno della modellazione, e gli altri eventuali parametri che sono stati modificati rispetto alla condizione standard sono riportati nell'Allegato E – Relazione di dettaglio dei calcoli.

Nella Tabella 6.6 sono riportati gli indicatori di performance energetica ricavati dalla modellazione dell'edificio in modalità "Adattata all'utenza".

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE
Globale non rinnovabile	$EP_{gl,nnren}$	kWh/mq anno	107,2	120,24
Climatizzazione invernale	$EP_H$	kWh/mq anno	76,93	77,04
Produzione di acqua calda sanitaria	$EP_w$	kWh/mq anno	5,78	5,93
Ventilazione	$EP_v$	kWh/mq anno	0,48	0,60
Raffrescamento	$EP_c$	kWh/mq anno	0,35	0,44
Illuminazione artificiale	$EP_L$	kWh/mq anno	23,29	34,83
Trasporto di persone e cose	$EP_T$	kWh/mq anno	0,98	1,41
Emissioni equivalenti di CO <sub>2</sub>	$CO_{2eq}$	Kg/mq anno	-	26,29

Nota: i fattori utilizzati per il calcolo della produzione di CO<sub>2</sub> dal software di modellazione energetica sono 0,227 kgCO<sub>2</sub>/kWh per il gas metano e 0,200 kgCO<sub>2</sub>/kWh per l’energia elettrica.

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

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

FONTI ENERGETICHE UTILIZZATE	CONSUMO [kWh/anno]
Calore TLR	405.514
Energia elettrica	117.331

La validazione del modello energetico termico è stata effettuata confrontando il consumo energetico di baseline ( $Q_{baseline}$ ) così come definito al precedente capitolo 0 ed il fabbisogno teorico ( $Q_{teorico}$ ) derivante dalla modellazione energetica.

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

$Q_{teorico}$ [kWh/anno]	$Q_{baseline}$ [kWh/anno]	Congruità [%]
405.514	401.482	-1,0 %

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

### 6.1.2 Validazione del modello elettrico

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

Il dettaglio dei calcoli effettuati ai fini della definizione del modello elettrico è riportato nell’Allegato B – Elaborati.

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

$EE_{teorico}$ [kWh/anno]	$EE_{baseline}$ [kWh/anno]	Congruità [%]
117.331	121.799	-4,0 %

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

## 6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

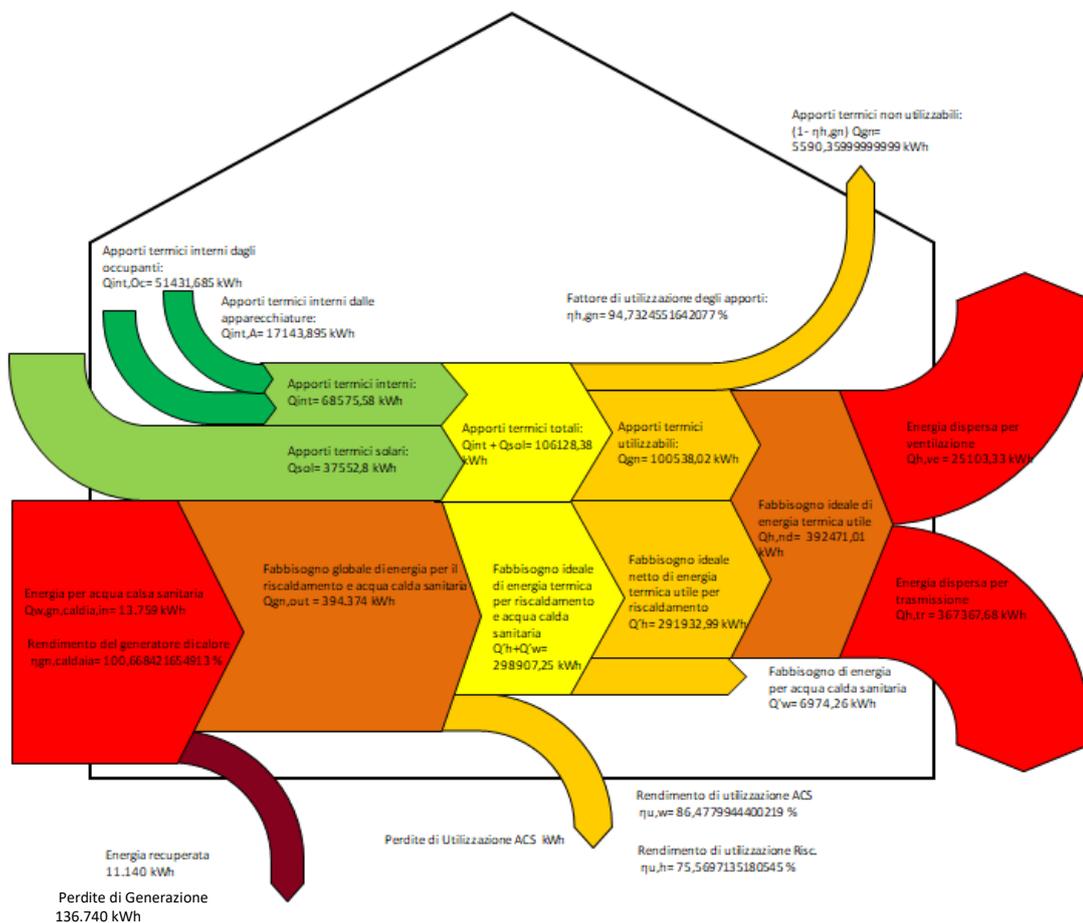
Al fine di valutare la prestazione energetica del sistema edificio-impianti si è reso necessario predisporre i risultati della modellazione energetica nella forma di un bilancio energetico che descriva l'andamento dei flussi energetici caratteristici dell'edificio in modo da valutare in maniera puntuale 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

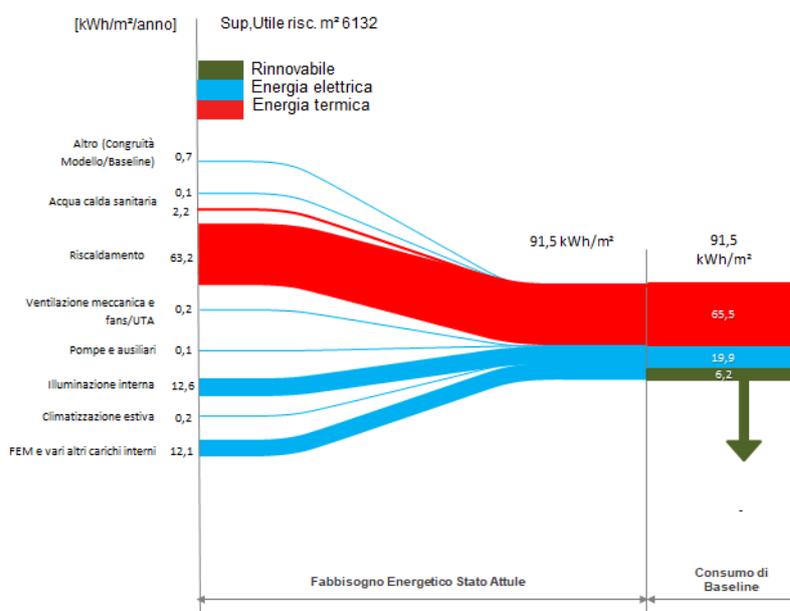
Figura 6.1 – Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio allo stato attuale



Dall'analisi del diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio è possibile notare che l'edificio oggetto di DE non presenta né energia recuperata nel sottosistema di generazione né energia termica da fonte rinnovabile. Il fattore di utilizzazione degli apporti gratuiti è 94% mentre il rendimento di utilizzazione del sistema di riscaldamento è 75,5%.

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

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



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

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

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

Nel caso in cui, invece i consumi teorici siano inferiori rispetto alla Baseline il termine “Altro – Congruietà” rappresenta la differenza per eccesso tra i consumi specifici di Baseline ed i consumi teorici.

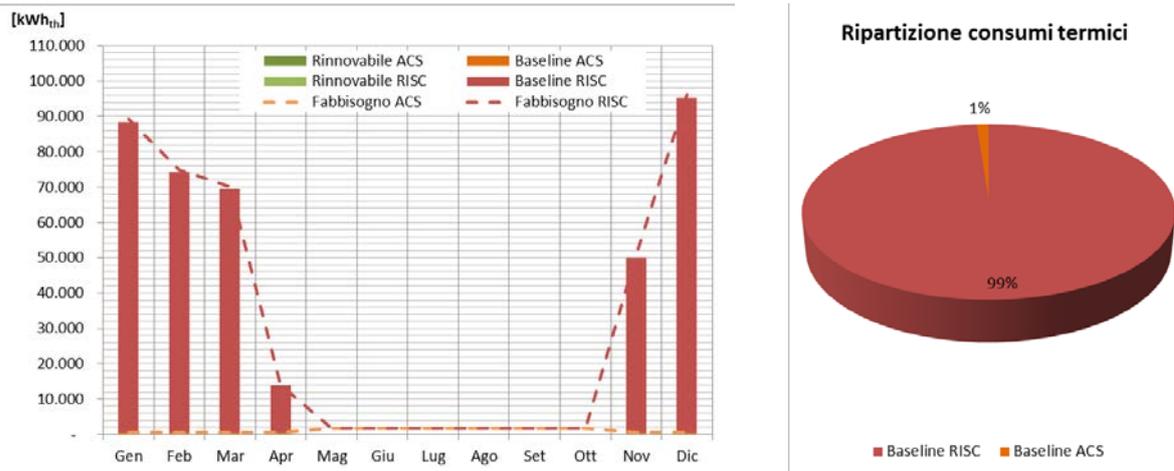
Dall’analisi del diagramma di Sankey relativo al bilancio energetico complessivo dell’edificio è possibile notare che il gas naturale è impiegato interamente per il riscaldamento, mentre il servizio di produzione di ACS viene soddisfatto in parte mediante vettore elettrico ed in parte con vettore termico. Il principale utilizzo dell’energia elettrica risulta essere l’illuminazione interna.

### 6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

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

Il confronto tra i due profili è riportato in Figura 6.3.

Figura 6.3 – Confronto tra il profilo mensile del Baseline Termica ed il profilo dei GGrif.



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

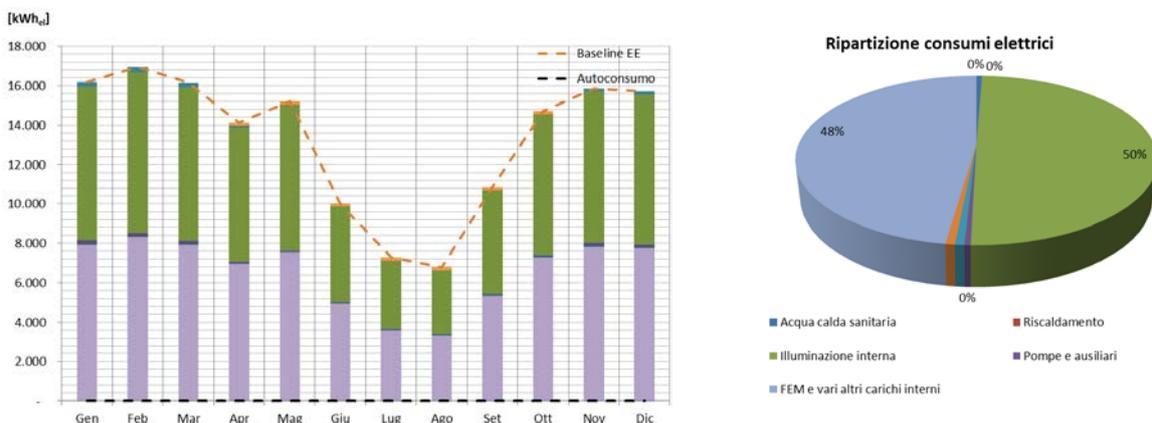
Anche relativamente all'analisi dei fabbisogni di energia elettrica, la ripartizione tra i vari utilizzi è stata effettuata in funzione degli esiti della modellazione.

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

Il dato di FEM è stato calcolato come prodotto tra la potenza elettrica complessiva delle apparecchiature elettriche e i relativi profili di utilizzo.

I risultati di tale valutazione sono riportati nella Figura 6.4.

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



Si può notare come la maggior parte dei consumi sia da attribuirsi all'utilizzo per l'illuminazione e gli altri carichi interni pertanto gli interventi migliorativi proposti, andranno ad interessare principalmente tali componenti.

## 7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO

### 7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI

L'analisi dei costi relativi alla fornitura dei vettori energetici dell'edificio riguarda le annualità per le quali sono stati rilevati i consumi storici, pertanto si assumono come periodo di riferimento gli anni 2014 – 2015 – 2016.

#### 7.1.1 Vettore termico

La fornitura del vettore termico avviene tramite un contratto di Servizio Integrato Energia 3 (SIE3) stipulato dalla PA con un soggetto terzo, comprensivo sia della fornitura del vettore energetico sia della 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.

Per le forniture di gas metano gestite tramite il Contratto di Servizio Energia SIE3, non essendo disponibile la fatturazione, è stato considerato il prezzo desunto da ARERA per l'anno 2017.

Il calcolo della tariffa è stato effettuato considerando come tipologia di classe del contatore il range G10-G40.

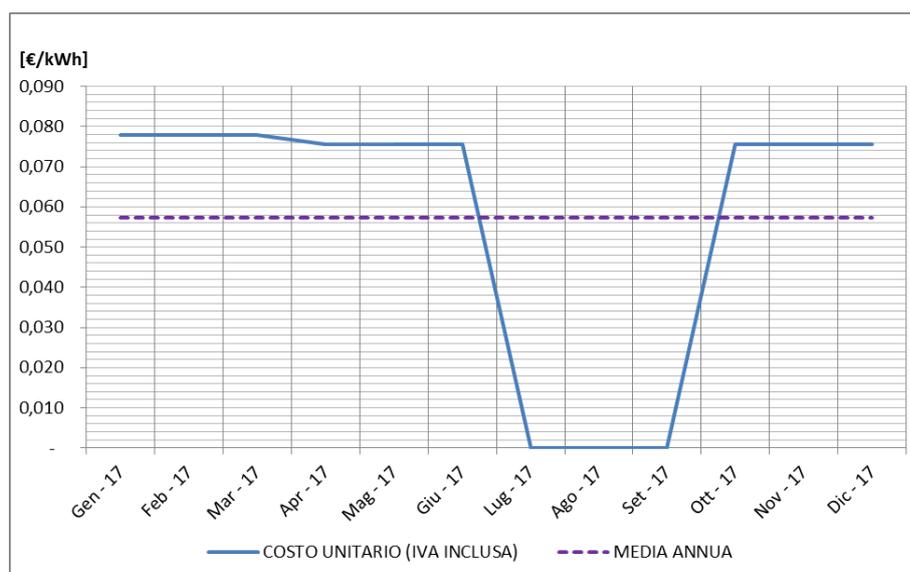
Nella Tabella 7.1 si riporta l'andamento mensile del costo del vettore termico nell'anno 2017.

Tabella 7.1 – Prezzo unitario mensile 2017

ANNO 2017	[€/kWh]
Gen - 17	0,078
Feb - 17	0,078
Mar - 17	0,078
Apr - 17	0,076
Mag - 17	0,076
Giu - 17	0,076
Lug - 17	-
Ago - 17	-
Set - 17	-
Ott - 17	0,075
Nov - 17	0,075
Dic - 17	0,075
<b>Media, CuQ</b>	<b>0,0769</b>

Nel grafico in Figura 7.1 è riportato l'andamento del costo unitario del vettore termico per le mensilità dell'anno 2017 per cui è stato possibile ricavare i costi unitari forniti da ARERA.

Figura 7.1 – Andamento del costo unitario del vettore termico per il 2017



### 7.1.2 Vettore elettrico

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

- POD 1 - IT001E00122518, Centro civico; 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.
- POD 2 - IT001E00097008, Uffici; 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.
- POD 3 - IT001E00097007, Biblioteca; 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.
- POD 4 - IT001E00097006, Scuola media Barabino; 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.

Nelle tabelle che seguono si riportano le principali caratteristiche del contratto di fornitura del vettore termico per gli anni di riferimento.

Tabella 7.2 – Caratteristiche dei contratti di fornitura del vettore elettrico per il triennio di riferimento

POD: IT001E00122518	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura		COMUNE DI GENOVA, Via Francia 1, 16124 Genova;	COMUNE DI GENOVA, Via Francia 1, 16124 Genova;
Dati di intestazione fattura	COMUNE DI GENOVA, Via Francia 1, 16124 Genova	COMUNE DI GENOVA – DIREZIONE PATRIMONIO, Via Francia 1, 16124 Genova	COMUNE DI GENOVA – DIREZIONE PATRIMONIO, Via Francia 1, 16124 Genova
Società di fornitura	Edison	Edison; Gala	Gala; Iren Mercato
Inizio periodo fornitura	01/01/2014	01/01/2015; 01/04/2015	01/01/2016 ; 01/04/2016
Fine periodo fornitura	31/12/2014	31/03/2015; 31/12/2015	31/03/2016 ; 31/12/2016



## E1406 – Scuola media Barabino – centro civico e biblioteca

Potenza elettrica impegnata	16,5 kW	16,5; 15 kW	15 kW
Potenza elettrica disponibile	16,5 kW	16,5; 16,5 kW	16,5 kW
Tipologia di contratto	BT	BT	BT
Opzione tariffaria <sup>(1)</sup>	Genova-2013-NEW	CONSIP EE12 - lotto 2	CONSIP 13 VERDE - L0390
Prezzi del forniture dell'energia elettrica <sup>(2)</sup>	0,08 €/kwh	0,01 €/kwh	0,18 €/kwh
<b>POD: IT001E00097008</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
<b>Indirizzo di fornitura</b>			
Dati di intestazione fattura	COMUNE DI GENOVA, Via Francia 1, 16124 Genova	COMUNE DI GENOVA, Via Francia 1, 16124 Genova; COMUNE DI GENOVA – DIREZIONE PATRIMONIO, Via Francia 1, 16124 Genova	COMUNE DI GENOVA, Via Francia 1, 16124 Genova; COMUNE DI GENOVA – DIREZIONE PATRIMONIO, Via Francia 1, 16124 Genova
Società di fornitura	Edison	Edison; Gala	Gala; Iren Mercato
Inizio periodo fornitura	01/01/2014	01/01/2015; 01/04/2015	01/01/2016 ; 01/04/2016
Fine periodo fornitura	31/12/2014	31/03/2015; 31/12/2015	31/03/2016 ; 31/12/2016
Potenza elettrica impegnata	53 kW	53 kW	53 kW
Potenza elettrica disponibile	53 kW	53 kW	53; 22 kW
Tipologia di contratto	BT	BTA6	BTA6; BT
Opzione tariffaria <sup>(1)</sup>	Genova-2013-NEW	CONSIP EE12 - lotto 2	CONSIP 13 VERDE - L0390
Prezzi del forniture dell'energia elettrica <sup>(2)</sup>	0,08 €/kwh	0,06 €/kwh	0,07 €/kwh
<b>POD: IT001E00097007</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
<b>Indirizzo di fornitura</b>			
Dati di intestazione fattura	COMUNE DI GENOVA, Via Francia 1, 16124 Genova	COMUNE DI GENOVA, Via Francia 1, 16124 Genova; COMUNE DI GENOVA – DIREZIONE PATRIMONIO, Via Francia 1, 16124 Genova	COMUNE DI GENOVA, Via Francia 1, 16124 Genova; COMUNE DI GENOVA – DIREZIONE PATRIMONIO, Via Francia 1, 16124 Genova
Società di fornitura	Edison	Edison; Gala	Gala; Iren Mercato
Inizio periodo fornitura	01/01/2014	01/01/2015; 01/04/2015	01/01/2016 ; 01/04/2016
Fine periodo fornitura	31/12/2014	31/03/2015; 31/12/2015	31/03/2016 ; 31/12/2016
Potenza elettrica impegnata	22 kW	22 kW	22 kW
Potenza elettrica disponibile	22 kW	22; 20 kW	20 kW
Tipologia di contratto	BT	BTA6	BTA6; BT
Opzione tariffaria <sup>(1)</sup>	Genova-2013-NEW	CONSIP EE12 - lotto 2	CONSIP 13 VERDE - L0390
Prezzi del forniture dell'energia elettrica <sup>(2)</sup>	0,08 €/kwh	0,06 €/kwh	0,07 €/kwh
<b>POD: IT001E00097006</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
<b>Indirizzo di fornitura</b>			
Dati di intestazione fattura	COMUNE DI GENOVA, Via Francia 1, 16124 Genova	COMUNE DI GENOVA, Via Francia 1, 16124 Genova; COMUNE DI GENOVA – DIREZIONE PATRIMONIO, Via Francia 1, 16124 Genova	COMUNE DI GENOVA, Via Francia 1, 16124 Genova; COMUNE DI GENOVA – DIREZIONE PATRIMONIO, Via Francia 1, 16124 Genova
Società di fornitura	Edison	Edison; Gala	Gala; Iren Mercato
Inizio periodo fornitura	01/01/2014	01/01/2015; 01/04/2015	01/01/2016 ; 01/04/2016
Fine periodo fornitura	31/12/2014	31/03/2015;	31/03/2016 ;

		31/12/2015	31/12/2016
Potenza elettrica impegnata	68 kW	68 kW	68 kW
Potenza elettrica disponibile	68 kW	68; 25 kW	25; 10 kW
Tipologia di contratto	BT	BTA6	BTA6; BT
Opzione tariffaria <sup>(1)</sup>	Genova-2013-NEW	CONSIP EE12 - lotto 2	CONSIP 13 VERDE - L0390
Prezzi del fornitura dell'energia elettrica <sup>(2)</sup>	0,07 €/kwh	0,06 €/kwh	0,07 €/kwh

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

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

Nelle tabelle che seguono si riporta l'andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di riferimento, suddiviso nelle varie componenti per i quattro POD analizzati.

Tabella 7.3 – Andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di riferimento POD 1 - IT001E00122518, Centro civico

POD: IT001E00122518	VENDITA	DISPACCIAMENTO	RETE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO
Anno 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	€ 259,58	€ 38,31	€ 300,68	€ 40,64	€ 140,63	€ 779,84	3.251	€ 0,24
Febbraio	€ 271,96	€ 43,60	€ 309,55	€ 42,11	€ 146,79	€ 814,01	3.369	€ 0,24
Marzo	€ 283,26	€ 45,98	€ 323,56	€ 44,44	€ 153,39	€ 850,63	3.555	€ 0,24
Aprile	€ 235,05	€ 51,26	€ 282,69	€ 36,54	€ 133,22	€ 738,76	2.923	€ 0,25
Maggio	€ 248,39	€ 53,79	€ 298,54	€ 39,09	€ 140,76	€ 780,57	3.127	€ 0,25
Giugno	€ 128,11	€ 28,00	€ 182,03	€ 20,34	€ 78,87	€ 437,35	1.627	€ 0,27
Luglio	€ 59,10	€ 11,74	€ 113,20	€ 9,18	€ 42,51	€ 235,73	734	€ 0,32
Agosto	€ 7,74	€ 5,94	€ 83,31	€ 4,40	€ 22,31	€ 123,70	352	€ 0,35
Settembre	€ 157,73	€ 31,77	€ 211,48	€ 24,88	€ 93,69	€ 519,55	1.990	€ 0,26
Ottobre	€ 242,84	€ 45,15	€ 302,90	€ 38,54	€ 138,47	€ 767,90	3.083	€ 0,25
Novembre	€ 218,14	€ 41,04	€ 280,01	€ 34,96	€ 126,31	€ 700,46	2.797	€ 0,25
Dicembre	€ 198,40	€ 38,13	€ 264,15	€ 32,49	€ 117,30	€ 650,47	2.599	€ 0,25
<b>Totale</b>	<b>€ 2.310,30</b>	<b>€ 434,71</b>	<b>€ 2.952,10</b>	<b>€ 367,61</b>	<b>€ 1.334,24</b>	<b>€ 7.398,96</b>	<b>29.407</b>	<b>€ 0,25</b>
POD: IT001E00122518	VENDITA	DISPACCIAMENTO	RETE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO
Anno 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	€ 234,82	€ 41,65	€ 321,49	€ 39,91	€ 140,33	€ 778,20	12.610	€ 0,06
Febbraio	€ 231,67	€ 43,59	€ 330,58	€ 41,29	€ 142,37	€ 789,50	12.949	€ 0,06
Marzo	€ 234,79	€ 45,75	€ 344,10	€ 43,33	€ 146,95	€ 814,92	11.889	€ 0,07
Aprile	€ 101,31		€ 217,47	€ 23,96	€ 75,40	€ 418,15	9.604	€ 0,04
Maggio	€ 118,22		€ 251,64	€ 29,07	€ 87,77	€ 486,70	11.005	€ 0,04
Giugno	€ 107,32		€ 239,73	€ 27,28	€ 82,35	€ 456,68	7.720	€ 0,06
Luglio	€ 46,52		€ 145,17	€ 12,60	€ 44,94	€ 249,23	5.483	€ 0,05
Agosto	€ 61,52		€ 164,67	€ 15,84	€ 53,25	€ 295,29	5.461	€ 0,05
Settembre	€ 16,83		€ 90,19	€ 4,79	€ 24,60	€ 136,41	8.202	€ 0,02
Ottobre	€ 80,10		€ 222,90	€ 23,25	€ 71,78	€ 398,03	11.909	€ 0,03
Novembre	€ 129,81		€ 357,55	€ 50,39	€ 118,31	€ 656,06	12.801	€ 0,05
Dicembre	€ 158,67		€ 507,52	€ 41,14	€ 155,61	€ 862,94	11.418	€ 0,08
<b>Totale</b>	<b>€ 1.521,59</b>	<b>€ 130,99</b>	<b>€ 3.193,02</b>	<b>€ 352,86</b>	<b>€ 1.143,66</b>	<b>€ 6.342,12</b>	<b>121.051</b>	<b>€ 0,05</b>

POD: IT001E00122518	VENDITA	DISPACCIA MENTO	RETE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	€ 139,99		€ 219,65	€ 24,71	€ 84,56	€ 468,91	2.670	€ 0,18
Febbraio	€ 192,10		€ 313,59	€ 38,81	€ 119,79	€ 664,29	3.317	€ 0,20
Marzo	€ 205,09		€ 379,09	€ 48,65	€ 139,22	€ 772,04	2.986	€ 0,26
Aprile	€ 162,84	€ 70,07	€ 233,48	€ 37,24	€ 110,80	€ 614,43	2.979	€ 0,21
Maggio	€ 180,19	€ 71,29	€ 243,03	€ 38,85	€ 117,34	€ 650,70	3.108	€ 0,21
Giugno	€ 77,01	€ 53,89	€ 106,20	€ 15,74	€ 55,62	€ 308,46	1.259	€ 0,25
Luglio	€ 52,25	€ 48,66	€ 65,06	€ 8,80	€ 38,45	€ 213,22	704	€ 0,30
Agosto	€ 27,28	€ 46,01	€ 44,22	€ 5,28	€ 27,01	€ 149,80	422	€ 0,35
Settembre	€ 229,72	€ 71,79	€ 231,79	€ 40,39	€ 126,21	€ 699,90	1.837	€ 0,38
Ottobre	€ 247,89	€ 71,64	€ 235,87	€ 37,53	€ 130,44	€ 723,37	2.993	€ 0,24
Novembre	€ 288,36	€ 74,09	€ 254,28	€ 40,63	€ 144,62	€ 801,98	3.250	€ 0,25
Dicembre	€ 224,63	€ 67,85	€ 207,37	€ 32,73	€ 117,17	€ 649,75	2.618	€ 0,25
<b>Totale</b>	<b>€ 2.027,35</b>	<b>€ 575,29</b>	<b>€ 2.533,63</b>	<b>€ 369,36</b>	<b>€ 1.211,24</b>	<b>€ 6.716,87</b>	<b>11.406</b>	<b>€ 0,59</b>

Tabella 7.4 – Andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di rierimento POD 2 - IT001E00097008, Uffici

POD: IT001E00097008	VENDITA	DISPACCIA MENTO	RETE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	€ 433,96	€ 67,39	€ 505,93	€ 71,55	€ 237,34	€ 1.316,17	5.724	€ 0,23
Febbraio	€ 492,57	€ 81,62	€ 549,83	€ 78,84	€ 264,63	€ 1.467,49	6.307	€ 0,23
Marzo	€ 474,08	€ 79,93	€ 535,19	€ 77,29	€ 256,63	€ 1.423,12	6.183	€ 0,23
Aprile	€ 468,58	€ 107,05	€ 556,78	€ 76,33	€ 265,92	€ 1.474,66	6.106	€ 0,24
Maggio	€ 474,12	€ 107,56	€ 557,57	€ 78,16	€ 267,83	€ 1.485,24	6.253	€ 0,24
Giugno	€ 335,48	€ 77,54	€ 417,75	€ 56,34	€ 195,16	€ 1.082,27	4.507	€ 0,24
Luglio	€ 278,53	€ 59,89	€ 340,92	€ 46,89	€ 159,77	€ 886,00	3.751	€ 0,24
Agosto	€ 260,97	€ 58,27	€ 331,08	€ 44,93	€ 152,96	€ 848,21	3.594	€ 0,24
Settembre	€ 338,23	€ 73,16	€ 446,65	€ 57,28	€ 201,37	€ 1.116,69	4.582	€ 0,24
Ottobre	€ 374,16	€ 72,63	€ 461,52	€ 61,99	€ 213,47	€ 1.183,77	4.959	€ 0,24
Novembre	€ 392,40	€ 77,62	€ 509,34	€ 66,15	€ 230,01	€ 1.275,52	5.292	€ 0,24
Dicembre	€ 442,95	€ 89,69	€ 577,43	€ 76,36	€ 261,01	€ 1.447,44	6.109	€ 0,24
<b>Totale</b>	<b>€ 4.766,03</b>	<b>€ 952,35</b>	<b>€ 5.789,99</b>	<b>€ 792,11</b>	<b>€ 2.706,11</b>	<b>€ 15.006,59</b>	<b>63.367</b>	<b>€ 0,24</b>

POD: IT001E00097008	VENDITA	DISPACCIA MENTO	RETE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	€ 388,55	€ 72,53	€ 493,31	€ 69,51	€ 225,26	€ 1.249,16	5.561	€ 0,22
Febbraio	€ 379,51	€ 74,47	€ 512,81	€ 70,51	€ 228,21	€ 1.265,51	5.641	€ 0,22
Marzo	€ 357,05	€ 73,59	€ 506,20	€ 69,69	€ 221,44	€ 1.227,97	5.575	€ 0,22
Aprile	€ 205,82		€ 326,45	€ 44,68	€ 126,93	€ 703,87	3.454	€ 0,20
Maggio	€ 196,70		€ 326,69	€ 44,60	€ 124,96	€ 692,94	5.051	€ 0,14
Giugno	€ 192,29		€ 329,50	€ 45,11	€ 124,72	€ 691,62	4.168	€ 0,17
Luglio	€ 213,20		€ 386,97	€ 51,19	€ 143,30	€ 794,67	3.167	€ 0,25
Agosto	€ 286,13		€ 511,45	€ 69,01	€ 190,65	€ 1.057,24	2.870	€ 0,37

## E1406 – Scuola media Barabino – centro civico e biblioteca

Settembre	€ 167,24	€ 306,15	€ 42,01	€ 113,39	€ 628,79	4.222	€ 0,15	
Ottobre	€ 205,53	€ 413,87	€ 54,78	€ 148,32	€ 822,49	5.281	€ 0,16	
Novembre	€ 264,92	€ 615,72	€ 78,76	€ 211,07	€ 1.170,45	6.323	€ 0,19	
Dicembre	€ 498,52	€ 715,64	€ 92,84	€ 287,54	€ 1.594,52	5.899	€ 0,27	
<b>Totale</b>	<b>€ 3.355,45</b>	<b>€ 220,59</b>	<b>€ 5.444,74</b>	<b>€ 731,68</b>	<b>€ 2.145,76</b>	<b>€ 11.899,22</b>	<b>57.212</b>	<b>€ 0,21</b>
<b>POD: IT001E00097008</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	€ 305,20		€ 418,10	€ 59,16	€ 172,14	€ 954,60	5.173	€ 0,18
Febbraio	€ 322,90		€ 491,23	€ 68,14	€ 194,10	€ 1.076,37	5.280	€ 0,20
Marzo	€ 298,74		€ 517,59	€ 70,37	€ 195,08	€ 1.081,78	5.361	€ 0,20
Aprile	€ 253,36	€ 100,15	€ 331,89	€ 58,70	€ 163,70	€ 907,80	4.696	€ 0,19
Maggio	€ 273,61	€ 100,94	€ 337,88	€ 59,80	€ 169,89	€ 942,12	4.784	€ 0,20
Giugno	€ 199,66	€ 85,27	€ 238,93	€ 41,64	€ 124,41	€ 689,91	3.331	€ 0,21
Luglio	€ 184,66	€ 55,61	€ 185,83	€ 31,94	€ 100,77	€ 558,81	2.555	€ 0,22
Agosto	€ 154,42	€ 54,28	€ 175,83	€ 30,10	€ 91,22	€ 505,85	2.408	€ 0,21
Settembre	€ 229,72	€ 71,79	€ 231,79	€ 40,39	€ 126,21	€ 699,90	3.231	€ 0,22
Ottobre	€ 392,33	€ 94,05	€ 346,22	€ 61,13	€ 196,62	€ 1.090,35	4.890	€ 0,22
Novembre	€ 463,69	€ 106,30	€ 380,05	€ 67,31	€ 223,82	€ 1.241,17	5.385	€ 0,23
Dicembre	€ 436,62	€ 109,71	€ 368,43	€ 65,19	€ 215,59	€ 1.195,54	5.215	€ 0,23
<b>Totale</b>	<b>€ 3.514,91</b>	<b>€ 778,10</b>	<b>€ 4.023,77</b>	<b>€ 653,87</b>	<b>€ 1.973,54</b>	<b>€ 10.944,19</b>	<b>52.309</b>	<b>€ 0,21</b>

Tabella 7.5 – Andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di riferimento POD 3 - IT001E00097007, Biblioteca

<b>POD: IT001E00097007</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 2014</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[€/kWh]</b>
Gennaio	€ 156,24	€ 26,97	€ 211,90	€ 27,16	€ 92,90	€ 515,17	2.426	€ 0,21
Febbraio	€ 223,13	€ 73,20	€ 244,36	€ 28,94	€ 125,32	€ 694,95	2.315	€ 0,30
Marzo	€ 188,30	€ 30,56	€ 244,73	€ 29,53	€ 108,49	€ 601,61	2.362	€ 0,25
Aprile	€ 171,98	€ 37,60	€ 233,25	€ 26,80	€ 103,32	€ 572,95	2.144	€ 0,27
Maggio	€ 174,62	€ 37,84	€ 237,62	€ 27,50	€ 105,07	€ 582,65	2.200	€ 0,26
Giugno	€ 118,20	€ 31,48	€ 208,80	€ 22,86	€ 83,89	€ 465,23	1.829	€ 0,25
Luglio	€ 120,00	€ 24,34	€ 186,02	€ 19,04	€ 76,87	€ 426,27	1.523	€ 0,28
Agosto	€ 96,94	€ 19,96	€ 164,58	€ 15,61	€ 65,36	€ 362,45	1.249	€ 0,29
Settembre	€ 131,12	€ 26,73	€ 197,73	€ 20,91	€ 82,83	€ 459,32	1.673	€ 0,27
Ottobre	€ 157,08	€ 29,29	€ 227,16	€ 24,99	€ 96,47	€ 534,99	1.999	€ 0,27
Novembre	€ 146,41	€ 27,83	€ 219,00	€ 23,71	€ 91,73	€ 508,68	1.897	€ 0,27
Dicembre	€ 146,30	€ 28,48	€ 222,59	€ 24,28	€ 92,76	€ 514,41	1.942	€ 0,26
<b>Totale</b>	<b>€ 1.830,32</b>	<b>€ 394,28</b>	<b>€ 2.597,74</b>	<b>€ 291,33</b>	<b>€ 1.125,01</b>	<b>€ 6.238,68</b>	<b>23.559</b>	<b>€ 0,26</b>
<b>POD: IT001E00097007</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 2015</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>		<b>[kWh]</b>	<b>[€/kWh]</b>
Gennaio	€ 143,75	€ 25,59	€ 217,62	€ 24,53	€ 90,53	€ 502,02	1.962	€ 0,26
Febbraio	€ 135,52	€ 25,69	€ 216,31	€ 24,31	€ 88,40	€ 490,23	1.945	€ 0,25
Marzo	€ 125,93	€ 24,79	€ 211,07	€ 23,46	€ 84,76	€ 470,01	1.905	€ 0,25

## E1406 – Scuola media Barabino – centro civico e biblioteca

Aprile	€ 93,92	€ 164,31	€ 20,71	€ 61,37	€ 340,30	1.597	€ 0,21	
Maggio	€ 65,40	€ 127,80	€ 14,83	€ 45,77	€ 253,80	1.604	€ 0,16	
Giugno	€ 62,46	€ 128,31	€ 14,60	€ 45,18	€ 250,55	1.487	€ 0,17	
Luglio	€ 75,60	€ 161,23	€ 18,51	€ 56,18	€ 311,52	1.431	€ 0,22	
Agosto	€ 110,40	€ 225,61	€ 27,31	€ 79,93	€ 443,26	1.234	€ 0,36	
Settembre	€ 67,46	€ 156,02	€ 17,89	€ 53,10	€ 294,46	1.556	€ 0,19	
Ottobre	€ 75,75	€ 167,65	€ 20,61	€ 58,08	€ 322,09	1.950	€ 0,17	
Novembre	€ 82,49	€ 205,75	€ 25,49	€ 69,02	€ 382,76	1.935	€ 0,20	
Dicembre	€ 164,78	€ 225,58	€ 27,59	€ 91,95	€ 509,90	1.901	€ 0,27	
<b>Totale</b>	<b>€ 1.203,47</b>	<b>€ 76,07</b>	<b>€ 2.207,27</b>	<b>€ 259,83</b>	<b>€ 824,26</b>	<b>€ 4.570,90</b>	<b>20.507</b>	<b>€ 0,22</b>
<b>POD: IT001E00097007</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	€ 111,13		€ 198,86	€ 22,35	€ 73,11	€ 405,44	1.793	€ 0,23
Febbraio	€ 112,40		€ 185,90	€ 23,08	€ 70,70	€ 392,08	1.914	€ 0,20
Marzo	€ 114,22		€ 197,09	€ 25,30	€ 74,05	€ 410,66	1.950	€ 0,21
Aprile	€ 83,63	€ 66,93	€ 119,95	€ 19,80	€ 63,87	€ 354,18	1.584	€ 0,22
Maggio	€ 93,34	€ 67,52	€ 124,38	€ 20,61	€ 67,29	€ 373,14	1.649	€ 0,23
Giugno	€ 82,43	€ 64,97	€ 105,24	€ 17,10	€ 59,34	€ 329,08	1.368	€ 0,24
Luglio	€ 92,68	€ 63,96	€ 97,49	€ 15,70	€ 59,36	€ 329,19	1.256	€ 0,26
Agosto	€ 88,30	€ 64,98	€ 105,17	€ 17,11	€ 60,62	€ 336,18	1.369	€ 0,25
Settembre	€ 123,06	€ 67,94	€ 127,34	€ 21,19	€ 74,70	€ 414,23	1.695	€ 0,24
Ottobre	€ 149,36	€ 69,89	€ 136,44	€ 22,75	€ 83,26	€ 461,70	1.820	€ 0,25
Novembre	€ 180,50	€ 71,79	€ 150,11	€ 25,25	€ 94,08	€ 521,73	2.020	€ 0,26
Dicembre	€ 165,55	€ 70,75	€ 142,66	€ 23,89	€ 88,63	€ 491,48	1.911	€ 0,26
<b>Totale</b>	<b>€ 1.396,60</b>	<b>€ 608,73</b>	<b>€ 1.690,62</b>	<b>€ 254,12</b>	<b>€ 869,02</b>	<b>€ 4.819,09</b>	<b>20.329</b>	<b>€ 0,24</b>

Tabella 7.6 – Andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di rierimento POD 4 - IT001E00097006, Scuola media Barabino

<b>POD: IT001E00097006</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 2014</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[€/kWh]</b>
Gennaio	€ 123,54	€ 19,80	€ 170,29	€ 19,38	€ 33,30	€ 366,31	1.550	€ 0,24
Febbraio	€ 109,06	€ 18,92	€ 157,26	€ 16,78	€ 30,20	€ 332,22	1.342	€ 0,25
Marzo	€ 63,40	€ 12,03	€ 111,96	€ 10,14	€ 19,75	€ 217,28	811	€ 0,27
Aprile	€ 84,97	€ 20,37	€ 163,47	€ 13,43	€ 28,22	€ 310,46	1.074	€ 0,29
Maggio	€ 119,09	€ 27,42	€ 164,91	€ 18,79	€ 33,02	€ 363,23	1.503	€ 0,24
Giugno	€ 46,09	€ 11,93	€ 87,07	€ 7,54	€ 15,26	€ 167,89	603	€ 0,28
Luglio	€ 10,54	€ 4,13	€ 31,71	€ 2,01	€ 4,84	€ 53,23	161	€ 0,33
Agosto	€ 66,22	€ 16,52	€ 195,94	€ 11,71	€ 29,04	€ 319,43	170	€ 1,88
Settembre	-€ 11,67	-€ 164,90	€ 75,65	€ 7,18	-€ 9,37	-€ 103,11	574	-€ 0,18
Ottobre	€ 66,45	€ 14,17	€ 114,98	€ 10,79	€ 20,64	€ 227,03	863	€ 0,26
Novembre	€ 101,23	€ 56,26	€ 154,06	€ 16,48	€ 32,80	€ 360,83	1.318	€ 0,27
Dicembre	€ 114,39	€ 23,93	€ 181,42	€ 19,09	€ 33,88	€ 372,71	2.750	€ 0,14
<b>Totale</b>	<b>€ 893,31</b>	<b>€ 60,58</b>	<b>€ 1.608,72</b>	<b>€ 153,32</b>	<b>€ 271,59</b>	<b>€ 2.987,52</b>	<b>12.719</b>	<b>€ 0,23</b>
<b>POD: IT001E00097006</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>

							O	
Anno 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]		[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	€ 138,05	€ 26,25	€ 204,27	€ 23,68	€ 39,23	€ 431,48	1.894	€ 0,23
Febbraio	€ 145,00	€ 28,75	€ 211,58	€ 25,75	€ 41,11	€ 452,19	2.060	€ 0,22
Marzo	€ 128,29	€ 27,09	€ 199,33	€ 24,19	€ 37,89	€ 416,79	943	€ 0,44
Aprile	€ 58,42		€ 88,57	€ 12,23	€ 15,92	€ 175,15	1.464	€ 0,12
Maggio	€ 60,16		€ 92,84	€ 13,27	€ 16,63	€ 182,90	1.533	€ 0,12
Giugno	€ 58,66		€ 118,06	€ 13,34	€ 19,01	€ 209,07	754	€ 0,28
Luglio	€ 30,84		€ 115,98	€ 7,36	€ 15,42	€ 169,60	403	€ 0,42
Agosto	€ 54,31		€ 147,62	€ 12,44	€ 21,44	€ 235,80	1.045	€ 0,23
Settembre	€ 65,03		€ 152,44	€ 15,27	€ 23,27	€ 256,01	815	€ 0,31
Ottobre	€ 52,99		€ 102,25	€ 13,61	€ 16,88	€ 185,73	1.511	€ 0,12
Novembre	€ 71,39		€ 199,49	€ 21,51	€ 29,24	€ 321,63	1.467	€ 0,22
Dicembre	€ 108,98		€ 166,22	€ 18,57	€ 29,38	€ 323,15	1.215	€ 0,27
<b>Totale</b>	<b>€ 972,14</b>	<b>€ 82,09</b>	<b>€ 1.798,64</b>	<b>201,22</b>	<b>€ 305,41</b>	<b>€ 3.359,50</b>	<b>15.104</b>	<b>€ 0,22</b>
POD: IT001E00097006	VENDITA	DISPACCIA MENTO	RETE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]		[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	€ 84,86		€ 146,64	€ 14,81	€ 24,63	€ 270,94	1.585	€ 0,17
Febbraio	€ 255,69		€ 50,19	€ 23,23	€ 32,91	€ 362,03	1.829	€ 0,20
Marzo	€ 112,21		€ 233,90	€ 25,73	€ 37,18	€ 409,03	1.688	€ 0,24
Aprile	€ 65,58	€ 38,55	€ 95,64	€ 15,34	€ 21,51	€ 236,62	1.127	€ 0,21
Maggio	€ 83,67	€ 43,06	€ 110,62	€ 18,09	€ 25,54	€ 280,98	1.447	€ 0,19
Giugno	€ 41,39	€ 28,42	€ 57,30	€ 8,30	€ 13,54	€ 148,95	664	€ 0,22
Luglio	€ 26,10	€ 12,97	€ 35,68	€ 4,34	€ 7,91	€ 87,00	347	€ 0,25
Agosto	€ 19,95	€ 12,46	€ 31,80	€ 3,63	€ 6,78	€ 74,62	290	€ 0,26
Settembre	€ 80,36	€ 37,13	€ 84,91	€ 13,39	€ 21,58	€ 237,37	1.071	€ 0,22
Ottobre	€ 114,97	€ 45,57	€ 106,31	€ 17,24	€ 28,41	€ 312,50	1.379	€ 0,23
Novembre	€ 151,21	€ 55,82	€ 125,72	€ 20,79	€ 35,35	€ 388,89	1.663	€ 0,23
Dicembre	€ 24,06	€ 56,06	€ 109,38	€ 17,80	€ 20,73	€ 228,03	1.424	€ 0,16
<b>Totale</b>	<b>€ 1.060,06</b>	<b>€ 330,04</b>	<b>€ 1.188,09</b>	<b>€ 182,69</b>	<b>€ 276,09</b>	<b>€ 3.036,97</b>	<b>14.514</b>	<b>€ 0,21</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

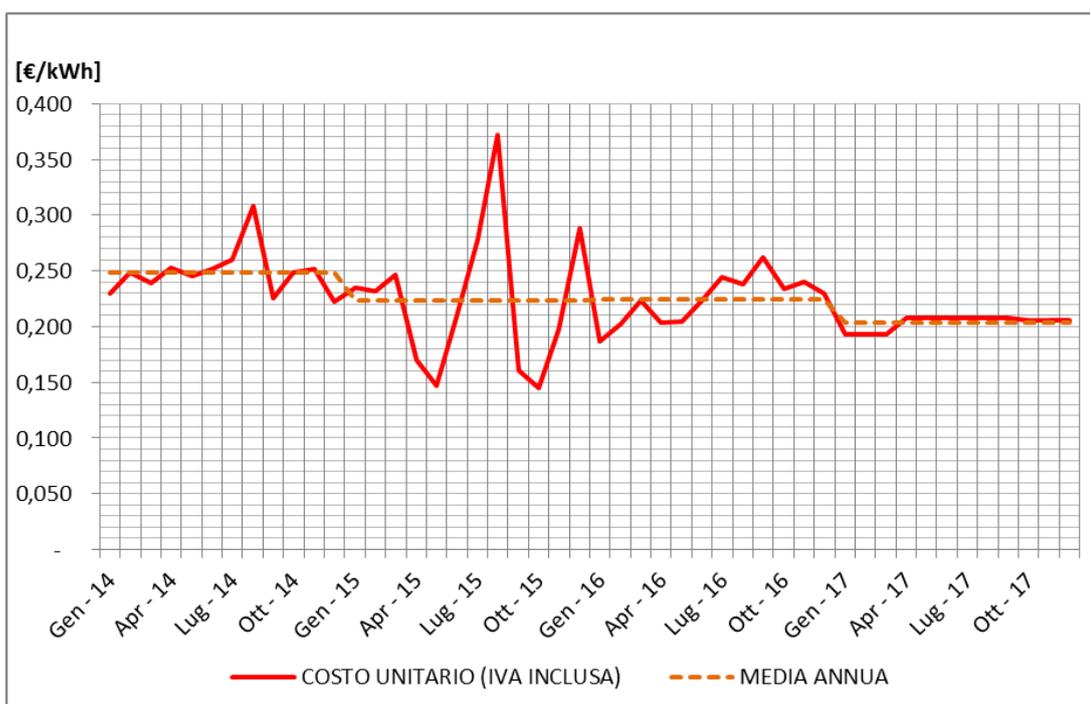
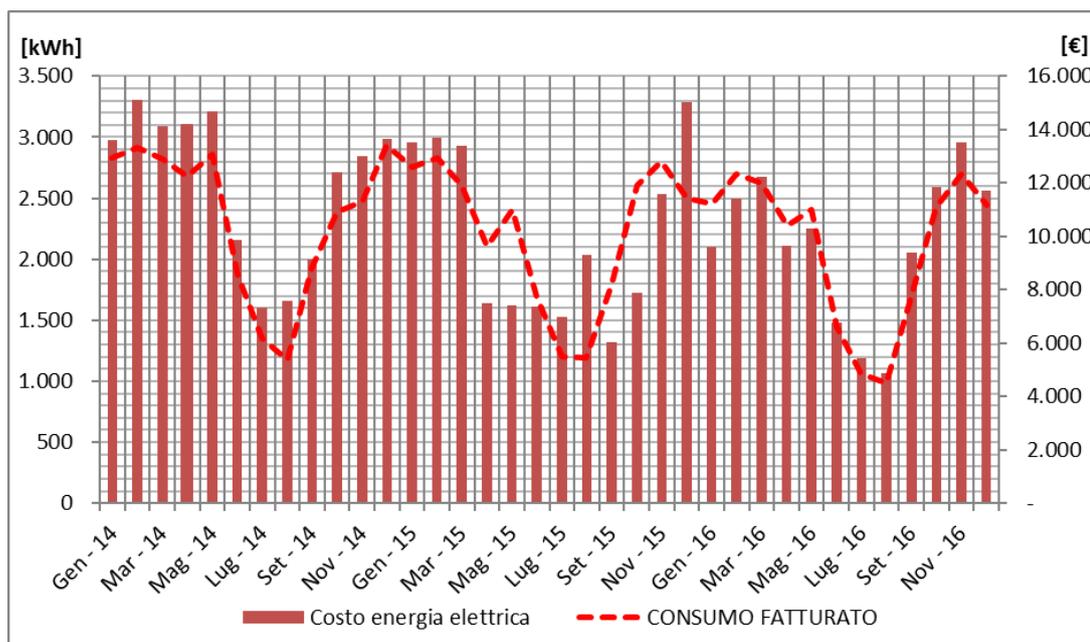


Figura 7.3 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia elettrica



Dall'analisi effettuata risulta evidente che l'andamento dei costi segue l'andamento dei consumi di energia elettrica.

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

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

Nella tabella che segue sono sintetizzati i costi ed i consumi energetici precedentemente analizzati.

Tabella 7.7 - Sintesi dei consumi nel triennio di riferimento

ANNO	VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO		
	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[kWh]	[€]	[€/kWh]
2014	n.d.	n.d.	n.d.	129.052	€ 31.631,74	€ 0,25
2015	n.d.	n.d.	n.d.	121.051	€ 26.171,74	€ 0,22
2016	395.000	n.d.	n.d.	115.295	€ 25.517,12	€ 0,22
Media	395.000	n.d.	n.d.	121.799	€ 27.773,53	€ 0,23

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

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

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo unitario dell'energia termica	Valore ARERA sontato del 5%*	C <sub>uq</sub>	0,077 [€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore ARERA scontato del 5%	C <sub>uEE</sub>	0,203 [€/kWh]

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

\*Nota: costo unitario (fatture) non disponibile. Non essendo pubblicato dall'ARERA un costo di riferimento per il Teleriscaldamento è stato utilizzato il valore ARERA del del gas naturale convertito in €/kWh

### 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:

- L1-042-187: servizio SIE3

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

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

Tali servizi prevedono il pagamento di un canone annuale da parte della PA pari a 71.630 €.

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 7.9. Tabella 7.9 – Valori di costo manutentivi individuati per il calcolo della Baseline

Definizione		Valore	U.M.
Costo per la gestione e manutenzione ordinaria	Corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere	CM <sub>o</sub> 33.095	[€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere	CM <sub>s</sub> 8.797	[€/anno]

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

## 7.4 BASELINE DEI COSTI

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

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

Per la componente energetica vale la seguente formula:

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

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

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

Ne risulta quindi un C<sub>E</sub> pari a 54.566 euro e un C<sub>baseline</sub> pari a 96.459 euro.

Tabella 7.10 – Valori di costo individuati per il calcolo della Baseline

VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO			O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )			TOTALE
Q <sub>baseline</sub>	Cu <sub>Q</sub>	C <sub>Q</sub>	EE <sub>baseline</sub>	Cu <sub>EE</sub>	C <sub>EE</sub>	C <sub>M</sub>	C <sub>MO</sub>	C <sub>MS</sub>	CQ+CEE+CM
[kWh]	[€/kWh]	[€]	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
401.482	0,077	30.868	121.799	0,203	24.700	40.762	32.202	8.560	96.330

Figura 7.4 – Confronto tra i costi medi e di baseline

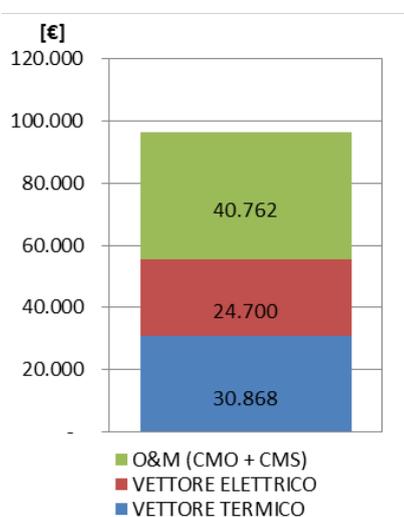
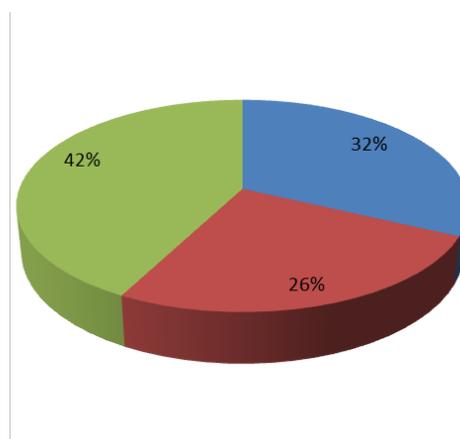


Figura 7.5 – Ripartizione costi di baseline



## 8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

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

#### 8.1.1 Involucro edilizio

##### EEM2: isolamento della copertura

###### Generalità

La misura prevede la posa di uno strato di materiale isolante all'estradosso della copertura al fine di raggiungere un valore di trasmittanza totale per la struttura orizzontale opaca conforme da quanto incentivabile attraverso il conto termico vigente.

Il sistema comporta l'applicazione al di sopra della struttura esistente, di un nuovo strato isolante, di un nuovo manto impermeabile ed infine e di una eventuale protezione del manto stesso conforme all'uso che tale copertura dovrà avere.

Figura 8.1 - Particolare copertura su cui intervenire.

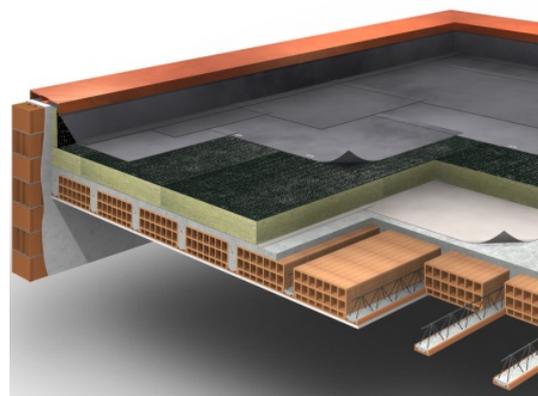


###### Caratteristiche funzionali e tecniche

Questo tipo di soluzione prevede che l'elemento di tenuta sia posto al di sopra dell'elemento termoisolante realizzando così una copertura continua. È molto importante in questo caso la scelta della membrana impermeabile in quanto, essendo essa a contatto con gli agenti atmosferici, deve resistere con successo alle sollecitazioni termiche e meccaniche (vento). Perché l'elemento termoisolante mantenga nel tempo le proprie caratteristiche di resistenza alla trasmissione del calore, è molto importante che esso, salvo casi particolari, venga protetto da uno schermo o barriera al vapore posto al di sotto di esso in modo da evitare che l'umidità proveniente dagli ambienti sottostanti ne pregiudichi nel tempo le caratteristiche

Lana di roccia ad alta resistenza meccanica, conduttività termica  $\lambda$  **0,038 W/mK**,  $150 \text{ kg/m}^3$

Spessore isolante: 16 cm



###### Descrizione dei lavori

L'intervento è così articolato:

- verifica della planarità della superficie destinata a ricevere la barriera al vapore ed eliminazione di eventuali asperità;
- posa della barriera al vapore;
- posa a secco dei pannelli isolanti in un unico strato sfalsati, avendo cura di accostarli perfettamente fra loro per non creare ponti termici in corrispondenza dei giunti: si utilizzano, per questo, pannelli con bordi perimetrali a battente;

- stesura dello strato di separazione costituito da un tessuto non tessuto in poliestere
- posa del manto impermeabile.

### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM2 sono riportati nella tabella che segue.

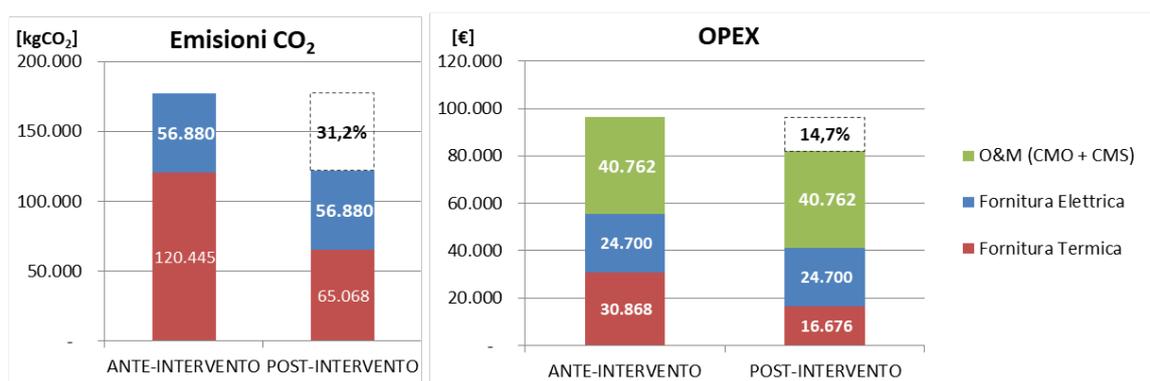
Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM2: isolamento della copertura

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE
EEM2 Trasmittanza	[W/m <sup>2</sup> K]	1,56	0,22	<b>85,9%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	405.514	219.072	<b>46,0%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	117.331	117.331	<b>0,0%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	401.482	216.893	<b>46,0%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	121.799	121.799	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	120.445	65.068	<b>46,0%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	56.880	56.880	<b>0,0%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>177.325</b>	<b>121.948</b>	<b>31,2%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	30.868	16.676	<b>46,0%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	24.700	24.700	<b>0,0%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>55.568</b>	<b>41.376</b>	<b>25,5%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	32.202	32.202	<b>0,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	8.560	8.560	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>40.762</b>	<b>40.762</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>96.330</b>	<b>82.138</b>	<b>14,7%</b>
Classe energetica	[-]	F	E	+1 classe

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,202 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore termico e 0,476 [kgCO<sub>2</sub>/kWh]

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,077 [€/kWh] per il vettore termico e 0,203 [€/kWh]

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



**EEM3: isolamento a cappotto del piano terra ed isolamento solaio di calpestio su esterno****Generalità**

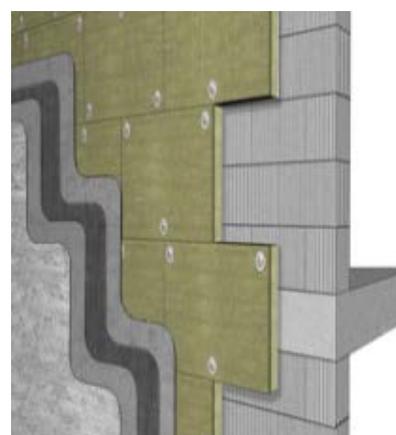
La misura prevede la posa di uno strato di materiale isolante con sistema a cappotto sulla parete verticale opaca del piano terra e del solaio di calpestio su esterno al fine di raggiungere un valore di trasmittanza totale per la struttura conforme da quanto incentivabile attraverso il conto termico vigente.

**Caratteristiche funzionali e tecniche**

L'isolamento a cappotto consiste nell'applicazione di uno strato di materiale coibente sulle pareti perimetrali verticali all'esterno dell'edificio, in modo da ridurre considerevolmente la dispersione di calore attraverso l'involucro. L'isolamento a cappotto presenta gli ulteriori vantaggi di annullare l'effetto di dissipazione dei ponti termici e di aumentare il comfort interno dell'edificio, grazie ad un innalzamento delle temperature superficiali delle facciate interne.

**Polistirene espanso in lastre** sinterizzato, conduttività termica  
lambda **0,039 W/mK**, 10-13 kg/m<sup>3</sup>

**Spessore isolante: 14/16 cm**

**Descrizione dei lavori**

Per eseguire una posa del cappotto a regola d'arte è necessario, in primo luogo, fissare al muro, tramite tasselli ad espansione, le basi di partenza. Per la posa del cappotto termico è necessario inoltre selezionare un collante per cappotto idoneo per isolamento termico a cappotto: il collante per cappotto termico si applica con il sistema a cordolo e tre punti centrali, oppure su supporti complanari, con il sistema del collaggio totale con spatola in acciaio inox dentata. Il collante deve ricoprire almeno il 40% della superficie totale del pannello isolante.

Per eseguire correttamente il cappotto termico, durante la posa del cappotto i pannelli isolanti per cappotto devono essere posati a "mattoncino", sfalsati di almeno 25 cm partendo dal basso verso l'alto. Eventuali giunti aperti tra le lastre, durante la posa del cappotto termico, dovranno essere colmati con adeguata schiuma espansa.

I tasselli per l'ancoraggio meccanico, dove necessari, devono essere applicati a due o tre giorni di distanza dalla posa dei pannelli. Durante la posa del cappotto termico i tasselli vanno invece applicati immediatamente in caso di pannelli in EPS con aggiunta di grafite o pannelli in fibra di legno. La tipologia di tassello per la corretta posa del cappotto termico va scelta in base al tipo di supporto su cui si andrà a posare il cappotto termico.

Dopo un periodo di tre, dieci giorni, si applica una prima rasatura di adesivo rasante.

La posa del cappotto termico prevede poi di applicare il primer, una volta che il rasante si è asciugato.

Il rivestimento della facciata deve essere di 1,2 o 1,5 millimetri e deve essere applicato con temperature e umidità idonee, di colore chiaro, usando prodotti vernicianti con indice di riflessione superiore al 25%.

La posa del cappotto termico si conclude infine con l'applicazione di accessori dedicati quali il nastro autoespandente, il profilo per davanzale, giunti di dilatazione.

Visto la finitura del solaio su esterno si dovrà procedere prima allo smantellamento del rivestimento metallico esistente e la finitura finale prevista sarà ad intonaco come il resto del piano terra.

### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM3 sono riportati nella tabella che segue.

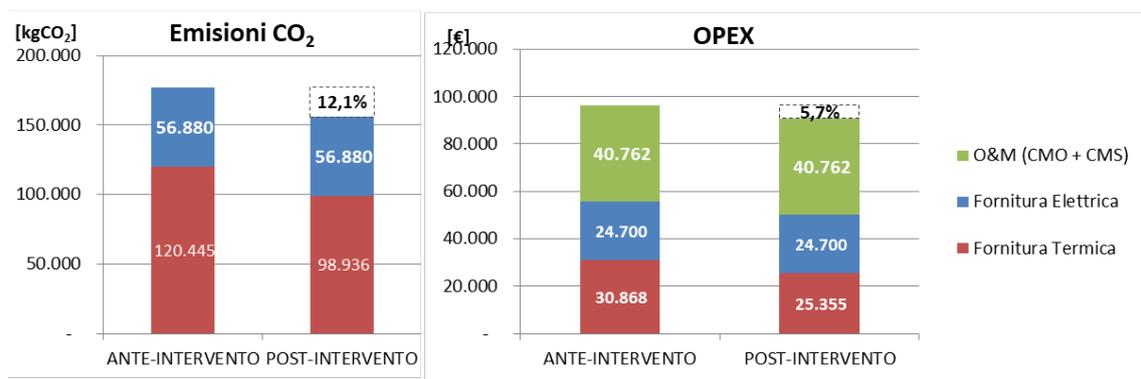
Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM3: isolamento a cappotto del piano terra ed isolamento solaio di calpestio su esterno

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE
EEM3 Trasmittanza	[W/m <sup>2</sup> K]	1,2	0,21	<b>82,5%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	405.514	333.099	<b>17,9%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	117.331	117.331	<b>0,0%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	401.482	329.787	<b>17,9%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	121.799	121.799	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	120.445	98.936	<b>17,9%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	56.880	56.880	<b>0,0%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>177.325</b>	<b>155.816</b>	<b>12,1%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	30.868	25.355	<b>17,9%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	24.700	24.700	<b>0,0%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>55.568</b>	<b>50.056</b>	<b>9,9%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	32.202	32.202	<b>0,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	8.560	8.560	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>40.762</b>	<b>40.762</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>96.330</b>	<b>90.818</b>	<b>5,7%</b>
Classe energetica	[-]	F	E	+1 classe

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,202 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore termico e 0,476 [kgCO<sub>2</sub>/kWh]

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,077 [€/kWh] per il vettore termico e 0,203 [€/kWh]

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



## **EEM5: sostituzione serramenti ed installazione termovalvole**

### **Generalità**

L'intervento prevede la sostituzione dei serramenti originali e l'installazione delle termovalvole su tutti i termosifoni.

Figura 8.4 - Particolare serramenti da sostituire.



### **Caratteristiche funzionali e tecniche**

L'intervento permette la diminuzione delle dispersioni attraverso i serramenti e gli spifferi esistenti e un netto miglioramento del confort interno e della sicurezza.

L'installazione di termovalvole sui corpi scaldanti permette la gestione della temperatura per ogni ambiente, così facendo, si otterrà un considerevole risparmio energetico dovuto alla riduzione degli sprechi.



### **Serramenti in legno/PVC/alluminio con trasmittanza complessiva pari a 1,67 W/m<sup>2</sup>K**

Infissi in pvc con sistema a giunto aperto, permeabilità all'aria secondo norma EN 12207, tenuta alla pioggia battente secondo norma EN 12208, resistenza al vento secondo la norma EN 12210.

Vetrocamera costituito da due lastre antieffrazione e anticaduta; una lastra è rifinita con uno speciale trattamento basso-emissivo che garantisce un elevato isolamento termico. L'intercapedine tra i vetri è riempita con argon.

### **Descrizione dei lavori**

Inserire nell'opera muraria un'apposita controccassa, su misura da progetto. Successivamente effettuare l'installazione del serramento completo di ferramenta, guarnizioni e vetro per garantire il corretto isolamento termico e acustico.

Il piano di separazione tra clima ambiente e clima esterno sarà realizzato in modo da garantire la protezione del giunto dal clima ambiente. Il rispetto di questo requisito viene assicurato dall'esecuzione in forma di barriera al vapore (nastri di tenuta, sigillanti, membrane impermeabili).

Grazie alla sigillatura esterna, il piano di protezione dagli agenti atmosferici nella zona di raccordo correrà sulla superficie esterna della costruzione.

I fissaggi dovranno trasmettere all'edificio, con la necessaria sicurezza, tutte le forze che agiscono a livello della finestra, tenendo conto dei movimenti che intervengono nella zona di raccordo. Nella fase di progettazione valutare le condizioni della struttura esistente, il rilevamento delle forze agenti nella zona di raccordo e dei movimenti che interessano tale zona. A seguito di tale analisi verranno scelti i punti e gli elementi di fissaggio.

L'installazione del profilo tramite viti autofilettanti in acciaio, garantirà il diretto fissaggio tra i componenti edilizi, aumentato ulteriormente dall'inserimento di schiuma poliuretanica negli spazi rimanenti, materiale che permette il continuo assestamento del serramento.

Per quanto riguarda le termovalvole ogni terminale di emissione verrà smontato, pulito e rimontato con le nuove valvole installate. Alla fine dei lavori tutto l'impianto verrà caricato e si procederà ad un test di funzionamento.

### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM5 sono riportati nella tabella che segue.

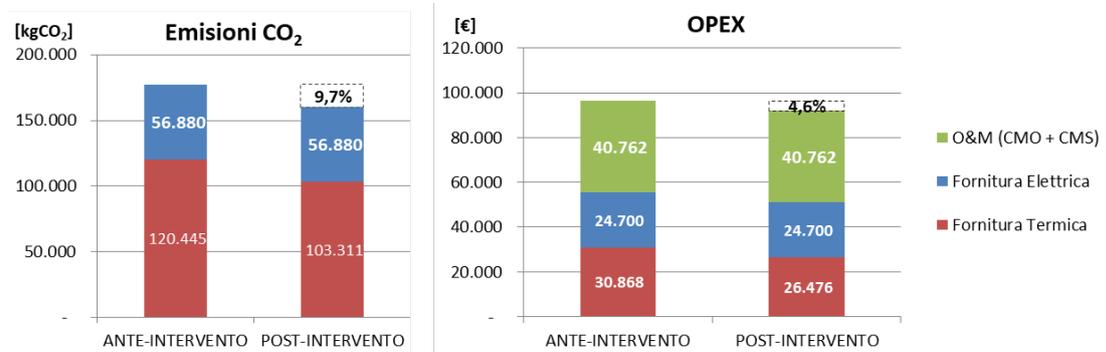
Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM5: sostituzione serramenti ed installazione termovalvole

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE
EEM5 Trasmittanza	[W/m <sup>2</sup> K]	4,1	1,6	<b>61,0%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	405.514	347.827	<b>14,2%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	117.331	117.331	<b>0,0%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	401.482	344.369	<b>14,2%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	121.799	121.799	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	120.445	103.311	<b>14,2%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	56.880	56.880	<b>0,0%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>177.325</b>	<b>160.191</b>	<b>9,7%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	30.868	26.476	<b>14,2%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	24.700	24.700	<b>0,0%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>55.568</b>	<b>51.177</b>	<b>7,9%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	32.202	32.202	<b>0,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	8.560	8.560	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>40.762</b>	<b>40.762</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>96.330</b>	<b>91.939</b>	<b>4,6%</b>
Classe energetica	[-]	F	E	+1 classe

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,202 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore termico e 0,476 [kgCO<sub>2</sub>/kWh]

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,077 [€/kWh] per il vettore termico e 0,203 [€/kWh]

Figura 8.5 – EEM5: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



## 8.1.2 Impianto riscaldamento

### EEM4: Installazione di termovalvole

#### Generalità

Il miglioramento delle prestazioni energetiche del sottosistema di regolazione dell'impianto termico si può ottenere intervenendo con l'installazione di termovalvole su ciascun corpo scaldante.

Su ciascun corpo scaldante verranno sostituite le valvole ed i detentori per permettere l'installazione di testine di termoregolazione a bassa inerzia.

#### Caratteristiche funzionali e tecniche

L'installazione di termovalvole sui corpi scaldanti permette la gestione della temperatura per ogni ambiente, così facendo, si otterrà un considerevole risparmio energetico dovuto alla riduzione degli spechi.

#### Descrizione dei lavori

Ogni terminale di emissione verrà smontato, pulito e rimontato con le nuove valvole installate. Alla fine dei lavori tutto l'impianto verrà caricato e si procederà ad un test di funzionamento.

#### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM4 sono riportati nella tabella che segue.

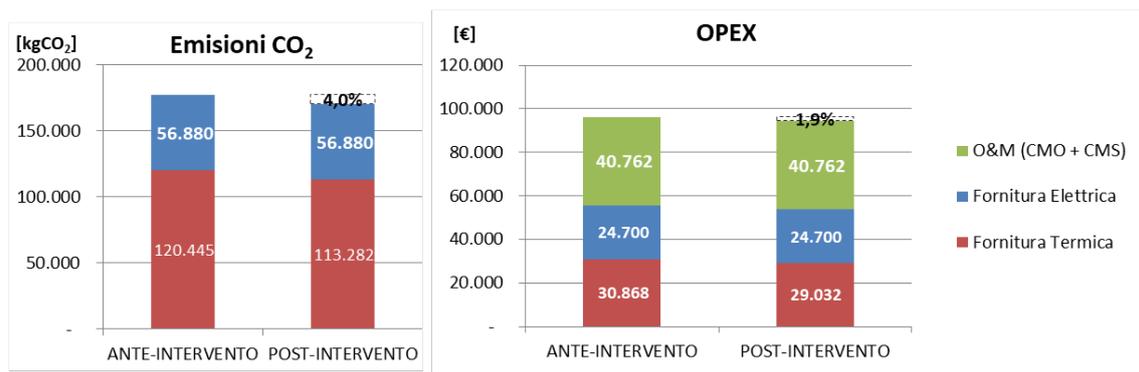
Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM4: installazione di termovalvole

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE
EEM4 rendimento regolazione		0,96	0,97	-1,0%
$Q_{teorico}$	[kWh]	405.514	381.398	5,9%
$EE_{teorico}$	[kWh]	117.331	117.331	0,0%
$Q_{baseline}$	[kWh]	401.482	377.605	5,9%
$EE_{baseline}$	[kWh]	121.799	121.799	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	120.445	113.282	5,9%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	56.880	56.880	0,0%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>177.325</b>	<b>170.162</b>	<b>4,0%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	30.868	29.032	5,9%
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	24.700	24.700	0,0%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>55.568</b>	<b>53.732</b>	<b>3,3%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	32.202	32.202	0,0%
C <sub>MS</sub>	[€]	8.560	8.560	0,0%
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>40.762</b>	<b>40.762</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>96.330</b>	<b>94.494</b>	<b>1,9%</b>
Classe energetica	[-]	F	E	+1 classe

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,202 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore termico e 0,476 [kgCO<sub>2</sub>/kWh]

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,077 [€/kWh] per il vettore termico e 0,203 [€/kWh]

Figura 8.6 – EEM4: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



### 8.1.3 Impianto produzione acqua calda sanitaria

Nessuna EEM prevista in quanto il consumo dell'acqua calda sanitaria risulta poco significativo e non si ritiene conveniente applicare misure di efficientamento energetico in termini di costi-benefici.

### 8.1.4 Impianto di ventilazione e climatizzazione estiva

Nessuna EEM prevista perché l'impianto di ventilazione e climatizzazione estiva non è presente.

### 8.1.5 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico

#### **EEM1: Relamping**

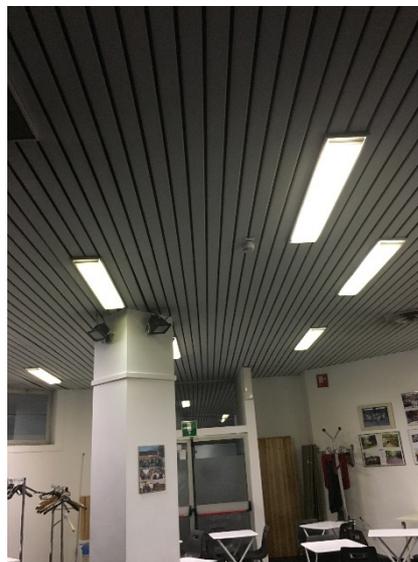
##### **Generalità**

Il miglioramento delle prestazioni energetiche dell'impianto di illuminazione si può ottenere sostituendo le attuali lampade fluorescenti con tubi a led.

L'intervento comporta:

- la sostituzione di tutte le lampade fluorescenti dell'edificio modificando gli apparecchi esistenti in funzione dei nuovi tubi a led
- la sostituzione delle lampadine ad incandescenza con lampadine a led
- la sostituzione degli apparecchi con tecnologia alogena con nuovi apparecchi illuminanti a led.

Figura 8.7 - Particolare impianto illuminazione su cui intervenire.



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

Per evidenziare la convenienza che si ha nell'uso della tecnologia a led si possono citare i seguenti aspetti:

- Risparmio energetico: il consumo dei led è provato nettamente inferiore alle tecnologie tradizionali.
- Durata del ciclo di vita: la durata media di una lampada a LED viene stimata da laboratori specializzati intorno alle 60.000 ore (ovvero 13 anni con un funzionamento di 12 ore/giorno); tale ciclo di vita stimato è tuttavia conservativo; Di fatto si stima che può facilmente raggiungere oltre le 80000 – 100000 ore (ovvero fino a 23 anni con un uso di 12 ore al giorno). Per fare un confronto con le lampade al sodio ad alta pressione queste hanno una durata di 4000 – 5000 ore (tradotto dagli 11 ai 14 mesi sempre con un uso di 12 ore/giorno) e dopo 3000 ore subiscono una riduzione del 40% del flusso luminoso.
- Qualità della luce: i LED emettono luce bianca che consente di far risaltare in modo ottimale i colori.
- Efficienza luminosa: L'efficienza luminosa di una sorgente di luce è il rapporto tra il flusso luminoso e la potenza in ingresso ed è espressa in lumen/watt. La tecnologia a LED proposta ha una efficienza luminosa che va da **90 lm/W** per il modello standard a **111 lm/W**. In confronto le altre tecnologie hanno le seguenti efficienze:
  - 13 lm/W delle lampade ad incandescenza
  - 16 lm/W per le alogene
  - 50 lm/W per le fluorescenti (cosiddette a risparmio energetico)
  - 111 lm/W per i Led.
- Manutenzione: i costi per la manutenzione degli apparati di illuminazione a LED vengono stimati nell'ordine di un decimo rispetto agli impianti di uso comune.
- Salubrità e rischio inquinamento: I LED non contengono gas nocivi alla salute; in tema poi di inquinamento luminoso il led brilla, ma non satura l'ambiente e nulle sono le emissioni di raggi ultravioletti che possono essere dannose per l'uomo in caso di lunghe esposizioni

### Descrizione dei lavori

Per quanto riguarda il principio diverso tra NEON e LED per la sostituzione dei primi con i secondi bisogna applicare due modifiche, in quanto il LED pretende i 220V diretti:

- 1) eliminare lo STARTER
- 2) eliminare il REATTORE connettendo tutti e due i fili sullo stesso morsetto

I lavori avverranno sostituendo completamente gli apparecchi/lampade esistenti con nuovi apparecchi/lampade a led. Si procederà locale per locale durante le ore di non utilizzo dell'edificio scolastico previo scollegamento dei punti luce dalla corrente. Per accedere all'apparecchio si utilizzerà un trabattello.

### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM1 sono riportati nella tabella che segue.

Tabella 8.5 – Risultati analisi EEM1: relamping

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE
EEM1 efficienza luminosa	[lm/W]	84	110	<b>-31,0%</b>
$Q_{teorico}$	[kWh]	405.514	405.514	<b>0,0%</b>
$EE_{teorico}$	[kWh]	117.331	62.942	<b>46,4%</b>
$Q_{baseline}$	[kWh]	401.482	401.482	<b>0,0%</b>
$EE_{Baseline}$	[kWh]	121.799	65.339	<b>46,4%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	120.445	120.445	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	56.880	30.513	<b>46,4%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>177.325</b>	<b>150.958</b>	<b>14,9%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	30.868	30.868	<b>0,0%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	24.700	13.250	<b>46,4%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>55.568</b>	<b>44.118</b>	<b>20,6%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	32.202	32.202	<b>0,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	8.560	8.560	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>40.762</b>	<b>40.762</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>96.330</b>	<b>84.880</b>	<b>11,9%</b>
Classe energetica	[-]	F	F	nessun salto di classe

Figura 8.8 - Particolare schema collegamento tubi neon classici e tubo led

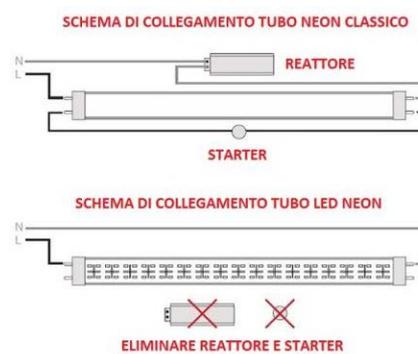
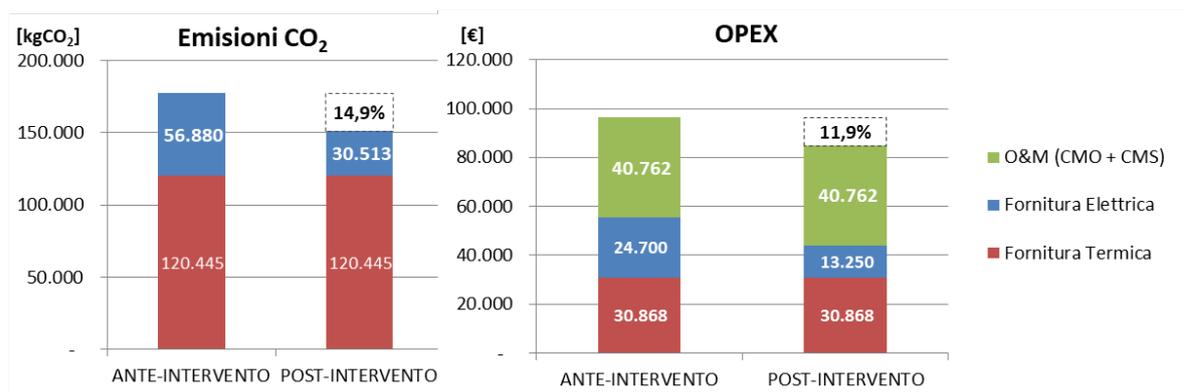


Figura 8.9 – EEM1: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



### 8.1.6 Impianto di generazione da fonti rinnovabili

Nessuna EEM prevista, in quanto non sussistono le condizioni per la realizzazione di un impianto a fonti rinnovabili.

## 9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

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

#### **EEM1: Relamping**

Nella Tabella 9.2 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nell'efficientamento dell'impianto di illuminazione interno ed esterno con un sistema a led.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0 per 5 anni.

Tabella 9.1– Stima dell'incentivo da Conto Termico

STIMA INCENTIVO CONTO TERMICO	
Percentuale spesa ammissibile	40%
Costo massimo ammissibile	35 €/m <sup>2</sup>
Valore massimo incentivo	70.000 €

Tabella 9.2 – Analisi dei costi della EEM1: relamping

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO [€/n° o €/m <sub>2</sub> ]	PREZZO UNITARIO O SCONTO [€/n° o €/m <sub>2</sub> ]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [%]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Fornitura tubo led philips per sostituzione tubo 36 W - starter incluso	<a href="https://www.lampadadiretta.it/philips/philips-lampade-a-led/tubi-led-philips">https://www.lampadadiretta.it/philips/philips-lampade-a-led/tubi-led-philips</a>	985	cad.	7,45	6,77	6.671,14	22%	8.138,79
Fornitura tubo led philips per sostituzione tubo 58 W - starter incluso	<a href="https://www.lampadadiretta.it/philips/philips-lampade-a-led/tubi-led-philips">https://www.lampadadiretta.it/philips/philips-lampade-a-led/tubi-led-philips</a>	20	cad.	19,7	17,91	358,18	22%	436,98
Fornitura tubo led philips per sostituzione tubo 18 W - starter incluso	<a href="https://www.lampadadiretta.it/philips/philips-lampade-a-led/tubi-led-philips">https://www.lampadadiretta.it/philips/philips-lampade-a-led/tubi-led-philips</a>	46	cad.	14,85	13,50	621,00	22%	757,62
Fornitura lampadina led philips per sostituzione lampada incandescenza 24 W	<a href="https://www.lampadadiretta.it/philips-corepro-ledluster-e14-p45-4w-827-chiara-sostituto-25w">https://www.lampadadiretta.it/philips-corepro-ledluster-e14-p45-4w-827-chiara-sostituto-25w</a>	41	cad.	2,45	2,23	91,32	22%	111,41
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezziario Regione Liguria RU.M01.E01.020	411	h	31,88	28,98	11.911,53	22%	14.532,06
Rimozione e smaltimento di corpo illuminante	Prezziario Comune di Milano - voce: 1E.02.070.0020	71	cad	5,73	5,21	369,85	22%	451,21
Proiettore orientabile da esterno / interno - lampade led 4000K 6400 Lm potenza 47W	Prezziario Comune di Milano - voce: 1E.06.060.0040.a	40	cad	285,3	259,36	10.374,55	22%	12.656,95
Plafoniera per installazione a soffitto o a sospensione - lampada led 4000K 3700lm potenza 31 W - modulo da 600x600 mm	Prezziario Comune di Milano - voce: 1E.06.060.0120.b	31	cad	246,63	224,21	6.950,48	22%	8.479,59
costi progettazione	-	3%	%			1.120,44	22%	1.366,94
Costi per la sicurezza	-	7%	%			2.614,36	22%	3.189,52
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>						<b>41.082,84</b>	<b>22%</b>	<b>50.121,06</b>
<b>Incentivi</b>	<b>Conto termico</b>							<b>21.395,00</b>
<b>Durata incentivi</b>	<b>5 anni</b>							
<b>Incentivo annuo</b>								<b>4.009,60</b>

### EEM2: isolamento della copertura

Nella Tabella 9.2 che segue è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2, che consiste nell'isolamento del solaio di copertura.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0 per 5 anni.

Tabella 9.3– Stima dell'incentivo da Conto Termico

STIMA INCENTIVO CONTO TERMICO	
Percentuale spesa ammissibile	40%
Costo massimo ammissibile	200 €/m <sup>2</sup>
Valore massimo incentivo	400.000 €

Tabella 9.4 – Analisi dei costi della EEM2: isolamento della copertura

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sub>2</sub> ]	[€/n° o €/m <sub>2</sub> ]	[€]	[%]	[€]
Posa isolamento termo-acustico superfici orizzontali (coperture e simili)	Preziario Regione Liguria - voce: 25.A44.A50.019	3151,39	mq	6,26	5,69	17.934,27	22%	21.879,81
Membrana elastoplastomerica munita di adesivo incorporata	Preziario Regione Liguria - voce: PR.A18.A25.039	3151,39	mq	5,67	5,15	16.243,98	22%	19.817,66
Pannelli rigidi in lana di roccia della densità di 150 kg/mc e lambda pari a 0,037 W/mK	Preziario Regione Liguria - voce: PR.A17.Y04.010	3151,39 mq x 16cm	mq cm	2,00	1,82	91.676,80	22%	111.845,70
Costi per la sicurezza	-	3%	%			3.775,65	22%	4.606,30
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			8.809,85	22%	10.748,02
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM2)</b>						<b>138.440,56</b>	<b>22%</b>	<b>168.897,49</b>
<b>Incentivi</b>	<b>Conto termico</b>							<b>67.559,00</b>
<b>Durata incentivi</b>	<b>5 anni</b>							
<b>Incentivo annuo</b>								<b>13.511,80</b>

### EEM3: isolamento a cappotto del piano terra ed isolamento solaio di calpestio su esterno

Nella Tabella 9.2 che segue è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 3, che consiste nell'isolamento a cappotto della muratura de piano terra e del contestuale isolamento del solaio di calpestio del piano primo su esterno.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0 per 5 anni.

Tabella 9.5– Stima dell'incentivo da Conto Termico

STIMA INCENTIVO CONTO TERMICO	
Percentuale spesa ammissibile	40%
Costo massimo ammissibile	200 €/m <sup>2</sup>
Valore massimo incentivo	400.000 €

Tabella 9.6 – Analisi dei costi della EEM3: isolamento a cappotto del piano terra ed isolamento solaio di calpestio su esterno

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[%]	[€]
pannello in polistirene espanso sinterizzato, densità 10-13 kg/m <sup>3</sup>	Prezziario Regione Liguria - voce: PR.A17.U01.010	661,33 mq x 14 cm	mq cm	0,33	0,30	2.777,59	22%	3.388,65
pannello in polistirene espanso sinterizzato, densità 10-13 kg/m <sup>4</sup>	Prezziario Regione Liguria - voce: PR.A17.U01.011	1281 mq x 16 cm	mq cm	0,33	0,30	6.148,80	22%	7.501,54
Posa isolamento termo-acustico superfici verticali	Prezziario Regione Liguria - voce: 25.A44.A30.010	1942,05	mq	13,41	12,19	23.675,36	22%	28.883,93
Posa isolamento termo-acustico superfici orizzontali (coperture e simili)	Prezziario Regione Liguria - voce: 25.A44.A50.019	830,8	mq	6,26	5,69	4.728,01	22%	5.768,17
intonaco esterno	Prezziario Regione Liguria - voce: 1.16.1.A10	2772,85	mq	66,72	60,65	168.185,96	22%	205.186,87
tinteggiatura superfici murarie esterne	Prezziario Regione Liguria - voce: 0.A90.A20.010	2772,85	mq	5,79	5,26	14.595,27	22%	17.806,23
costi progettazione	-	3%	%			6.603,33	22%	8.056,06
Costi per la sicurezza	-	7%	%			15.407,77	22%	18.797,48
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM3)</b>						<b>242.122,08</b>	<b>22%</b>	<b>295.388,93</b>
<b>Incentivi</b>	<b>Conto termico</b>							<b>110.914,00</b>
<b>Durata incentivi</b>	<b>5 anni</b>							
<b>Incentivo annuo</b>								<b>22.182,80</b>

**EEM4: Installazione di termovalvole**

Nella Tabella 9.2 che segue è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 4, che consiste nell'installazione di valvole termostatiche sui corpi radianti.

Tabella 9.7 – Analisi dei costi della EEM4: installazione di termovalvole

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[%]	[€]
Fornitura e posa valvola termostatica	Prezziario Comune di Milano - voci: 1M.13.160.0020.b - 1M.13.160.0020.b - 1M.13.160.0040	103	a corpo	46,41	42,19	4.345,66	22%	5.301,71
costi progettazione	-	3%	%			130,37	22%	159,05
Costi per la sicurezza - valvole	-	7%	%			304,20	22%	371,12
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM4)</b>						<b>4.780,23</b>	<b>22%</b>	<b>5.831,88</b>

### **EEM5: sostituzione serramenti ed installazione termovalvole**

Nella Tabella 9.2 che segue è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 5, che consiste nella sostituzione dei serramenti esistenti con nuovi serramenti rispettanti le caratteristiche termiche necessarie ad ottenere gli incentivi previsti dal conto termico.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0 per 5 anni.

Tabella 9.8– Stima dell'incentivo da Conto Termico

STIMA INCENTIVO CONTO TERMICO	
Percentuale spesa ammissibile	40%
Costo massimo ammissibile	200 €/m <sup>2</sup>
Valore massimo incentivo	400.000 €

Tabella 9.9 – Analisi dei costi della EEM5: sostituzione serramenti ed installazione termovalvole

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sub>2</sub> ]	[€/n° o €/m <sub>2</sub> ]	[€]	[€]	[€]
Smontaggio e recupero delle parti riutilizzabili, incluso accantonamento nell'ambito del cantiere, di: serramenti in legno (misura minima 2,00 m <sup>2</sup> )	Prezziario Regione Liguria - voce: 25.A05.H01.110	481,96	mq	10,15	9,23	4.447,18	22%	5.425,56
Finestra o portafinestra in PVC apertura ad una o due ante	Prezziario Regione Liguria - voce: PR.A23.A30.010	481,96	mq	328,90	299,00	144.106,04	22%	175.809,37
Posa serramento	Prezziario Regione Liguria - voce: 25.A80.A30.010	481,96	mq	47,62	43,29	20.864,49	22%	25.454,67
Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 15 mm	Prezziario Regione Liguria PR.C17.A15.010	103	cad	35,42	32,20	3.316,60	22%	4.046,25
Costi per la sicurezza	-	3%	%			5.182,03	22%	6.322,08
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			12.091,40	22%	14.751,51
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>						<b>190.007,73</b>	<b>22%</b>	<b>231.809,43</b>
<b>Incentivi</b>	<b>Conto termico</b>							<b>86.753,00</b>
<b>Durata incentivi</b>	<b>5 anni</b>							
<b>Incentivo annuo</b>								<b>17.350,06</b>

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

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

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

In attuazione delle disposizioni di cui all'articolo 7, comma 6 del decreto legislativo 102/2014, le amministrazioni pubbliche che optino, anche per il tramite di una ESCO, per la procedura di prenotazione dell'incentivo del Conto Termico, possono richiedere l'erogazione di una rata di acconto al momento della comunicazione dell'avvio dei lavori e di una rata di saldo a seguito della sottoscrizione della scheda-contratto. A tal fine, il GSE eroga la rata di acconto entro 60 giorni dalla ricezione della comunicazione di avvio dei lavori suddetta. La rata di acconto è pari ai due quinti del beneficio complessivamente riconosciuto, se la durata dell'incentivo è di cinque anni, ovvero al 50%, nel caso in cui la durata sia di due anni.

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, 25 anni per lo SCN1, o, 15 anni per SCN2;

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

5) Indice di Profitto (IP):

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

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

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

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

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

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

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

### EEM1: Relamping

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

Tabella 9.10 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1: relamping

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	50.121
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	n	anni	8
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	4,5	4,5
Tempo di rientro attualizzato	TRA	5,0	5,0
Valore attuale netto	VAN	15.729	15.729
Tasso interno di rendimento	TIR	12,2%	12,2%
Indice di profitto	IP	0,31	0,31

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle figure che seguono.

Figura 9.1 – EEM1: Flusso di cassa non attualizzato (senza incentivi)

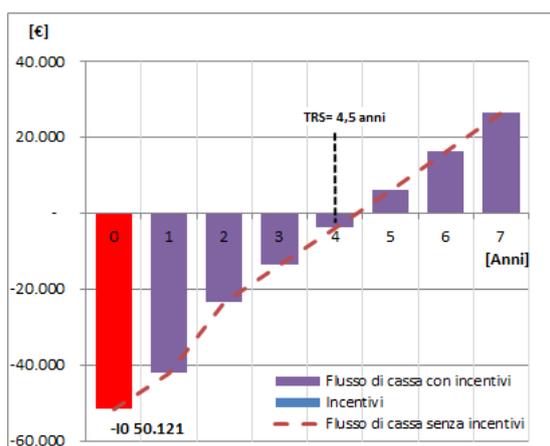
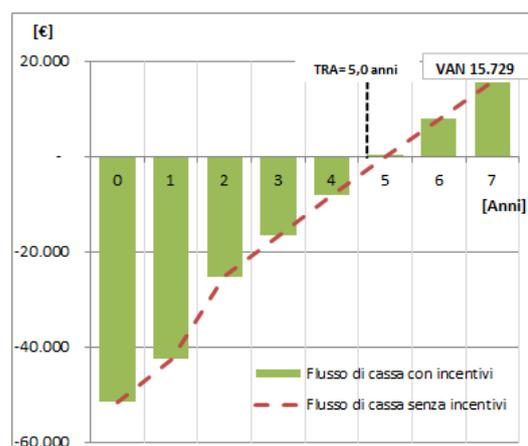


Figura 9.2 – EEM1: Flusso di cassa attualizzato (con incentivi)



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento ha tempi di ritorno estremamente brevi ed un van nettamente positivo.

## EEM2: isolamento della copertura

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

Tabella 9.11 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM2: isolamento della copertura

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	168.897
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	13.512
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	11,5	6,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA	15,7	8,7
Valore attuale netto	VAN	84.205	144.357
Tasso interno di rendimento	TIR	7,9%	12,2%
Indice di profitto	IP	0,50	0,85

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle figure che seguono.

Figura 9.3 – EEM2: Flusso di cassa non attualizzato (senza incentivi)

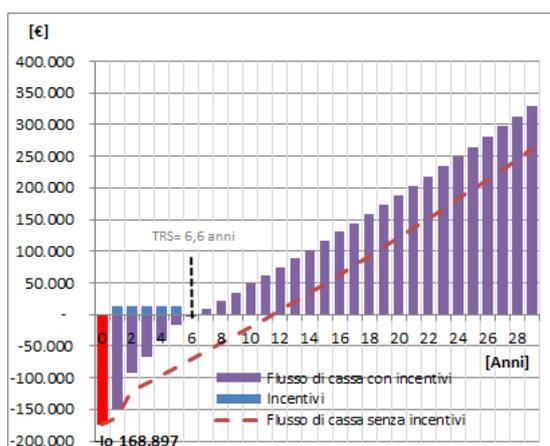
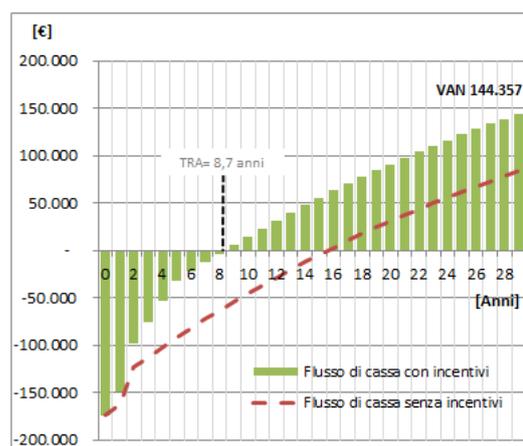


Figura 9.4 – EEM2: Flusso di cassa attualizzato (con incentivi)



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento ha tempi di ritorno brevi ed un van nettamente positivo.

### EEM3: isolamento a cappotto del piano terra ed isolamento solaio di calpestio su esterno

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

Tabella 9.12 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM3: isolamento a cappotto del piano terra ed isolamento solaio di calpestio su esterno

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	295.389
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	22.183
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	>30	26,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA	>30	>30
Valore attuale netto	VAN	<0	<0
Tasso interno di rendimento	TIR	-2,7%	0,6%
Indice di profitto	IP	-0,56	-0,23

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle figure che seguono.

Figura 9.5 – EEM3: Flusso di cassa non attualizzato (senza incentivi)

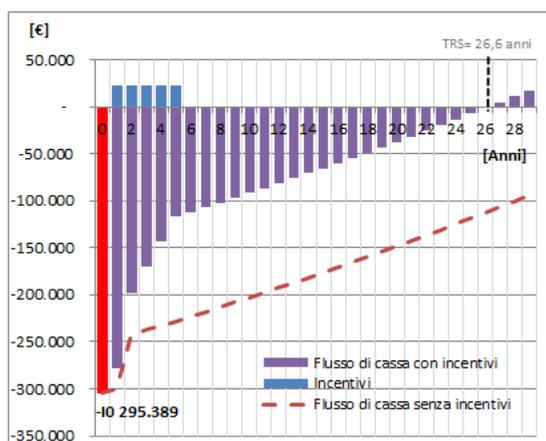
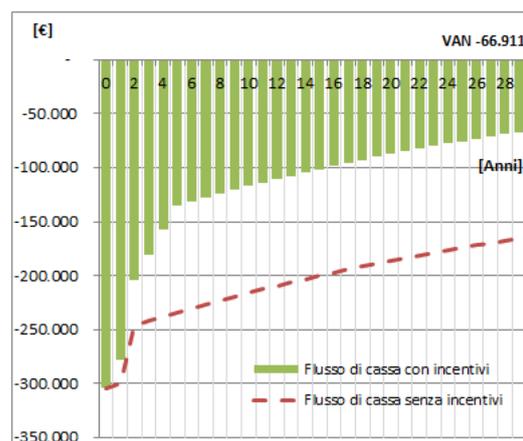


Figura 9.6 – EEM3: Flusso di cassa attualizzato (con incentivi)



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento non risulta economicamente vantaggioso.

### EEM4: Installazione di termovalvole

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

Tabella 9.13 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM4: installazione di termovalvole

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	5.832
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	n	anni	15
Incentivo annuo	B	€/anno	-
Durata incentivo	$n_B$	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	3,3	3,3
Tempo di rientro attualizzato	TRA	3,6	3,6
Valore attuale netto	VAN	12.240	12.240
Tasso interno di rendimento	TIR	28,6%	28,6%
Indice di profitto	IP	2,10	2,10

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle figure che seguono.

Figura 9.7 – EEM4: Flusso di cassa non attualizzato (senza incentivi)

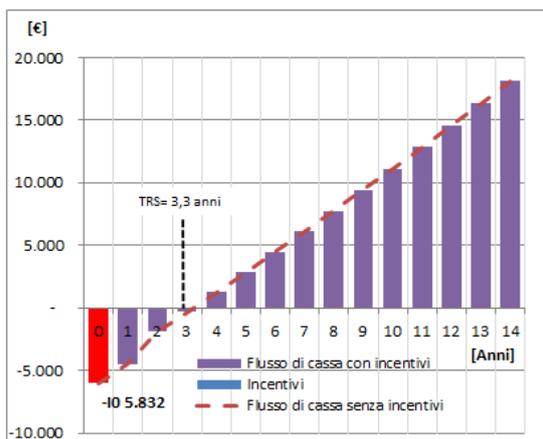
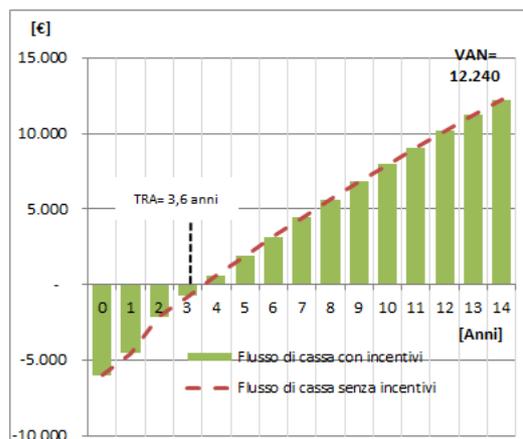


Figura 9.8 – EEM4: Flusso di cassa attualizzato (con incentivi)



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento ha tempi di ritorno accettabili ed un van positivo.

### EEM5: sostituzione serramenti ed installazione termovalvole

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

Tabella 9.14 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM5: sostituzione serramenti ed installazione termovalvole

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	231.809
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	17.351
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	>30	26,0
Tempo di rientro attualizzato	TRA	>30	>30
Valore attuale netto	VAN	<0	<0
Tasso interno di rendimento	TIR	-2,6%	0,7%
Indice di profitto	IP	-0,56	-0,22

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle figure che seguono.

Figura 9.9 – EEM5: Flusso di cassa non attualizzato (senza incentivi)

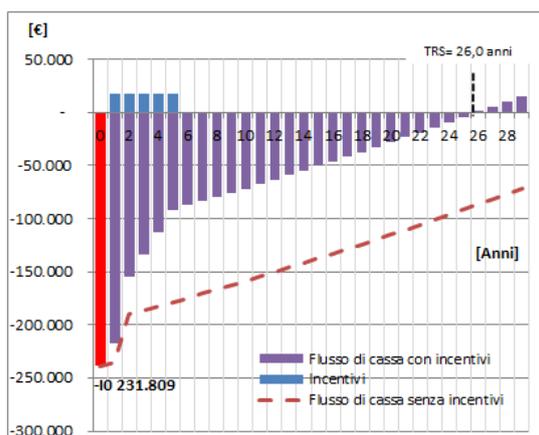
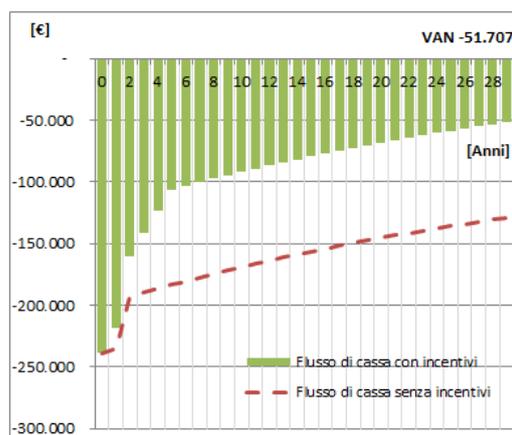


Figura 9.10 – EEM5: Flusso di cassa attualizzato (con incentivi)



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento ha tempi di ritorno oltre i 15 anni ed un van negativo, per cui non economicamente consigliabile.

## Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle tabelle che seguono.

Tabella 9.15 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso senza incentivi

SENZA INCENTIVI												
	% $\Delta_E$ [%]	% $\Delta_{CO_2}$ [%]	$\Delta C_E$ [€/anno]	$\Delta C_{MO}$ [€/anno]	$\Delta C_{MS}$ [€/anno]	$I_0$ [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	21%	15%	11.450	0	0	50.121	4,47	5,00	8	15.729	12%	0,31
EEM 2	26%	31%	14.192	0	0	168.897	11,50	15,73	30	84.205	8%	0,50
EEM 3	10%	12%	5.512	0	0	295.389	>30	>30	30	<0	-3%	-0,56
EEM 4	3%	4%	1.836	0	0	5.832	3,31	3,64	15	12.240	29%	2,10
EEM 5	8%	10%	4.391	0	0	231.809	>30	>30	30	<0	-3%	-0,56

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

Dall'analisi dei risultati emerge che gli interventi sull'involucro risultano essere i più dispendiosi e quelli caratterizzati da un tempo di ritorno maggiore. Ciò risulta in linea con la letteratura a riguardo e con il fatto che l'edificio risalendo ai primi anni '80 presenta strutture opache debolmente isolate.

Tabella 9.16 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso con incentivi

CON INCENTIVI												
	% $\Delta_E$ [%]	% $\Delta_{CO_2}$ [%]	$\Delta C_E$ [€/anno]	$\Delta C_{MO}$ [€/anno]	$\Delta C_{MS}$ [€/anno]	$I_0$ [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	21%	15%	11.450	0	0	50.121	4,47	5,00	8	15.729	12%	0,31
EEM 2	26%	31%	14.192	0	0	168.897	6,64	8,70	30	144.357	12%	0,85
EEM 3	10%	12%	2.545	0	0	295.389	26,58	>30	30	<0	1%	-0,23
EEM 4	3%	4%	1.836	0	0	5.832	3,31	3,64	15	12.240	28,56%	2,10
EEM 5	8%	10%	4.391	0	0	231.809	25,98	>30	30	<0	1%	-0,22

Dall'analisi dei risultati emerge che grazie agli incentivi del conto termico anche gli interventi sull'involucro risultano affrontabili soprattutto nell'ottica di un efficientamento globale dell'edificio.

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

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

La scelta degli scenari ottimale è quindi stata effettuata a partire dai risultati riportati nella tabella di cui sopra, tramite la comparazione di VAN ed IP dei diversi casi delle singole EEM, valutati per ciascun

scenario considerando una vita utile in termini di TRS accettabile e la sostenibilità finanziaria degli investimenti in termini di DSCR e LLCR.

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

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

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

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

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

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

Dove:

- $Kd$  è costo del debito, sarà ipotizzato pari a 3.82%
- $Ke$  è il costo dell'equity, ossia il rendimento atteso dall'investitore, sarà ipotizzato pari a 9.00%
- $D$  è il Debito, pari a 80% di  $I_0$
- $E$  è l'Equity, pari a 20% di  $I_0$
- $\frac{D}{D+E}$  è la leva finanziaria, sarà quindi pari a 80%
- $\tau$  è l'aliquota fiscale, posta pari al 27.9% essendo la somma dell'aliquota IRES, pari al 24%, e quella IRAP pari al 3,9%.

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

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

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

Essi sono così definiti:

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

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

Dove:

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

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

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

- **Scenario 1: [EEM1 + EEM4]:** Tale scenario consiste nell'efficientamento dell'impianti di illuminazione e nell'installazione di valvole termostatiche sui corpi radianti.
- **Scenario 2: [EEM1 + EEM2 + EEM5]:** Tale scenario consiste nell'efficientamento dell'impianti di illuminazione, nell'isolamento dell'involucro e nella sostituzione dei serramenti con l'installazione di valvole termostatiche sui corpi radianti.

### 9.3.1 Scenario 1: SCN1

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

- EEM 1: relamping
- EEM 4: installazione di termovalvole

Si tratta cioè di due interventi rapidi sia in termini di tempo di esecuzione che di facilità di esecuzione per l'efficientamento dell'impianto elettrico e di riscaldamento.

Considerando le caratteristiche impiantistiche ed architettoniche dell'edificio non è stato possibile intervenire ulteriormente sull'impianto né associare a questi interventi altri interventi che permettessero un tempo di ritorno contenuto e contemporaneamente aumentassero l'efficienza energetica nel rispetto delle richieste della committenza per cui si è preferito focalizzare l'attenzione sul parametro del tempo di ritorno e cercare un intervento che rientrasse in 15 anni. È importante ricordare tuttavia che la classe nella normativa attuale è puramente indicativa e si ottiene rapportando l'edificio con un edificio di riferimento per cui spesso anche un grosso efficientamento energetico non porta al salto di classe desiderato. Il valore importante è la riduzione dell'indice di fabbisogno e con questo scenario si ottiene.

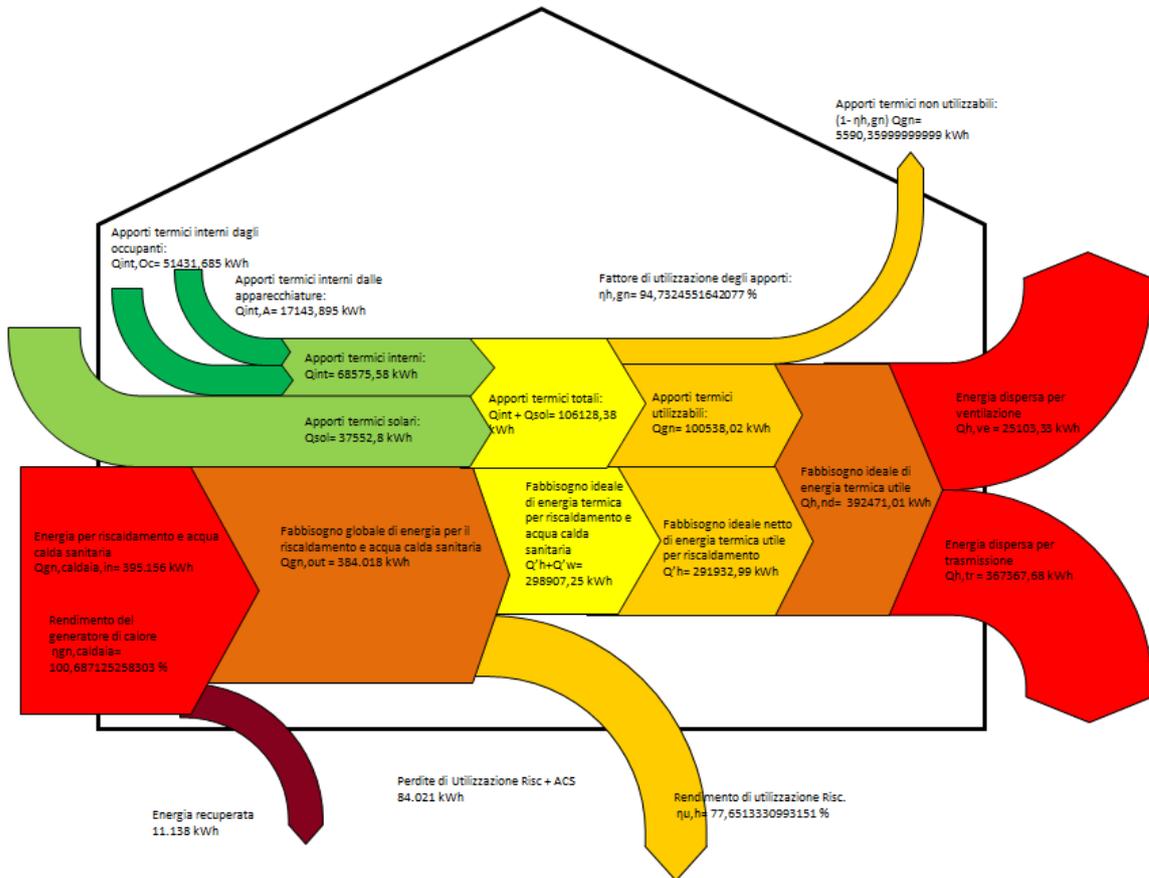
Nell'ottica di un efficientamento dell'impianto sarebbe importante risalire ai progetti della rete di distribuzione o effettuare indagini al fine di stabilire la possibilità di installare dei cronotermostati di zona per diversificare ulteriormente i tempi di riscaldamento dei locali. Per esempio l'impianto di riscaldamento della scuola rimane acceso fino alle 18:00 quando le lezioni finiscono nel primo pomeriggio. Con dei cronotermostati per piano si potrebbe mantenere acceso il riscaldamento solo al piano effettivamente usato dai professori nel pomeriggio e ridurre l'apporto di calore in quelli non utilizzati. Situazione simile avviene per molti locali del centro civico; alcuni locali sono utilizzati fino alle 23:00 ma la maggior parte non viene più utilizzata dopo le 18:00. Ipotizzando una discesa a 16 gradi dei locali non utilizzati si avrebbe un ulteriore risparmio energetico variabile tra il 4% ed il 6%.

Tabella 9.17 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AL 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 Fornitura & Posa	37.348,04	22%	45.564,60
EEM4 Fornitura & Posa	4.345,66	22%	5.301,71
Costi per la sicurezza	1.250,81	22%	1.525,99
Costi per la progettazione	2.918,56	22%	3.560,64
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>	<b>45.863,07</b>	<b>22%</b>	<b>55.952,95</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
EEM4 O&M	0	0	0
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
VOCE INCENTIVO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi Conto termico		<b>13.027</b>	
Durata incentivi		<b>5</b>	
Incentivo annuo		<b>2.605,4</b>	

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

Figura 9.11 – Scenario 1: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento



Dall'analisi dei diagrammi di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio post intervento è possibile notare una diminuzione contenuta del fabbisogno in ingresso al sottosistema di generazione.

Figura 9.12 – Scenario 1: Bilancio energetico complessivo dell'edificio post intervento

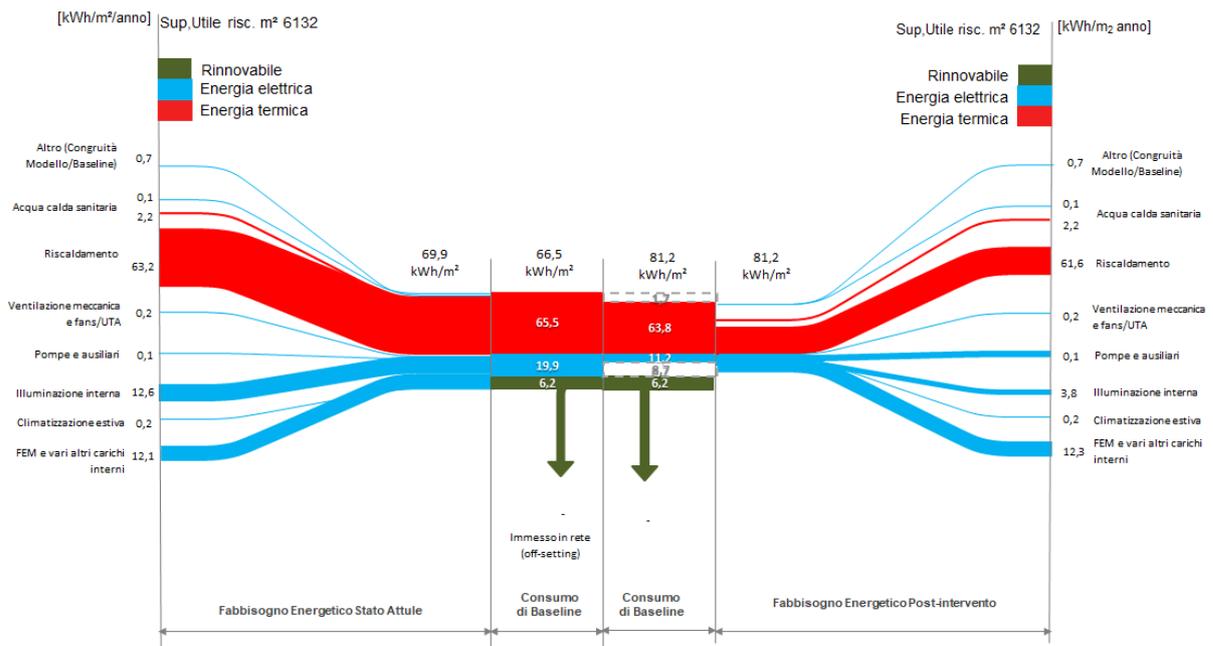
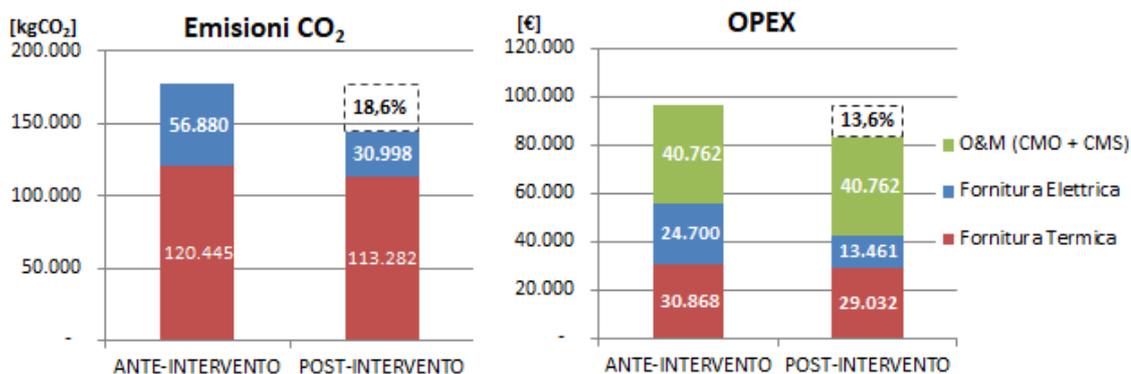


Tabella 9.18 – Risultati analisi SCN1

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM1 [efficienza luminosa]	[lm/W]	84	110	<b>-31,0%</b>
EEM4 [rendimento regolazione]	%	0,96	0,97	<b>-1,0%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	405.514	381.398	<b>5,9%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	117.331	63.942	<b>45,5%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	401.482	377.605	<b>5,9%</b>
EE <sub>baseline</sub>	[kWh]	121.799	66.377	<b>45,5%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	120.445	113.282	<b>5,9%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	56.880	30.998	<b>45,5%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>177.325</b>	<b>144.280</b>	<b>18,6%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	30.868	29.032	<b>5,9%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	24.700	13.461	<b>45,5%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>55.568</b>	<b>42.493</b>	<b>23,5%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	32.202	32.202	<b>0,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	8.560	8.560	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>40.762</b>	<b>40.762</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>96.330</b>	<b>83.255</b>	<b>13,6%</b>
Classe energetica	[-]	F	E	+1 classe

Nota: I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,3 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore termico e 0,467 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,077 [€/kWh] per il vettore termico e 0,203 [€/kWh] per il vettore elettrico [costi 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 nelle tabelle e figure seguenti.

Tabella 9.19– Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN1

PARAMETRI FINANZIARI			
Anni Costruzione	$n_i$		<b>1</b>
Anni Gestione Servizio	$n_s$		<b>14</b>
Anni Concessione	$n$		<b>15</b>
Anno inizio Concessione	$n_0$		<b>2020</b>
Anni dell'ammortamento	$n_A$		<b>10</b>
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	$k_{CdP}$		<b>2,00%</b>
Costo Capitale Azienda	<b>WACC</b>		<b>4,00%</b>
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$		<b>4,00%</b>
Inflazione ISTAT	$f$		<b>0,50%</b>
deriva dell'inflazione	$f'$		<b>0,70%</b>
%, interessi debito	$k_D$		<b>3,82%</b>
%, interessi equity	$k_E$		<b>9,00%</b>
Aliquota IRES	<b>IRES</b>		<b>24,0%</b>
Aliquota IRAP	<b>IRAP</b>		<b>3,9%</b>
Aliquota fiscale	$\tau$		<b>27,90%</b>
Anni debito (finanziamento)	$n_D$		<b>5</b>
Anni Equity	$n_E$		<b>14</b>
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	$I_0$	€	<b>55.953</b>
Oneri Finanziari (costi indiretti)	<b>%Of</b>		<b>3,00%</b>
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	<b>Of</b>	€	1.679
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	<b>CAPEX</b>	€	<b>57.632</b>
%CAPEX a Debito	<b>D</b>		<b>80,0%</b>
%CAPEX a Equity	<b>E</b>		<b>20,00%</b>
Debito	$I_D$	€	46.105
Equity	$I_E$	€	11.526
Fattore di annualità Debito	<b>FA<sub>D</sub></b>		<b>4,55</b>
Rata annua debito	$q_D$	€	10.144
Costo finanziamento,(D+INT <sub>D</sub> )	$q_D * n_D$	€	50.718
Costi per interessi debito, INT <sub>D</sub>	<b>INT<sub>D</sub>=q<sub>D</sub>*n<sub>D</sub>-D</b>	€	4.613

Tabella 9.20 – Parametri Economici dell'analisi di redditività dello SCN1

PARAMETRI ECONOMICI			
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	$C_{E0}$	€	45.547
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	$C_{M0}$	€	33.412
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€	<b>78.959</b>
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	$C_{Altro}$	€	-
Riduzione% costi fornitura Energia	<b>%<math>\Delta C_E</math></b>		<b>23,5%</b>
Riduzione% costi O&M	<b>%<math>\Delta C_M</math></b>		<b>0,0%</b>
Obiettivo riduzione spesa PA	<b>%<math>C_{Baseline}</math></b>		<b>3,0%</b>
Risparmio annuo PA garantito	<b>45,6%</b>	€	<b>6.108</b>
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	<b>Risp.IM</b>	€	2.369
Risparmio PA durante la concessione	<b>14%</b>	€	142.876

Risparmio annuo PA al termine della concessione	<b>Risp.Term.</b>	€	12.807
N° di Canoni annuali	<b>anni</b>		<b>14</b>
Utile lordo della ESCO	<b>%CAPEX</b>		<b>22,94%</b>
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	<b>C<sub>ESCO</sub></b>	€	944
Costi FTT €/anno IVA escl.	<b>C<sub>FTT</sub></b>	€	330
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	<b>C<sub>CAPEX</sub></b>	€	2.465
Canone O&M €/anno	<b>CnM</b>	€	34.693
Canone Energia €/anno	<b>CnE</b>	€	38.159
Canone Servizi €/anno IVA escl.	<b>CnS</b>	€	72.851
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	<b>CnD</b>	€	3.739
Canone Totale €/anno IVA escl.	<b>Cn</b>	€	<b>76.591</b>
Aliquota IVA %	<b>IVA</b>		<b>22%</b>
Rimborso erariale IVA	<b>R<sub>IVA</sub></b>	€	10.090
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	<b>R<sub>B</sub></b>	€	13.027
Durata Incentivi, anni	<b>n<sub>B</sub></b>		<b>5</b>
Inizio erogazione Incentivi, anno			<b>2022</b>

Tabella 9.21 – 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>6,59</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>	<b>8,21</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	<b>VAN &gt; 0</b>	€ <b>6.930</b>
Tasso interno di rendimento del progetto	<b>TIR &gt; WACC</b>	<b>7,22%</b>
Indice di Profitto	<b>IP</b>	<b>12,39%</b>
INDICATORI DI REDDITIVITA' DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	<b>T.R.S.</b>	<b>7,40</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>	<b>8,85</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	<b>VAN &gt; 0</b>	€ <b>3.368</b>
Tasso interno di rendimento dell'azionista	<b>TIR &gt; ke</b>	<b>14,80%</b>
Debit Service Cover Ratio	<b>DSCR &lt; 1,3</b>	<b>0,965</b>
Loan Life Cover Ratio	<b>LLCR &gt; 1</b>	<b>1,571</b>
Indice di Profitto Azionista	<b>IP</b>	<b>6,02%</b>

Figura 9.14 –SCN1: Flussi di cassa del progetto



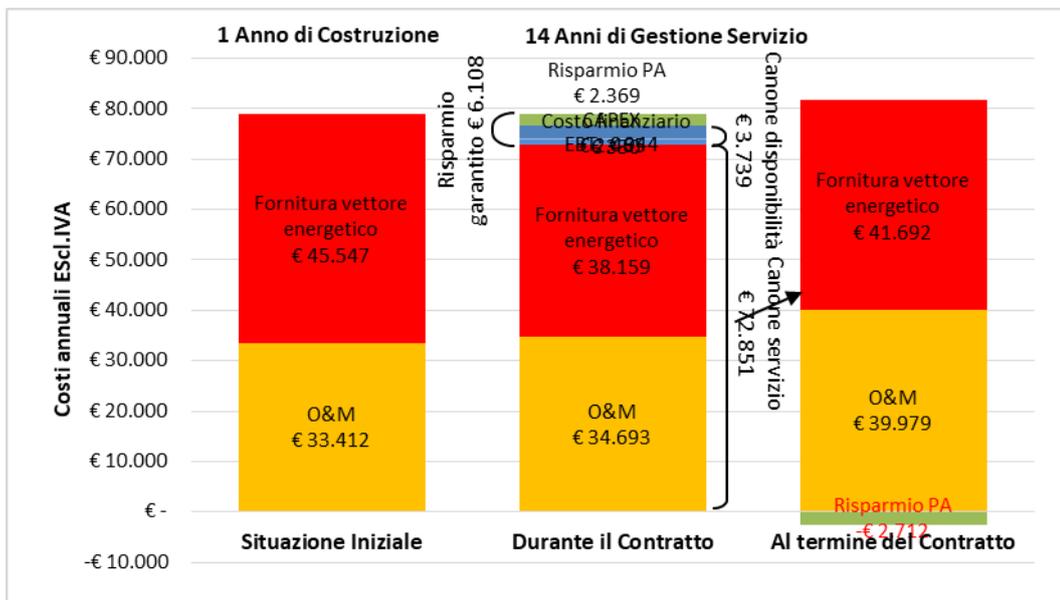
Figura 9.15 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



Dall’analisi effettuata è emerso che lo scenario risulta economicamente vantaggioso.

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

Figura 9.16 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



### 9.3.2 Scenario 2: SCN2

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

- EEM 1: relamping
- EEM 2: isolamento della copertura
- EEM 5: sostituzione serramenti ed installazione valvole termostatiche

Questo scenario oltre ad efficientare l'impianto prevede un efficientamento dell'involucro opaco e trasparente al fine di ottenere un efficientamento stabile ed indipendentemente dalle tipologie impiantistiche consistente in una diminuzione della richiesta di energia termica.

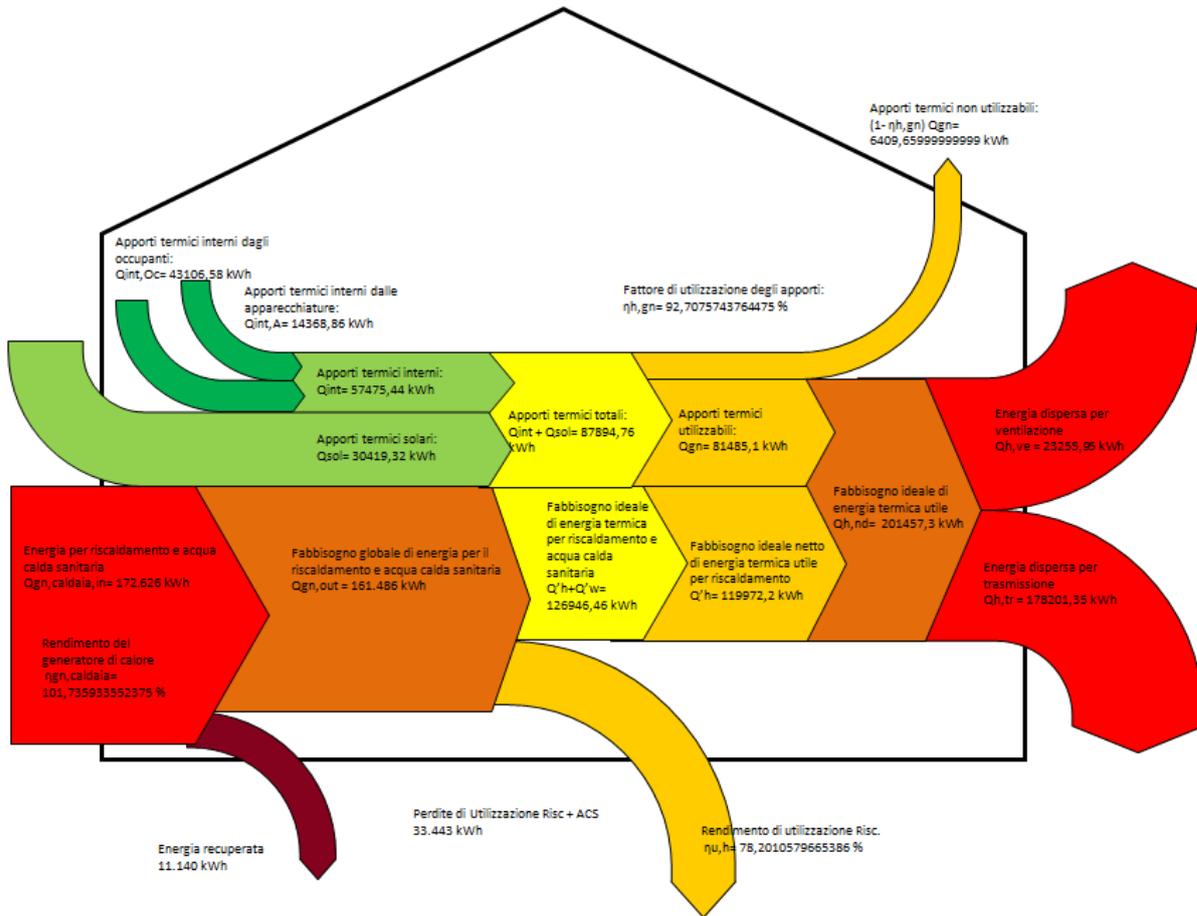
L'intervento, nella sua ottica di globalità, consente che l'ipotetico APE dell'intero edificio passi da una classe E ad una classe C.

Tabella 9.22 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 2

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA Al 22% [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
EEM1 Fornitura & Posa	37.348,04	22%	45.564,60
EEM2 Fornitura & Posa	125.855,06	22%	153.543,17
EEM5 Fornitura & Posa	172.734,30	22%	210.735,85
Costi per la sicurezza	10.078,12	22%	12.295,31
Costi per la progettazione	23.515,62	22%	28.689,05
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>	<b>369.531,14</b>	<b>22%</b>	<b>450.827,99</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
EEM2 O&M	0	0	0
EEM5 O&M	0	0	0
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
VOCE INCENTIVO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
<b>Incentivi</b>		<b>144.406</b>	
<b>Durata incentivi</b>		<b>5</b>	
<b>Incentivo annuo</b>		<b>28.881,2</b>	

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

Figura 9.17 – Scenario 2: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento



Dall'analisi dei diagrammi di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio post intervento è possibile notare la diminuzione del fabbisogno in ingresso al generatore.

Figura 9.18 – Scenario 12 Bilancio energetico complessivo dell'edificio post intervento

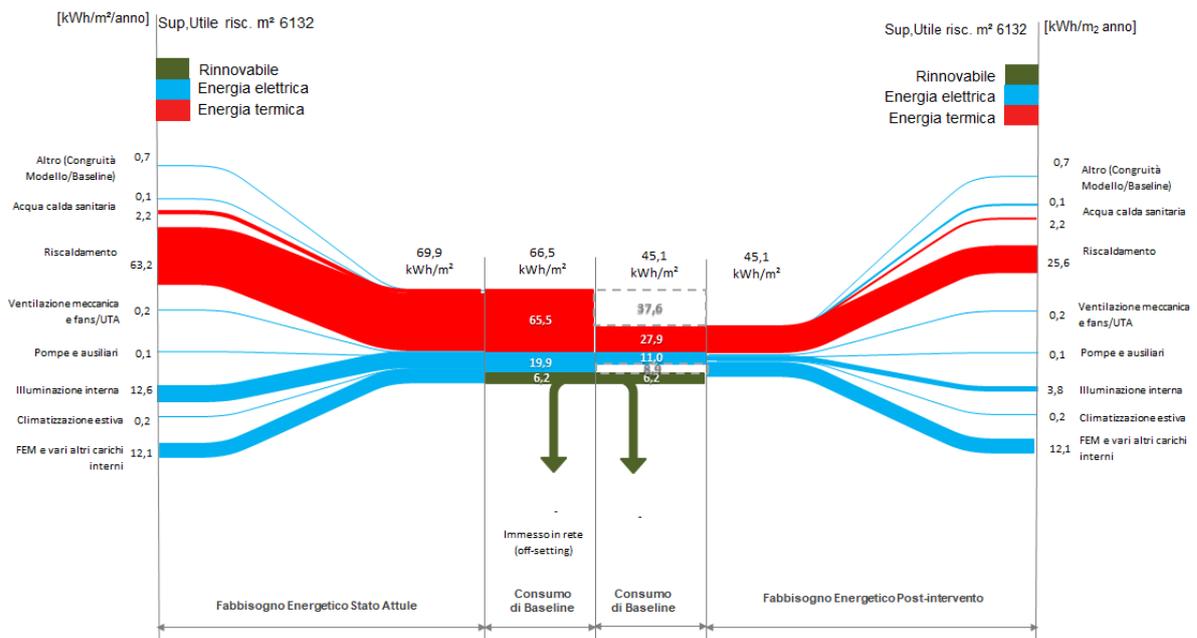
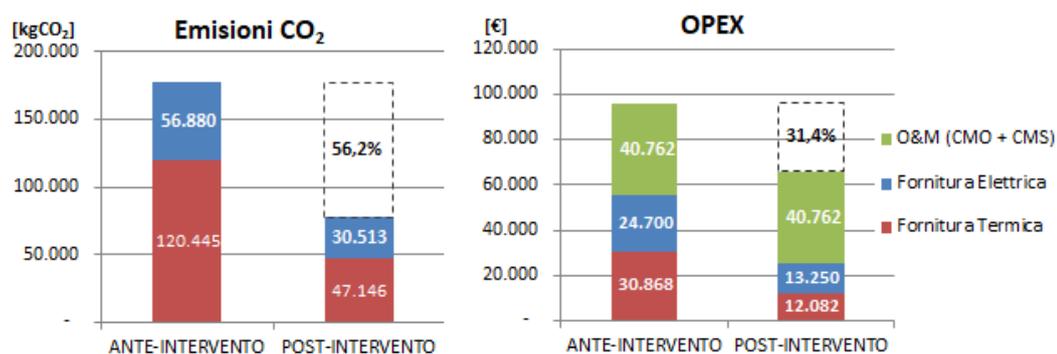


Tabella 9.23 – Risultati analisi SCN2

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM1 [efficienza luminosa]	[lm/W]	84	110	<b>-31,0%</b>
EEM2 [trasmissione]	[W/m²K]	1,56	0,22	<b>85,9%</b>
EEM5[rendimento regolazione]	-	0,96	0,97	<b>-1,0%</b>
EEM5 [trasmissione]	[W/m²K]	1,4	0,203	<b>85,5%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	405.514	158.731	<b>60,9%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	117.331	62.942	<b>46,4%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	401.482	157.152	<b>60,9%</b>
EE <sub>baseline</sub>	[kWh]	121.799	65.339	<b>46,4%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	120.445	47.146	<b>60,9%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	56.880	30.513	<b>46,4%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>177.325</b>	<b>77.659</b>	<b>56,2%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	30.868	12.082	<b>60,9%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	24.700	13.250	<b>46,4%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>55.568</b>	<b>25.333</b>	<b>54,4%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	32.202	32.202	<b>0,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	8.560	8.560	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>40.762</b>	<b>40.762</b>	<b>0,0%</b>
<b>OPEX</b>	<b>[€]</b>	<b>96.330</b>	<b>66.095</b>	<b>31,4%</b>
Classe energetica	[-]	F	C	+3classi

Nota: I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,3 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore termico e 0,467 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,077 [€/kWh] per il vettore termico e 0,203 [€/kWh] per il vettore elettrico [costi IVA inclusa]

Figura 9.19 – 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 nelle tabelle e figure successive.

Tabella 9.24– Parametri finanziari dell’analisi di redditività dello SCN2

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.	$I_0$	€ 450.828
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 13.525
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 464.353
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	$I_D$	€ 371.482
Equity	$I_E$	€ 92.871
Fattore di annualità Debito	$FA_D$	8,30
Rata annua debito	$q_D$	€ 44.747
Costo finanziamento,(D+INT <sub>D</sub> )	$q_D * n_D$	€ 447.471
Costi per interessi debito, INT <sub>D</sub>	$INT_D = q_D * n_D - D$	€ 75.989

Tabella 9.25 – Parametri Economici dell’analisi di redditività dello SCN2

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	$C_{E0}$	€ 45.547
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	$C_{M0}$	€ 33.412
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€ 78.959
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	$C_{Altro}$	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	% $\Delta C_E$	54,4%
Riduzione% costi O&M	% $\Delta C_M$	32,6%
Obiettivo riduzione spesa PA	% $C_{Baseline}$	5,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€ 30.774
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€ 3.948
Risparmio PA durante la concessione	14%	€ 421.337
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€ 48.105
N° di Canoni annuali	anni	24
Utile lordo della ESCO	%CAPEX	70,89%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	$C_{ESCO}$	€ 13.716
Costi FTT €/anno IVA escl.	$C_{FTT}$	€ 3.166

Costi CAPEX €/anno IVA escl.	$C_{CAPEX}$	€	9.944
Canone O&M €/anno	$CnM$	€	23.983
Canone Energia €/anno	$CnE$	€	24.202
Canone Servizi €/anno IVA escl.	$CnS$	€	48.185
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	$CnD$	€	26.826
Canone Totale €/anno IVA escl.	$Cn$	€	<b>75.011</b>
Aliquota IVA %	$IVA$		<b>22%</b>
Rimborso erariale IVA	$R_{IVA}$	€	81.297
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	$R_B$	€	144.406
Durata Incentivi, anni	$n_B$		<b>5</b>
Inizio erogazione Incentivi, anno			<b>2022</b>

Tabella 9.26 – Risultati dell'analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN2

INDICATORI DI REDDITIVITA' DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	$T.R.S.$		<b>8,94</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	$T.R.A.$		<b>12,18</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	$VAN > 0$	€	<b>157.964</b>
Tasso interno di rendimento del progetto	$TIR > WACC$		<b>8,56%</b>
Indice di Profitto	$IP$		<b>35,04%</b>
INDICATORI DI REDDITIVITA' DELLA ESCO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	$T.R.S.$		<b>3,62</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	$T.R.A.$		<b>4,42</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	$VAN > 0$	€	<b>73.195</b>
Tasso interno di rendimento dell'azionista	$TIR > ke$		<b>21,95%</b>
Debit Service Cover Ratio	$DSCR < 1,3$		<b>1,132</b>
Loan Life Cover Ratio	$LLCR > 1$		<b>1,964</b>
Indice di Profitto Azionista	$IP$		<b>16,24%</b>

Figura 9.20 –SCN2: Flussi di cassa del progetto

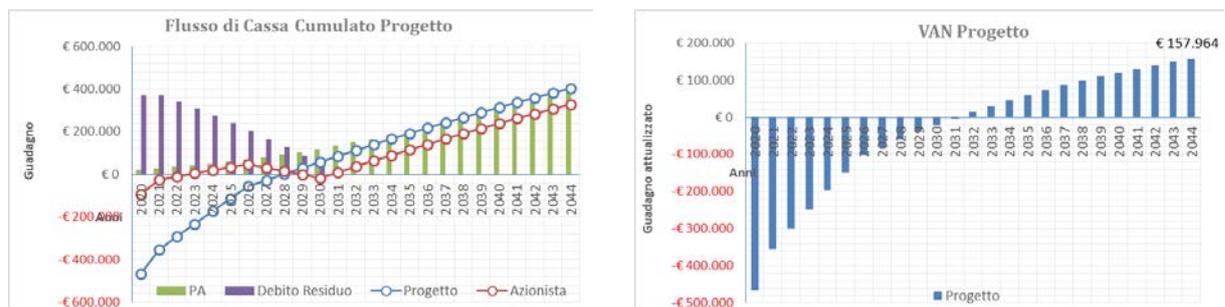


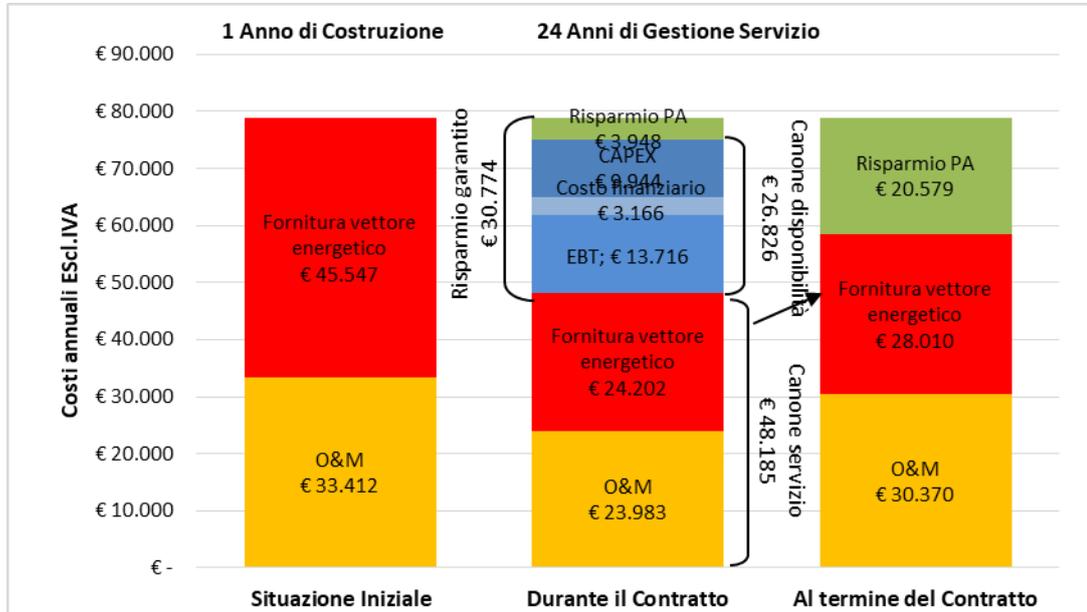
Figura 9.21 – SCN2: Flussi di cassa dell'azionista



Dall'analisi effettuata è emerso che lo scenario risulta economicamente vantaggioso.

Infine si è provveduto all'identificazione del possibile canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale con incentivi attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di EPC descritto nella figura che segue.

Figura 9.22 – Scenario 2: Schema di Energy Performance Contract



## 10 CONCLUSIONI

### 10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

La classe di merito che si ottiene confrontando gli indici di performance energetica dell'edificio oggetto di analisi con la classificazione riportata nelle Linee Guida ENEA – FIRE porta a un giudizio BUONO per l'indice IEN<sub>R</sub> e INSUFFICIENTE per l'indice IEN<sub>E</sub>.

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
Gasolio	7,52	9,85	-	-	-	-
Teleriscaldamento	-	-	9,17	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	10,71	12,72	12,22

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

L'analisi di sostenibilità finanziaria dei due scenari ha dato come risultato che entrambi gli scenario rispettano i requisiti economici di fattibilità e rientrano nei tempi di ritorno chiesti dal committente sia con che senza gli incentivi.

Il primo dei due scenari riguarda un rapido efficientamento dell'impianto per quanto possibile visto le caratteristiche impiantistiche dell'edificio stesso.

Il secondo, sempre considerando le caratteristiche impiantistiche e stratigrafiche dell'edificio, si spinge ad ottenere un efficientamento più globale che riduca non solo gli sprechi impiantistici ma a priori la domanda energetica.

Da un punto di vista di classe energetica il primo scenario non permette il miglioramento mentre il secondo consente il doppio salto come richiesto dalla committenza.

Di seguito si riassumono i risultati dei due scenari ipotizzati.

	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	DSC R	LLCR
	[%]	[%]	[€/a]	[€/a]	[€/a]	[€]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
SCN 1	24%	19%	13.075	0	0	55.953	7,4	8,85	3.368	15%	0,06	0,97	1,57
SCN 2	54%	56%	30.235	0	0	450.828	3,62	4,42	73.195	22%	0,16	1,13	1,96

### 10.3 CONCLUSIONI E COMMENTI

L'analisi dell'edificio, dei consumi di energia termica ed elettrica e dei possibili scenari di intervento dell'edificio oggetto di DE ha portato alle seguenti conclusioni:

- gli impianti termici per la produzione e la distribuzione di energia presentano elevati rendimenti in quanto la centrale termica è stata riqualificata nel 2016 mediante allaccio alla rete di teleriscaldamento;
- è stata constatata la presenza di un leggero isolamento nelle strutture opache verticali ed orizzontali;
- sull'edificio è già installato un impianto fotovoltaico;
- la regolazione dell'impianto di riscaldamento non risulta ottimale rispetto all'utilizzo dell'edificio;
- non è stato constatato un discomfort termoigrometrico degli ambienti.

Si ritiene prioritario intervenire sul miglioramento delle prestazioni dell'involucro e procedere con l'intervento previsto nello scenario 2, inoltre, come accennato in precedenza si consiglia di procedere ad uno studio dettagliato della rete di distribuzione per valutare la possibilità dell'installazione di cronotermostati di zona per efficientare il sistema di regolazione dell'impianto in considerazione del reale utilizzo dell'edificio.

Si ricorda infine che, come già segnalato in più passaggi della presente DE, nella definizione degli scenari solo per lo scenario 2 è stato possibile rispettare entrambi i requisiti imposti dalla committenza, vale a dire quello sul tempo di ritorno e sul doppio salto di classe; lo scenario 1 permette solo il salto di una classe. Si specifica infine che essendo l'edificio composto da più subalterni queste valutazioni sulla classe sono state fatte su un ipotetico ape dell'intero edificio e non su quelli che saranno i reali APE inviati alla Regione Liguria relativi ai singoli subalterni come specifica la normativa.

Si propone l'attuazione di un Piano di Misure e Verifiche (PMV) in accordo con il protocollo EVO (Efficiency Valutation Organization) per accertare i risparmi energetici conseguiti dopo l'implementazione delle raccomandazioni.

Per poter massimizzare i benefici delle EEM proposte si suggerisce la realizzazione di campagne di sensibilizzazione degli utenti finali volte a:

- favorire un uso più razionale dell'energia incrementando la consapevolezza delle proprie azioni sul risparmio energetico
- migliorare la gestione dei sistemi di regolazione, come ad esempio le valvole termostatiche, attraverso l'informazione agli utenti circa il loro funzionamento;

## ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITENZA

	Titolo	Data	Nome file
01	TAVOLA DI INQUADRAMENTO COMPLESSO	10/1997	E01406
02	TAVOLA PIANO 1	10/1997	PIAN1
03	TAVOLA PIANO 2	10/1997	PIAN2
04	TAVOLA PIANO SEMINTERRATO	10/1997	PIAN1SS
05	TAVOLA PIANO COPERTURA	10/1997	PIANC
06	TAVOLA PIANO TERRA	10/1997	PIANT
07	TAVOLA APPARTAMENTO CUSTODE	10/1997	UIU002
01	SCHEMA CENTRALE TERMICA	06/2017	187-S01-001_CENTRALE TERMICA
02	CENSIMENTO PIANO TERRA	09/2017	L1-042-187-P00
03	CENSIMENTO PIANO 1	09/2017	L1-042-187-P01
04	CENSIMENTO PIANO 2	09/2017	L1-042-187-P02
05	CENSIMENTO PIANO S01	09/2017	L1-042-187-S01
01	CENSIMENTO PIANO TERRA-CHECKLIST	06/2017	L1-042-187-P00 - Checklist
02	CENSIMENTO PIANO 1-CHECKLIST	06/2017	L1-042-187-P01 - Checklist
03	CENSIMENTO PIANO 2-CHECKLIST	06/2017	L1-042-187-P02 - Checklist
04	CENSIMENTO PIANO S01 -CHECKLIST	06/2017	L1-042-187-S01 - Checklist

### FATTURE EE (POD: IT001E00097006)

01	FATTURA DEL 06/03/2014	-	5700065497
02	FATTURA DEL 20/03/2014	-	5700098222
03	FATTURA DEL 23/04/2014	-	5700134953
04	FATTURA DEL 27/05/2014	-	5700176198
05	FATTURA DEL 23/06/2014	-	5700214976
06	FATTURA DEL 21/07/2014	-	5700248943
07	FATTURA DEL 12/09/2014	-	5700291175
08	FATTURA DEL 14/10/2014	-	5700345592
09	FATTURA DEL 13/11/2014	-	5700373692
10	FATTURA DEL 12/12/2014	-	5700411925
11	FATTURA DEL 06/03/2015	-	5700492869
12	FATTURA DEL 13/04/2015	-	5750082199
13	FATTURA DEL 17/03/2015	-	5700544104
14	FATTURA DEL 07/05/2015	-	E000140845
15	FATTURA DEL 11/03/2016	-	E000163930
16	FATTURA DEL 03/06/2015	-	E000175673
17	FATTURA DEL 02/09/2015	-	E000337523
18	FATTURA DEL 01/07/2015	-	E000234066
19	FATTURA DEL 03/08/2015	-	E000281521
20	FATTURA DEL 02/10/2015	-	E000386677
21	FATTURA DEL 02/11/2015	-	E000432864
22	FATTURA DEL 01/12/2015	-	E000483583
23	FATTURA DEL 02/01/2016	-	E000018558
24	FATTURA DEL 02/02/2016	-	E000084137
25	FATTURA DEL 02/02/2016	-	E000084138
26	FATTURA DEL 03/03/2016	-	E000150591
27	FATTURA DEL 01/04/2016	-	E000194174
28	FATTURA DEL 16/06/2016	-	E000310246

**E1406 – Scuola media Barabino – centro civico e biblioteca**

29	FATTURA DEL 17/06/2016	-	E000334605
30	FATTURA DEL 02/05/2016	-	E000238238
31	FATTURA DEL 01/06/2016	-	E000278555
32	FATTURA DEL 13/10/2016	-	011640087943
33	FATTURA DEL 16/05/2016	-	011640011738
34	FATTURA DEL 28/06/2016	-	011640025275
35	FATTURA DEL 25/07/2016	-	011640048519
36	FATTURA DEL 24/08/2016	-	011640060830
37	FATTURA DEL 26/09/2016	-	011640074903
38	FATTURA DEL 19/12/2016	-	011640126637
39	FATTURA DEL 14/03/2017	-	011740042570
40	FATTURA DEL 15/11/2016	-	011640100078
41	FATTURA DEL 16/01/2017	-	011740001581

**FATTURE EE (POD: IT001E00097007)**

01	FATTURA DEL 06/03/2014	-	5700065549
02	FATTURA DEL 20/03/2014	-	5700098276
03	FATTURA DEL 23/04/2014	-	5700134905
04	FATTURA DEL 27/05/2014	-	5700176192
05	FATTURA DEL 23/06/2014	-	5700214982
06	FATTURA DEL 21/07/2014	-	5700248937
07	FATTURA DEL 12/09/2014	-	5700291076
08	FATTURA DEL 14/10/2014	-	5700346004
09	FATTURA DEL 13/11/2014	-	5700373561
10	FATTURA DEL 12/12/2014	-	5700411951
11	FATTURA DEL 24/02/2015	-	5700450963
12	FATTURA DEL 06/03/2015	-	5700493197
13	FATTURA DEL 13/04/2015	-	5750082061
14	FATTURA DEL 17/03/2015	-	5700544000
15	FATTURA DEL 07/05/2015	-	E000140840
16	FATTURA DEL 11/03/2016	-	E000163924
17	FATTURA DEL 03/06/2015	-	E000175668
18	FATTURA DEL 02/09/2015	-	E000337518
19	FATTURA DEL 01/07/2015	-	E000234061
20	FATTURA DEL 03/08/2015	-	E000281516
21	FATTURA DEL 02/10/2015	-	E000386672
22	FATTURA DEL 02/11/2015	-	E000432860
23	FATTURA DEL 01/12/2015	-	E000483579
24	FATTURA DEL 02/01/2016	-	E000018554
25	FATTURA DEL 02/02/2016	-	E000084129
26	FATTURA DEL 02/02/2016	-	E000084130
27	FATTURA DEL 03/03/2016	-	E000150586
28	FATTURA DEL 01/04/2016	-	E000194169
29	FATTURA DEL 16/06/2016	-	E000310242
30	FATTURA DEL 17/06/2016	-	E000334601
31	FATTURA DEL 02/05/2016	-	E000238234
32	FATTURA DEL 01/06/2016	-	E000278551

**E1406 – Scuola media Barabino – centro civico e biblioteca**

33	FATTURA DEL 13/10/2016	-	011640087928
34	FATTURA DEL 28/06/2016	-	011640025271
35	FATTURA DEL 25/07/2016	-	011640049213
36	FATTURA DEL 24/08/2016	-	011640060827
37	FATTURA DEL 26/09/2016	-	011640074901
38	FATTURA DEL 17/12/2016	-	011640122872
39	FATTURA DEL 14/03/2017	-	011740042567
40	FATTURA DEL 30/11/2016	-	011640108898
41	FATTURA DEL 16/01/2017	-	011740001578

**FATTURE EE (POD: IT001E00097008)**

01	FATTURA DEL 06/03/2014	-	5700065528
02	FATTURA DEL 20/03/2014	-	5700098283
03	FATTURA DEL 23/04/2014	-	5700134901
04	FATTURA DEL 27/05/2014	-	5700176186
05	FATTURA DEL 23/06/2014	-	5700214988
06	FATTURA DEL 21/07/2014	-	5700248930
07	FATTURA DEL 12/09/2014	-	5700291292
08	FATTURA DEL 14/10/2014	-	5700345912
09	FATTURA DEL 13/11/2014	-	5700373639
10	FATTURA DEL 12/12/2014	-	5700412028
11	FATTURA DEL 24/02/2015	-	5700448632
12	FATTURA DEL 06/03/2015	-	5700493223
13	FATTURA DEL 13/04/2015	-	5750082104
14	FATTURA DEL 17/03/2015	-	5700544261
15	FATTURA DEL 07/05/2015	-	E000140840
16	FATTURA DEL 11/03/2016	-	E000163924
17	FATTURA DEL 03/06/2015	-	E000175668
18	FATTURA DEL 02/09/2015	-	E000337518
19	FATTURA DEL 01/07/2015	-	E000234061
20	FATTURA DEL 03/08/2015	-	E000281516
21	FATTURA DEL 02/10/2015	-	E000386672
22	FATTURA DEL 02/11/2015	-	E000432860
23	FATTURA DEL 01/12/2015	-	E000483579
24	FATTURA DEL 02/01/2016	-	E000018554
25	FATTURA DEL 02/02/2016	-	E000084129
26	FATTURA DEL 02/02/2016	-	E000084130
27	FATTURA DEL 03/03/2016	-	E000150586
28	FATTURA DEL 01/04/2016	-	E000194169
29	FATTURA DEL 16/06/2016	-	E000310242
30	FATTURA DEL 17/06/2016	-	E000334601
31	FATTURA DEL 02/05/2016	-	E000238234
32	FATTURA DEL 01/06/2016	-	E000278551
33	FATTURA DEL 13/10/2016	-	011640087928
34	FATTURA DEL 28/06/2016	-	011640025271
35	FATTURA DEL 25/07/2016	-	011640049213
36	FATTURA DEL 24/08/2016	-	011640060827



COMUNE DI GENOVA

*E1406 – Scuola media Barabino – centro civico e biblioteca*

---

37	FATTURA DEL 26/09/2016	-	011640074901
38	FATTURA DEL 17/12/2016	-	011640122872
39	FATTURA DEL 14/03/2017	-	011740042567
40	FATTURA DEL 30/11/2016	-	011640108898
41	FATTURA DEL 16/01/2017	-	011740001578

---

**ALLEGATO B – ELABORATI**

Titolo		Data	Nome file
01 ALLEGATO B – ELABORATI PLANIMETRICI		03/2018	DE_Lotto.2-E1406_revA-AllegatoB-ElaboratoPlanimetricoP0
			DE_Lotto.2-E1406_revA-AllegatoB-ElaboratoPlanimetricoP1
			DE_Lotto.2-E1406_revA-AllegatoB-ElaboratoPlanimetricoP2
02	Analisi fatture	03/2018	DE_Lotto.2-E1406_revA-AllegatoB-AnalisiFattureFornituraElettrica
03	ALLEGATO B- DEFINIZIONE DEL MODELLO ELETTRICO	04/2018	DE_Lotto.2-E1406_revA-AllegatoB-DefinizioneDelModelloElettrico
04	ALLEGATO B –DETTAGLIO DEI CALCOLI DELLE SINGOLE EEM	04/2018	E1406 Grafici_Template_rev13

## ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

	Titolo	Data	Nome file
01	ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA	03/2018	DE_Lotto.2-E1406_revA-AllegatoC-ReportDiIndagineTermografica

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

Il presente allegato è finalizzato ad illustrare l'utilizzo o motivare il mancato utilizzo degli strumenti di diagnostica strumentale dichiarati nella Proposta Tecnica (Relazione illustrativa sulla metodologia di lavoro e gestione della commessa).

### RISORSE STRUMENTALI DEDICATE ALL'APPALTO

Le risorse strumentali in dotazione dedicate all'appalto, descritte nel suddetto documento, sono di seguito elencate.

N.	Strumento
01	DISTANZIOMETRO LASER LEICA Disto A2
02	SPESSIVETRO MERLIN GLAZER GMGlass
03	LUXMETRO DELTA-OHM HD 2102.2
04	TERMOFLUSSIMETRO EXTRATECH THERMOZIG SN20/21/22/23/24
05	TERMOCAMERA FLIR T335
06	TERMOIGROMETRO EXTECH MO297
07	Centralina Microclimatica DELTA-OHM HD 32.3
08	PINZA AMPEROMETRICA FLUKE 345

### STRUMENTAZIONE E CAMPAGNE DI MISURA

#### MISURE METRICHE

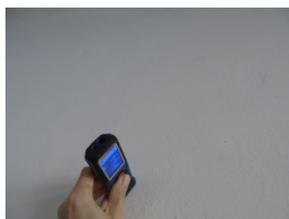
##### **Distanziometro e bindella metrica**

Durante i sopralluoghi ci si è avvalsi di metro laser e bindella metrica al fine di verificare le misure planimetriche del fabbricato e rilevare le dimensioni dei serramenti, le quote e gli spessori dei componenti edilizi.

A seconda del tipo di misura da rilevare è stato utilizzato il primo o il secondo strumento, sulla base della praticità di impiego.

Tali strumenti, per loro natura, non producono un output ma restituiscono valori da leggere istantaneamente; ad ogni modo il modello tridimensionale dell'edificio elaborato con il software di calcolo è da considerarsi come il risultato delle misure effettuate, riproducendo fedelmente tutte le caratteristiche plani-volumetriche reali.

Di seguito si riporta una fotografia che documenta l'utilizzo degli strumenti durante il sopralluogo presso l'edificio oggetto di DE.



##### **Spessivetro**

Durante i sopralluoghi ci si è avvalsi di uno spessivetro al fine di rilevare le caratteristiche dimensionali dei vetri.

Analogamente alle altre misure metriche, lo strumento, per sua natura, non produce un output ma restituisce valori da visualizzare istantaneamente; gli esiti delle misure sono riportati nel paragrafo 4.1.2.

Di seguito si riporta una fotografia che documenta l'utilizzo dello strumento durante il sopralluogo presso l'edificio oggetto di DE.



#### MISURE ILLUMINOTECNICHE

Durante il sopralluogo non sono stati rilevate palesi situazioni di inadeguatezza del livello di illuminamento e non sono state riscontrate segnalazioni di particolari criticità in merito da parte degli utenti intervistati. Non essendo l'illuminamento un parametro di input della modellazione energetica e non essendo la progettazione illuminotecnica ambito del presente lavoro, si è ritenuto non necessario, stante l'assenza di anomalie, un approfondimento diagnostico attraverso l'utilizzo di un luxmetro.

#### ANALISI TERMOGRAFICA

Si veda ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA.

#### RILIEVO TERMOFLUSSIMETRO

##### Metodi di calcolo e misura della trasmittanza

L'acquisizione dei dati necessari per la diagnosi energetica di un edificio esistente risulta spesso problematica a causa delle difficoltà di reperimento dei dati progettuali. Per questo motivo, in assenza di informazioni precise, risulta indispensabile effettuare delle misure strumentali sul campo. Per quanto concerne la valutazione della trasmittanza termica dell'involucro edilizio si procede tenendo conto dei seguenti possibili scenari:

Condizione	Metodo
Stratigrafia della struttura nota (sono disponibili i disegni aggiornati del progetto architettonico o della relazione di legge 10/91)	La trasmittanza viene calcolata in accordo con la norma UNI EN ISO 6946
Stratigrafia della struttura non nota ma edificio riconducibile ad una determinata tipologia edilizia di cui si conoscono le stratigrafie	La trasmittanza viene stimata avvalendosi di opportuni abachi di riferimento (ES: raccomandazioni CTI, norma UNI / TS 11300)
Stratigrafia della struttura non nota	Si esegue un foro nella struttura (endoscopio o carotaggio) per determinare la stratigrafia e si procede al calcolo in accordo con la norma UNI EN ISO 6946 Si determina la trasmittanza mediante misura in opera ( <b>termoflussimetria</b> ) in accordo con la norma ISO 9869

Nel caso non sia possibile determinare la stratigrafia della struttura o non siano note le proprietà termofisiche dei materiali utilizzati, il rilievo termoflussimetrico risulta essere l'unica metodologia di indagine non invasiva.

### Stima della trasmittanza della muratura dell'edificio oggetto di audit

Nel caso in esame le strutture del fabbricato sono riconducibili a tipologie edilizie di cui si conoscono le stratigrafie, grazie alla ridondanza di informazioni a disposizione:

Tipo di informazione	Dettaglio
Informazioni reperite sull'edificio	Epoca costruttiva
Evidenze di sopralluogo	Riscontro acustico (suono pieno/vuoto) Spessori murari rilevati con bindella metrica
Rilievo termografico	Osservazione diretta della trama muraria attraverso la tecnica della termografia attiva Osservazione indiretta della composizione muraria attraverso l'analisi dei ponti termici caratteristici della tipologia edilizia

### RILIEVI TERMOIGROMETRICI

Durante il sopralluogo sono state effettuate misure di temperatura e umidità relativa sia all'esterno sia all'interno degli ambienti, aventi le seguenti finalità:

- 1) individuazione di eventuali anomalie legate al comfort termoigrometrico;
- 2) individuazione di eventuali anomalie legate alla regolazione degli impianti termici;
- 3) quantificazione dei parametri di settaggio della termocamera.

Per quanto concerne i primi due punti, le misurazioni istantanee effettuate tramite il termoigrometro sono risultate congruenti con quanto dichiarato dagli utenti, pertanto non si è ritenuto necessario procedere all'installazione della centralina climatica per acquisire dati in continuo.

Per l'ultimo punto, il termoigrometro rappresenta infine l'unico strumento idoneo, in quanto la termocamera richiede come dati di input i valori di temperatura e umidità relativa registrati istantaneamente al momento del rilievo.

Di seguito si riporta la fotografia che documenta l'utilizzo del termoigrometro durante il sopralluogo presso l'edificio oggetto di DE.



### MISURE ELETTRICHE

Durante il sopralluogo è stato effettuato un censimento di dettaglio di tutte le utenze elettriche presenti all'interno del fabbricato. Ove possibile sono stati rilevati i dati di targa riportanti la potenza o l'assorbimento nominale. Tali dati sono stati utilizzati, congiuntamente agli orari di utilizzo, per stimare il consumo annuo di ciascuna utenza. Per le apparecchiature sprovviste di targa non è stato ad ogni modo necessario effettuare rilievi strumentali, infatti, trattandosi di dispositivi di comune utilizzo nelle scuole è stato possibile avvalersi di valori di letteratura e/o derivanti dall'esperienza pregressa in attività svolte in edifici aventi una dotazione analoga.

## ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

	Titolo	Data	Nome file
01	ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI	04/2018	DE_Lotto.2-E1406_revA-AllegatoE-RelazioneDiCalcolo
02	ALLEGATO E – EXCEL DETTAGLIO DEI CALCOLI	04/2018	DE_Lotto.2-E1406_revA-AllegatoE-DettagliDiCalcolo

## ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

	Titolo	Data	Nome file
01	ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE	03/2017	DE_Lotto.2-E1406_revA-AllegatoF-CertificatoDiConformita

## ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

	Titolo	Data	Nome file
01	ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA	03/2018	DE_Lotto.2-E1406_revA-AllegatoG-ApeStatoDiFatto

## ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

	Titolo	Data	Nome file
01	ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARIO 1	04/2018	DE_Lotto.2-E1406_revA-AllegatoH-ApeScenario1
02	ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARIO 2	04/2018	DE_Lotto.2-E1406_revA-AllegatoH-ApeScenario2

## ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

	Titolo	Data	Nome file
01	ALLEGATO I – DATI CLIMATICI	04/2018	DE_Lotto.2-E1406_revA-AllegatoI-Dati climatici

## ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

	Titolo	Data	Nome file
01	ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT	04/2018	DE_Lotto.2-E1406_revA-AllegatoJ-SchedaAudit

## ALLEGATO K – SCHEDE ORE

	Titolo	Data	Nome file
01	ALLEGATO K – SCHEDE ORE	03/2018	DE_Lotto.2-E1406_revA-AllegatoK-SchedeOre

## ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

	Titolo	Data	Nome file
01	ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI	04/2018	DE_Lotto.2-E1406_revA-AllegatoL-AnalisiPEF_con incentivi
			DE_Lotto.2-E1406_revA-AllegatoL-AnalisiPEF_senza incentivi

## ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

	Titolo	Data	Nome file
01	ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK	04/2018	DE_Lotto.2-E1406_revA-AllegatoM-ReportDiBenchmark

---

**ALLEGATO N – CD-ROM**